

COMUNE DI FERRARA

**PIANO DI RECUPERO DI
INIZIATIVA PUBBLICA**

(L. 457/78)

AREA EX AMGA

ATI:

© **BEHNISCH ARCHITEKTEN**

POLITECNICA
INGEGNERIA E ARCHITETTURA
(Società mandataria)

GRUPPO DI PROGETTO

DIREZIONE

Arch. Fatima Alagna (Responsabile)
Arch. Martin Haas
Arch. Stefan Behnisch
Ing. Antonio De Fazio

COLLABORATORI

Arch. T. Kessler
Arch. T. Lang
Dott. M. De Bernardi

PRESTAZIONE SPECIALISTICA

Dott. A. Mucchi - Geologia, geotecnica e sismica

ELABORATO

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E
SISMICA**

OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
P2	FE	GG01	G	1

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
2	P2 FE GG01_G1_4115		4115	
1	REVISIONE		Febbraio 2011	ATI LANG ALAGNA
0	EMISSIONE		Agosto 2010	MUCCHI MUCCHI ALAGNA
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

INDICE

Premessa.....	2
Schema geologico Regionale.....	3
Inquadramento geomorfologico dell'area	4
Inquadramento idrologico.....	4
Ricerca bibliografica.....	4
Inquadramento idrogeologico.....	5
Sismicità	5
Subsidenza	5
Analisi litostratigrafica dei terreni indagati	6
Azione sismica (categoria di suolo di fondazione).....	7
Verifica dei cedimenti post sismici.....	8
Verifica alla liquefazione	9
Conclusioni	9
APPENDICE: Integrazioni alla relazione geologica	11
Descrizione della metodologia tomografica e scopo dell'indagine.....	12
Risultati dell'indagine tomografica eseguita	14
Restituzione dell'indagine tomografica eseguita.....	14
Spettri di risposta (componenti orizz e vert.) per lo stato limite SLV	18
Suscettibilità alla liquefazione degli orizzonti saturi granulari rilevati	32
Prova CPTU integrativa	37

ALLEGATI

LABORATORIO GEOTECNICO Dr. ANTONIO MUCCHI

mucchilab@tin.it - www.mucchilab.it

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti – Decreto n°52494 del 11/10/04 –

Sett. A Prove di laboratorio sui terreni – ai sensi del DPR 246/93

Via Alberto Ascari, 8 – 44019 Gualdo di Voghiera (FE) Tel. 0532/ 773749



**Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti: Decreto n°52494 del 11/10/04
Sett. A – Circolare 349/99/STC**

COMMITTENTE : Studio Ingegneria e Architettura POLITECNICA

CANTIERE : Via Bologna – Ex AMGA (FE)

**PROGETTO : Definizione modello geologico dell'area interessata dal
Comparto "Ex AMGA"**

RELAZIONE GEOLOGICA

NORMATIVE DI RIFERIMENTO	Dott. Geol. Antonio Mucchi (direttore del laboratorio)
B.S. British Standard	
A.S.T.M. American Society of Testing Materials	
Racc. A.G.I. 1994 (Ass. Geotecnica Italiana)	
Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 : 2000	
Norma UNI EN ISO 9001 : 2000	
CNR – UNI – UNI EN	
DIN	
	Ferrara, 27/01/09
	Prot. 776-A / 2009

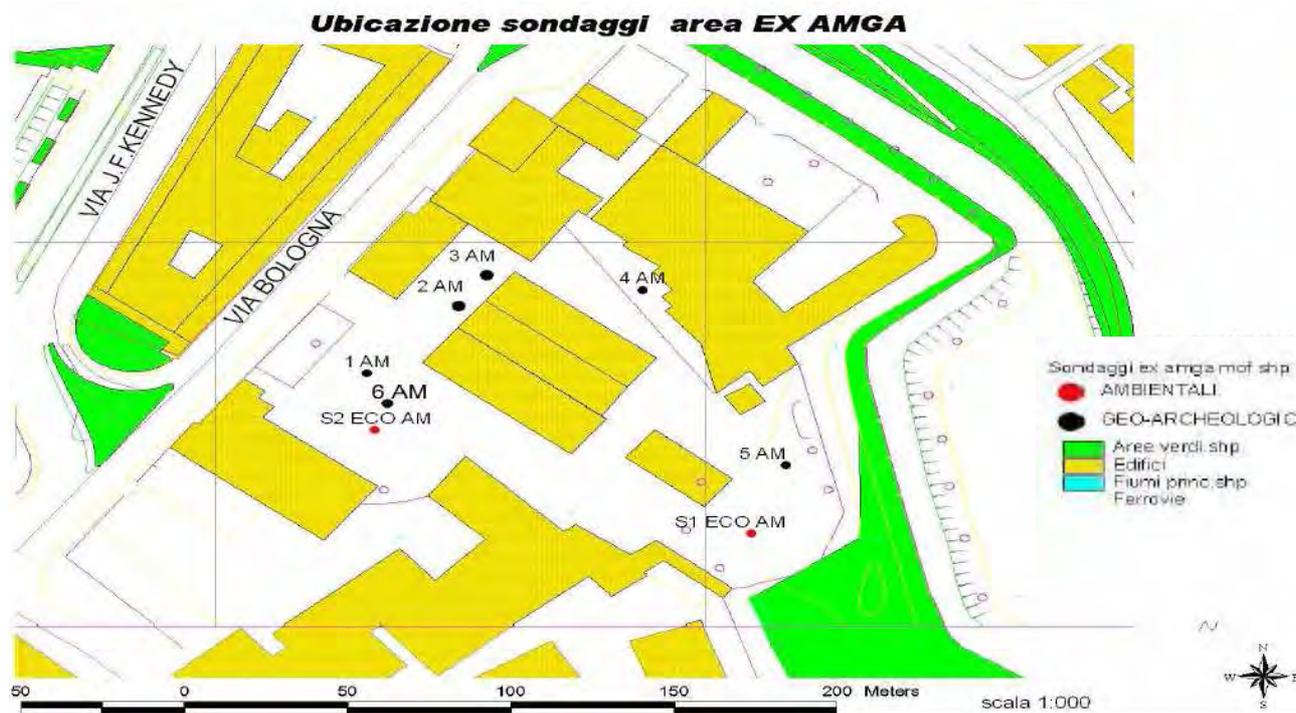
Premessa

E' stata eseguita in Via Bologna – FE (area Ex AMGA) , per conto della Studio di Ingegneria e Architettura Politecnica Soc. Coop. , una indagine geologica su un'area interessata dalla realizzazione di un Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica (Riqualificazione Comparto Ex AMGA). L'indagine è stata eseguita osservando il D.M. del 14/11/08 "Norme tecniche per le costruzioni". A tal proposito lo studio è stato così articolato:

- Ricerca bibliografica
- Esecuzione di n. 6 sondaggi geognostici spinti alla profondità massima di mt. 30 dal p.c.(Al. 1)
- Prelievo campioni n°7 campioni e analisi geotecni che di laboratorio (Al. 1)
- Elaborazione dati e relazione geologica conclusiva.

Nella planimetria di seguito riportata è indicata l'ubicazione del terreno indagato con evidenziato i punti in cui sono state eseguite le indagini geognostiche unitamente ai sondaggi ambientali eseguiti dalla Soc. Eco Ter nella stessa area.

Successivamente è stata effettuata un'integrazione (in data 09/06/2010) alla relazione geologica del 27/01/2009. L'integrazione è riportata in Appendice.



Schema geologico Regionale

Verso la fine dell'era terziaria, nel Pliocene, l'insorgere della catena alpina da un lato e di quella appenninica dall'altro ha determinato il formarsi di un'ampia fossa subsidente più volte invasa e abbandonata dal mare nel corso della sua storia geologica.

Si è avuto quindi alternanza di emersioni e invasioni marine, totali o parziali dell'area, con erosione più accentuata nelle zone di alto strutturale e con deposizioni nelle zone di basso strutturale dei materiali detritici derivanti dallo smantellamento delle insorgenti catene montuose. Il fondo di questa fossa strutturale non è regolare ma articolato da dorsali longitudinali, che in determinati periodi del ciclo evolutivo emergevano dal mare, formando isole e arcipelaghi. Queste dorsali traggono le loro origini da un complesso meccanismo di spinte tangenziali unitamente a fenomeni di subsidenza differenziale, cioè di sprofondamento irregolare. In conseguenza dell'assetto strutturale varia la natura e lo spessore dei sedimenti che si accumulano nei diversi settori del bacino sedimentario. Si attua così un riempimento delle depressioni con materiali sabbiosi di rilevanti potenze, mentre sulle dorsali sedimentano le granulometrie più fini con progressive diminuzioni delle potenze.

Uno degli elementi strutturali più importanti del sottosuolo padano è la così detta dorsale ferrarese, che si localizza tra Ferrara e le Valli di Comacchio con direzione NW-SE, ai lati delle quali si sono impostate due zone a forte subsidenza, a nord nella regione del Delta e nel Ravennate a sud.

La storia delle alterne vicende geologiche in questo settore della Pianura Padana può essere schematizzato come segue: Il Pliocene inf. è caratterizzato da una forte subsidenza, particolarmente attiva nelle strutture negative del bacino, che viene in parte compensata dalla deposizione di sedimenti grossolani.

Con la fine del Pliocene inf. inizia una nuova fase di sollevamento, si accentuano le vecchie pieghe e se ne creano di nuove, conseguentemente l'erosione intacca le strutture più elevate.

Nel Pliocene medio-superiore si avvia un nuovo ciclo di subsidenza e sedimentazione che prosegue fino al Quaternario, con la stessa modalità del precedente, cioè sedimenti con termini grossolani nelle strutture negative ed argillose su quelle positive.

Anche all'inizio del Quaternario la subsidenza continua e si accentua ed il dominio del mare raggiunge la sua massima espansione. Tuttavia con il passare del tempo la subsidenza generale del bacino prende il sopravvento su quella differenziata tra gli alti e bassi strutturali. Ne consegue che i sedimenti di questo periodo sono caratterizzati da frequenti variazioni litologiche; i depositi a granulometria maggiore perdono in continuità e si formano corpi sabbiosi isolati. Parallelamente si instaurano radicali mutamenti nei rapporti relativi intercorrenti fra le varie strutture, infatti le pieghe al margine appenninico in origine più basse di quelle a nord, risultano ora più elevate in conseguenza dello sprofondamento della parte centrale del bacino e dell'innalzamento dell'Appennino; così come si ha un abbassamento della zona di foce del Po rispetto alle pieghe ferraresi.

Con il Quaternario continentale invece, predominano le sedimentazioni sulla subsidenza, si ha un progressivo ritiro del mare dalla Pianura Padana con deposito di alluvioni sui sedimenti marini.

Al margine orientale della pianura lo stabilizzarsi della linea di costa è complicato da variazioni eustatiche del livello marino in corrispondenza di glaciazioni, la più importante delle quali fu quella wurmiana, che abbassò il livello di un centinaio di metri.

Poi 17.000 anni fa inizia la grande trasgressione postglaciale, quella Flandriana in cui l'ingressione marina ha probabilmente raggiunto i 40 Km per il Delta Padano e i 20 Km per il ravennate.

A partire dal I - II secolo d.C. ha avuto inizio un lento ma graduale ritiro del mare con migrazione verso est della linea di costa sino all'interno della sua posizione attuale.

I diversi litotipi, depositati in ambiente subacqueo, malgrado il costipamento derivante dall'incremento della pressione geostatica tenderanno a trattenere nei pori residui l'originaria acqua del bacino di sedimentazione; ne deriva per quanto sopra esposto, che si avrà in zona coesistenza di livelli con acqua di strato salata o salmastra o dolce in relazione all'ambiente di posizionamento originario.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**Inquadramento geomorfologico dell'area**

L'assetto geomorfologico del territorio ferrarese è il risultato delle vicissitudini del Fiume Po.

In particolare, dalla rotta di Ficarolo del 1150 circa il fiume ha abbandonato l'antico corso per spostarsi più a nord, dove, in linea generale, è posizionato il tracciato attuale.

L'area oggetto di studio è localizzata nell'antico corso del Po di Ferrara, caratterizzata dalla presenza di paleoalvei-ramificazione di diverso grado riconducibili all'antico tracciato e a sue divagazioni. Questa situazione morfologica complessa ha condizionato e regolato la deposizione dei sedimenti trasportati dal fiume con il risultato di ottenere, sulla morfologia di pianura aree di alto strutturale definite dossi, costituiti da terreni sabbiosi indicanti paleoalvei, barre e sponde naturali relitti o sepolte e zone depresse formate da argille e limi denominate catini.

L'intervento dell'uomo nel controllare il regime naturale del fiume, per difendersi dalle esondazioni, ha provocato il crescente aumento del livello del fiume accentuando le differenze altimetriche con le circostanti campagne per marcato apporto di nuovi sedimenti, provocando modificazioni nel deflusso naturale delle acque superficiali a causa anche di fenomeni di subsidenza naturali tipici di questa area geografica.

Inquadramento idrologico

Le condizioni di drenaggio dei terreni che costituiscono l'ossatura della pianura di Ferrara sono condizionate dall'assetto morfologico ed in particolare dal microrilievo. Le linee di drenaggio preferenziali hanno direzione ovest-est. Il territorio comunale è solcato da numerosi corsi d'acqua di vario grado di importanza.

In particolare i principali sono rappresentati dai fiumi Po e Reno che non svolgono nessuna funzione scolante data la quota dei rispettivi alvei, anzi costituiscono delle linee di spartiacque al normale deflusso. A questi si possono aggiungere il Po di Ferrara - Volano e di Primaro, il Boicelli (costeggia l'area di studio in oggetto) e il Riazzo del Gallo che svolgono la funzione di collettori nel raccogliere la maggior parte delle acque superficiali e meteoriche ricadenti sul territorio e convogliate per semplice gravità o attraverso impianti di idrovora da collettori minori, quali fossi e canali di bonifica che costituiscono la rete scolante ferrarese.

Ricerca bibliografica

Una accurata ricerca bibliografica ha permesso la consultazione di uno "studio geologico per la pianificazione territoriale del Comune di Ferrara" di Giorgio Bartolomei ed alii relativo al 1973 che è stato successivamente ripreso per lo studio del PSC del Comune di Ferrara. Sono inoltre stati consultati lo studio geologico del Progetto Idrovia della Provincia di Ferrara.

Da tale ricerca è emerso una serie di carte tematiche e indagini geognostiche di seguito elencate:

- Carta delle condizioni di drenaggio superficiale (PRG - PSC). Al. 4
- Carta geomorfologia (PRG-PSC). Al. 2
- Carta delle isofreatiche (PRC-PSC) Al. 3
- Carta delle penalità ai fini edificatori (PRC-PSC). Al. 6
- Progetto Idrovia della Provincia di Ferrara (Sondaggio e prova penetrometrica a lato del Ponte Porta Reno molto vicino al comparto ex AMGA) Al. 5
- Indagini Geognostiche Soc. Eco Ter Al. 7

Inquadramento idrogeologico

Lo studio dell'inquadramento idrogeologico della zona in esame evidenzia, l'esistenza di un acquifero libero ,freatico, costituito prevalentemente da terreni di media granulometrie, sabbie limose e/o limi sabbiosi permeabili, interpretati come sedimenti di paleoalveo con possibili intercalazioni limose meno impermeabili. Il letto di questo acquifero è rappresentato da strati limo e limo argillosi .

L'area in oggetto è ubicata sul paleoalveo del Po di Ferrara con direzione di deflusso verso sud-est.(Al. 2 Carta geomorfologica). Le isofreatiche , sono disposte a formare uno spartiacque di direzione ovestest, in corrispondenza con l'asse del paleoalveo. (Al.3 Carta delle isofreatiche).

Dalla carta del drenaggio superficiale (Al. 4) si escludono difficoltà di drenaggio delle acque di apporto meteorico, l'area oggetto di studio è già dotato di impianto fognario.

L'area di intervento è situata ad una quota di circa 9.0-10.0 mt. s.l.m., in una zona di alto strutturale, confinante a nord-ovest con via Bologna e a nord e nord-est con le antiche Mura di Ferrara. La falda freatica risulta influenzata dal Po di Ferrara che esercita una funzione alimentante di ricarica delle falde circostanti . (vedi carta isofreatiche Al. 3). La profondità della falda al momento delle indagini è stata rilevata alla profondità di circa mt. 6.0 dal p.c. attuale .

Sismicità

Le strutture appenniniche sepolte sono ancora soggette a movimenti, che spesso si traducono in sismi capaci di superare la soglia del danno. Si ha infatti notizia di 15 terremoti verificatisi a Ferrara e nelle aree circostanti nel periodo compreso fra il 1234 e 1787, di cui 9 superiori al sesto grado della scala Mercalli; solo il terremoto del 1570 ha raggiunto l'ottavo grado (CNR 1980; Ardizzoni et al. 1991; Boschi et al. 1995, 1997; Camassi e Stucchi 1998; Bondesan 2002).

Sulla base di questi eventi , il Servizio Sismico Nazionale, nella nuova mappa della pericolosità sismica messa a punto nel 1998 , ha incluso il Comune di Ferrara nella Categoria 3 (territori suscettibili di terremoto fino al 7° grado della scala Mercalli).

Subsidenza

L'area in esame, come in generale tutto il territorio della Provincia di Ferrara è soggetta a subsidenza. La componente naturale del fenomeno è prevalentemente ascrivibile al costipamento dei sedimenti più recenti ancora non litificati. Il condizionamento del substrato è rappresentato dal suo stesso carattere di orogene recente, capace di dar luogo a movimenti verticali residui, nonché alla sua forma corrugata che determina variazioni locali dei tassi di costipamento dei terreni sovrapposti, producendo una loro attenuazione nelle zone corrispondenti agli alti strutturali sepolti.

I fenomeni di subsidenza registrati con metodi strumentali sono però principalmente di carattere artificiale, denotano variabilità sia nello spazio che nel tempo e sono attribuibili alla sottrazione di acqua dagli acquiferi (superficiali e profondi). Sono causa di subsidenza anche forti escursioni del livello della falda freatica dovuto a variazioni climatiche (periodi siccitosi prolungati) e a sistemazioni idrauliche del territorio (il territorio ferrarese è stato in passato interessato da importati bonifiche). Anche variazioni del chimismo delle acque sono considerate capaci di determinare abbassamenti del suolo, sia pur limitati , quando sono in grado di indurre per fenomeni elettrochimici riduzione di volume dei minerali argillosi (terreni argillosi sono molto abbondanti nel territorio ferrarese).

Analisi litostratigrafica dei terreni indagati

L'elaborazione delle indagini geognostiche eseguite nei terreni interessati dall'intervento in oggetto hanno permesso la ricostruzione di un modello litostratigrafico di massima discretamente omogeneo costituito :

- **1° livello** caratterizzato dalla presenza di materiale di riporto su tutta l'area indagata. La zona di sottomura nel dopoguerra è stata adibita a zona di deposito per i materiali derivanti dagli eventi bellici, così da ottenere un rialzo di quota pari a circa mt. 3.0 - 4.0 rispetto all'originario piano campagna. Le caratteristiche di questo primo livello è di forte variabilità per la presenza di detriti di varia natura, condizione questa che determina anche disomogeneità dal punto di vista geomeccanico.

- **2° livello**, da metri 3.0-4.0 fino a mt. 18-20 di profondità, costituito prevalentemente da terreni incoerenti di natura sabbiosa con intercalazioni sabbioso limose. Si tratta nel complesso di terreni a ottime caratteristiche geomeccaniche.

- **3° livello** , dalla profondità di mt. 18-20 fino alla profondità indagata di metri 30 dal p.c. attuale, costituito da prevalentemente da argille limose compatte con intercalazioni limo argillose. Per una analisi di dettaglio delle singole prove si rimanda alle schede litostratigrafiche e diagrammi penetrometrici allegati.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Azione sismica (categoria di suolo di fondazione)

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si è proceduto alla determinazione della categoria di suolo di fondazione secondo quanto previsto dall'O.P.C.M- n°3274.

A tal proposito si è fatto riferimento alle categorie di suolo di fondazione di seguito riassunte:

Categorie di suolo di fondazione:

		S
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi con valori $V_{s30} > 800$ m/s con strati di alterazione superficiale $h_{max} = 5$ m	1.00
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s	1.25
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$ - $70 < Cu < 250$ kPa)	1.25
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$ - $Cu < 70$ kPa)	1.35
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s	1.25
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < Cu < 20$ kPa)	Servono studi speciali
S2	Deposito di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	

S = fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, direzione orizzontale

Prendendo come riferimento i parametri di coesione non drenata C_u e i valori N_{spt} , il sito in esame risulta rispondere alle caratteristiche di Suolo tipo C.

I risultati ottenuti dalle indagini geognostiche forniscono i seguenti valori di C_u e N_{spt}

- 1° livello costituito da materiale di riporto
- 2° livello costituito da terreni sabbiosi ($N_{spt} 25$)
- 3° livello costituito da argille limose (C_u medi o 120 kPa)

Rapportando i parametri geotecnica sopra descritti ai valori di V_{s30} riportati nel profilo stratigrafico di suolo di fondazione , ne deriva che il valore medio di V_{s30} viene ad essere di circa 225 m/s e quindi il sito in esame ricade nella categoria suolo di fondazione di tipo C (valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s).

L'accelerazione massima al suolo sarà uguale a :

a max= $S \cdot a_g = 0.1875$ g

S = coeff. di amplificazione (azione orizzontale) = 1.25 per suolo di fondazione categoria C

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

ag = accelerazione massima al suolo = 0.15 g (nella tabella classificazione zona sismica il territorio del Comune di Ferrara ricade in zona 3)

Classificazione zone sismiche

zona	accelerazione orizzontale (a_g/g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	accelerazione orizzontale (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)	Valori di a_g , accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, da adottare
1	> 0,25	0.35	0,35g
2	0,15 - 0,25	0.25	0,25g
3	0,05 - 0,15	0.15	0,15g
4	< 0,05	0.05	0,05g

Verifica dei cedimenti post sismici

A seguito dei risultati ottenuti dalle analisi geotecniche di laboratorio da cui emerge che i campioni prelevati risultano essere prevalentemente sabbie limose non plastiche si è proceduto alla verifica dei cedimenti post sismici per i terreni granulari non saturi, così come previsto dall'atto di indirizzo della Regione Emilia Romagna per gli studi di microzonizzazione sismica. (vedi analisi di laboratorio in allegato). Per la valutazione del cedimento D_h relativo allo strato prevalentemente sabbioso limoso di circa tre metri sopra falda escludendo i terreni di riporto superficiale (falda rilevata a 6 metri di prof.) si è fatto riferimento alla formula

$\epsilon_v = D_h / h$ tenendo conto delle caratteristiche di addensamento del terreno e (numero di colpi N_{spt} corretto) e dalle azioni indotte dal terremoto (accelerazione a_{max}).

Il cedimento viene ad essere quindi :

$$D_h = \epsilon_v * H = 1.5 \text{ cm}$$

Dove $H = 300 \text{ cm}$ e $\epsilon_v = 0.005$

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**Verifica alla liquefazione**

Per la verifica alla liquefazione si è fatto riferimento al metodo di Seed & Idriss (1982) che valuta la resistenza del deposito alla liquefazione in termini di fattore di resistenza alla liquefazione espresso dal rapporto tra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

Le indagini geognostiche individuano nei primi 15 metri di profondità la presenza di livelli lenticolari sabbioso limosi a diverse profondità, non sempre correlabili fra loro in senso orizzontale. La falda freatica è stata rilevata alla profondità di oltre 6 metri dal p.c. attuale.

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati n° 7 campioni e sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio.

I campioni analizzati relativi ai primi 15 mt. di prof. dal p.c. (S5C1 da mt. 2.5 a mt. 3.0 a mt. 6.0, S5C2 da mt. 6.5 a mt. 7.0, S5C3 da mt. 8.2 a mt. 8.6, S5C4 da mt. 9.3 a mt. 9.8 e S5C5 da mt. 10.6 a mt. 10.8) risultano essere delle sabbie fini e sabbie limose con valori di D50 compresi fra 0.065 e 0.28 mm. Tali dati non hanno comunque escluso di procedere alla verifica della liquefazione perché l'accelerazione massima al piano campagna non è inferiore a 0.15 g, nonostante la frazione di fine FC sia mediamente > al 20% (vedi specifiche AGI).

Si è quindi proceduto alla verifica della liquefazione utilizzando il metodo di Seed & Idriss precedentemente esposto, da cui emerge che i terreni costituiti da sabbie fini limose rilevati prevalentemente fra la prof. di metri 4.5 e 15 dal p.c. non sono liquefacibili. Infatti nelle verifiche eseguite in tre diversi punti e profondità con sisma di magnitudo 5/4 il fattore di resistenza alla liquefazione F è maggiore di 1.3 e quindi non liquefacibile.

Si rende comunque necessario in fase di progetto esecutivo eseguire un'indagine mirata nelle aree di intervento al fine di escludere definitivamente problemi di liquefazione.

Conclusioni

Per quanto sopra esposto l'area studiata non presenta particolari controindicazioni ai fini edificatori dal punto di vista geologico; per la futura destinazione d'uso si consiglia:

a) Una perfetta regimazione delle acque meteoriche, evitando qualsiasi area di ristagno, eseguire a regola d'arte il reticolo fognante. Per quanto riguarda il dimensionamento del sistema fognario per la raccolta delle acque piovane si potrà fare riferimento a valori di precipitazione media annua di circa 700-750 mm/anno con punte giornaliere che hanno raggiunto frequentemente negli ultimi anni anche 100 mm/ora.

b) Le aree interessate da parcheggi e strade interne al Piano Particolareggiato, dovranno essere pavimentate. Al fine di evitare fenomeni di rigonfiamento o cedimento della pavimentazione, le fondazioni dovranno essere poste su un sottofondo costipato.

La sequenza delle operazioni per la realizzazione della pavimentazione stradale dovrà essere la seguente:

- scavo del cassonetto;
- compattazione del sottofondo (fino al raggiungimento di un modulo di deformazione di almeno 150 Kg/cmq, calcolato nell'intervallo di carico compreso fra 0.5-1.5 Kg/cmq);
- formazione di una sovrastruttura di spessore adeguato da definire con indagini geotecniche specifiche.
- Prove di carico su piastra prima della posa dello strato di collegamento e manto di usura per la determinazione del Modulo di Deformazione (Md) che dovrà essere di almeno 800 Kg/cmq.

In ogni caso il tappeto di usura dovrà essere disteso dopo la maturazione dei cedimenti differiti sia assoluti che differenziali.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Per quanto riguarda i piazzali esistenti dovrà essere verificato se compatibili con i dati di progetto. In tale fase sarà opportuno provvedere ad uno studio dell'inerte costituente la vecchia massicciata, la verifica degli spessori e del modulo di deformazione Md al fine di valutare il possibile riutilizzo.

c) Trattandosi di terreni già fortemente antropizzati non si notano strutture morfologiche superficiali, anche se dalla carta geomorfologica allegata e dalle indagini geognostiche emerge che l'area in esame sorge su un paleo alveo profondo del Po di Ferrara. L'area in oggetto per quanto riguarda l'altimetria ricade in una situazione in assenza di massimi e minimi altimetrici significativi, tale da impedire zone di ristagno o difficoltoso drenaggio delle acque di apporto meteorico.

d) Dal punto di vista geotecnica l'area ricade fra i terreni meno penalizzati del Comune di Ferrara (Vedi carta delle Penalità ai fini edificatori Al. 6). Va comunque evidenziato che tale elaborato di carattere generale non ha considerato che l'area oggetto di studio nel dopoguerra è stata adibita a zona di deposito per i materiali di demolizione derivante dagli eventi bellici, quindi forte disomogeneità superficiale (primi 3.0-4.0 metri) che sconsiglia l'uso di fondazioni superficiali. Nel corso delle indagini è emerso anche la presenza di manufatti interrati nei primi metri di prof. (vedi sondaggi n°2 e 3). Si rende quindi necessari o in fase progettuale procedere ad una indagine geotecnica di dettaglio per un attento esame alla interazione terreno struttura e uno studio idrogeologico approfondito nell'ipotesi si prevedano fabbricati interrati.

e) Per quanto riguarda la Classificazione del sito dal punto di vista sismico l'indagine a rifrazione a permesso di classificare i terreni in oggetto come appartenenti alla Categoria di suolo di fondazione di tipo C.

APPENDICE: Integrazioni alla relazione geologica

Su incarico della Soc, Coop, Politecnica , a seguito di una richiesta di integrazione del Comune di Ferrara, è stata eseguita una prova penetrometrica CPTU e una indagine geofisica tomografica per il rilievo diretto delle onde sismiche Vs30 dei terreni di fondazione del comparto "ex M.O.F. Darsena" interessato da piano di riqualificazione.

Il punto di ubicazione della prova CPTU e dell'indagine TOMOGRAFICA è di seguito riportata.



L'indagine è stata realizzata utilizzando apparecchiatura tomografica TROMINO © di costruzione MICROMED (e restituzione dei dati mediante apposito software GRILLA © MICROMED).

Descrizione della metodologia tomografica e scopo dell'indagine

La metodologia tomografica si basa sulla misura diretta delle frequenze di naturale vibrazione dei suoli (e/o di altri oggetti poggiati direttamente o indirettamente sul suolo), sfruttando in pratica l'effetto pendolo. Nel dominio della frequenza vengono coinvolti quattro spettri rappresentati dalle componenti orizzontali e verticali del moto in superficie (HS e VS) e alla base dello strato (HB e VB). La tecnica di Nakamura si basa sulle seguenti ipotesi:

- le sorgenti dei microtremori sono locali, trascurando qualsiasi contributo dovuto a sorgenti profonde;
- le sorgenti dei microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base;
- la componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale.
- Sotto queste ipotesi, il rapporto fra le componenti verticali del moto in superficie ed alla base contiene solo termini delle sorgenti locali $AS(f)$ e delle sorgenti alla base $AB(f)$, ed è pari a:

$$R_v(f) = V_s(f)/V_B(f) = A_s(f)/A_B(f)$$

mentre il rapporto fra l'ampiezza dello spettro della componente orizzontale del moto in superficie (HS) e alla base dello strato (HB), contiene oltre che il termine di sorgente anche il termine di amplificazione di sito in superficie $S(f)$ e può essere espresso nel seguente modo:

$$R_h(f) = H_s(f)/H_B(f) = [A_s(f) * S(f)] / A_b(f)$$

Per rimuovere l'effetto di sorgente dai segnali, Nakamura divide i due rapporti R fra loro ottenendo così la seguente espressione per la funzione trasferimento di sito:

$$R_h(f)/R_v(f) = S_s(f) = H_s(f)/H_B(f) * V_B(f)/V_s(f)$$

Ipotesizzando infine che alla base dei sedimenti l'ampiezza spettrale della componente verticale e di quella orizzontale siano uguali e cioè:

$$V_B(f)/H_B(f) = 1$$

il fattore di amplificazione del moto orizzontale in superficie potrà essere valutato direttamente nel seguente modo:

$$S(f) = H_s(f)/V_s(f)$$

Le varie ipotesi sono state verificate dallo stesso Nakamura (1989) con misure di microtremori in superficie e in pozzo. Le stesse assunzioni sono state verificate anche da altri autori confrontando i risultati ottenuti con modelli di propagazione di onde di Rayleigh, modelli di propagazione 1-D di onde S e con modelli di generazione sintetica di rumore. Le conclusioni a cui sono giunti gli studi suddetti sono che il picco visibile nei rapporti H/V ottenuti con il rumore simulato indipendente dalle caratteristiche della sorgente del rumore e che dipende invece fortemente dalla stratigrafia del terreno. Tale picco è inoltre ben correlato con la frequenza fondamentale di risonanza del terreno soggetto alla propagazione di onde S verticali e con il picco fondamentale delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh. La misura è stata eseguita con un apparecchio portatile compatto (TROMINO MICROMED) che alloggia in un unico

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

contenitore rigido metallico tre sensori sismometrici, un digitalizzatore a 24 bit ed il sistema di archiviazione su *flash memory*. Si è acquisita una registrazione della durata di 20 minuti, campionata ad una frequenza di 128 Hz.

Il segnale acquisito è stato quindi: corretto per la linea di base (sottraendo a ciascun punto la media effettuata sull'intera traccia); corretto da andamenti (trend) anomali (sottraendo la retta della regressione lineare effettuata su tutti i punti della traccia); filtrato con un passa banda tra 0.1 e 64 Hz. Per ogni segnale si è calcolata quindi la trasformata di Fourier e successivamente si è effettuato il rapporto spettrale fra le componenti orizzontale e verticale. Tale rapporto è stato smussato con una finestra triangolare al 5% ed il risultato di tale operazione è stato assunto come stima delle funzioni di amplificazione locale di Nakamura. Tutte le operazioni descritte sono state fatte prevalentemente in campagna, mediante un programma applicativo appositamente implementato. Questo ha permesso di avere già al sito la possibilità di verificare le misure effettuate ed eventualmente ripeterle. La misura di microtremori & infatti soggetta ad influenze ambientali (vento, pioggia, copertura artificiale dei terreni, ecc.): per una descrizione dettagliata dei problemi legati alla corretta effettuazione delle misure si veda Mucciarelli (1998).

Di seguito si riporta una succinta bibliografia di riferimento circa metodologia, utilizzo e restituzione della metodologia tomografica:

- Mucciarelli, M. (1998). Reliability and applicability range of Nakamura's technique using microtremors: an experimental approach, *J. Earthquake Engin.*, Vol. 2, n. 4, 1 -14.
- Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *QR Railway Tech. Res. Inst.* 30, 1.

Lo scopo della misura eseguita l'individuazione dei seguenti parametri caratteristici dell'area in esame:

- Vs30 e conseguente categoria sismica dei suoli di fondazione (secondo i contenuti del D.M. 14/01/08 - N.T.C.);
- Frequenze proprie (di vibrazione) dei suoli di fondazione;

L'indagine tomografica si è appoggiata alle conoscenze stratigrafiche locali e alle indagini precedentemente eseguite sull'area in esame a pochi metri dal punto d'esecuzione dell'indagine tomografica. Ciò è indispensabile data la natura della strumentazione utilizzata e date le possibilità offerte dalle esperienze di Nakamura (et Alii), di cui si è sopra già ampiamente riportato. È importante far osservare come uno strumento tomografico sia l'unica strumentazione in grado di misurare la frequenza propria di oscillazione dei terreni. Da tali dati si possono poi ricostruire tutte le altre componenti caratterizzanti dal punto di vista sismico i terreni di un'area (e sopra indicati). La possibilità di risalire ai dati di Vs30 conoscendo le frequenze tipiche di un suolo e gli spessori (profondità) dei suoi riflettori sismici, discende dalle esperienze di Nakamura e del derivato metodo HSVR precedentemente descritto.

Il metodo di indagine utilizzato presuppone alcune approssimazioni legate ad esempio al fatto che le velocità di propagazione delle onde sismiche provocate aumentano dall'alto verso il basso (per questo il metodo consente la determinazione delle velocità intese come medie del volume di terra indagato non avendo un grado di definizione elevato); le velocità Vs così misurate sono comunque significative, trattandosi pur sempre di una misura diretta.

Nei grafici H/V - f, che verranno in seguito riportati, si individuano le varie frequenze tipiche dei terreni di fondazione, dato di notevole importanza per una accurata progettazione delle strutture da realizzarsi sull'area in esame. Soprattutto in considerazione della tipologia strutturale da realizzarsi, si dovranno evitare accoppiamenti fra le modalità di vibrazione delle strutture (prevedibili in fase di progettazione) e le modalità di vibrazione dei terreni di fondazione, di cui sopra.

Risultati dell'indagine tromografica eseguita

Sulla base delle misure eseguite sull'area in esame si possono classificare i terreni di fondazione, di **Categoria C**. Infatti la Traccia - TROMINO 01 individua valori di Vs30 pari a **241 m/s**.

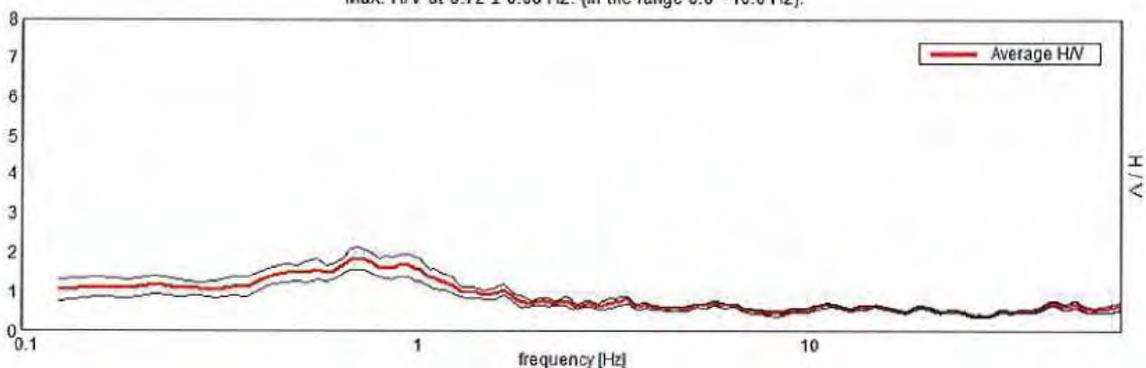
La categoria è descritta come: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30} < 250$ KPa (0,70 - 2,50 Kg / cm² circa).

Restituzione dell'indagine tromografica eseguita

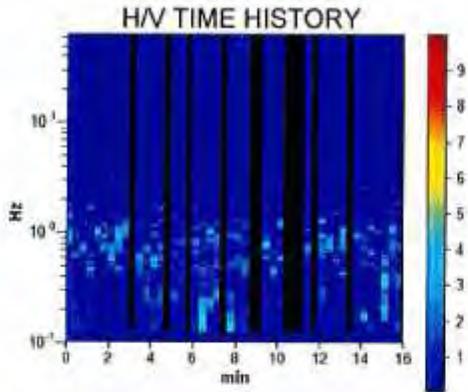
Start recording: 18/05/10 10:03:49 End recording: 18/05/10 10:19:50
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
 GPS data not available
 Trace length: 0h16'00". Analyzed 77% trace (manual window selection)
 Sampling frequency: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing window: Triangular window
 Smoothing: 5%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

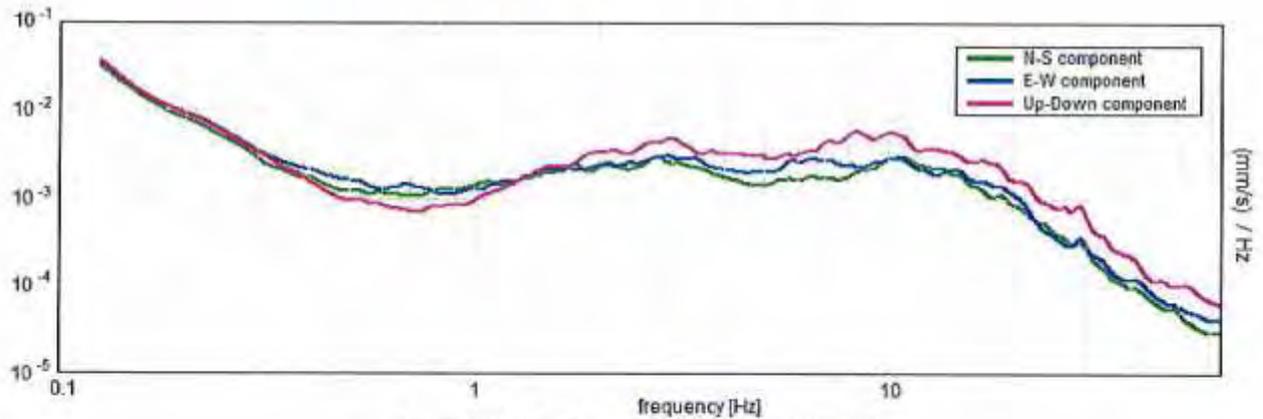
Max. H/V at 0.72 ± 0.06 Hz. (in the range 0.0 - 10.0 Hz).



RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

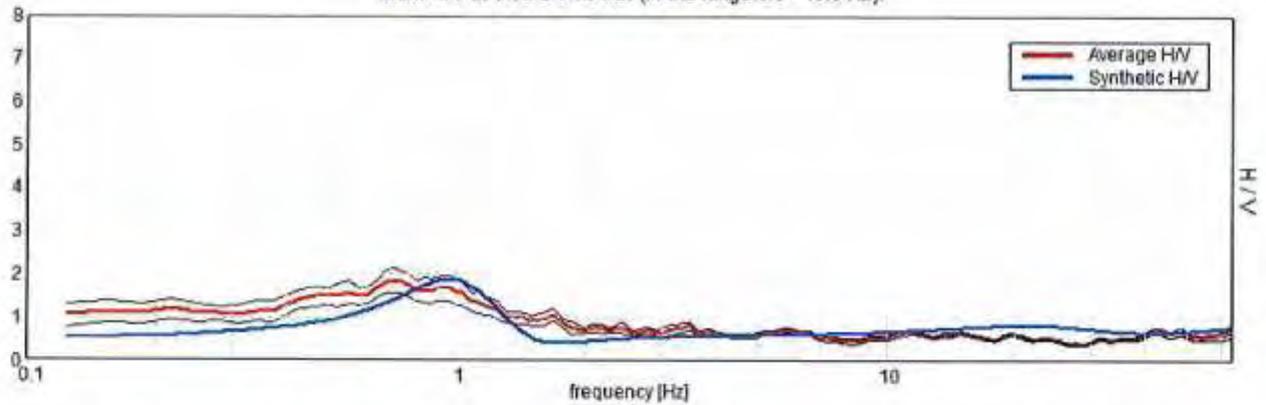


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

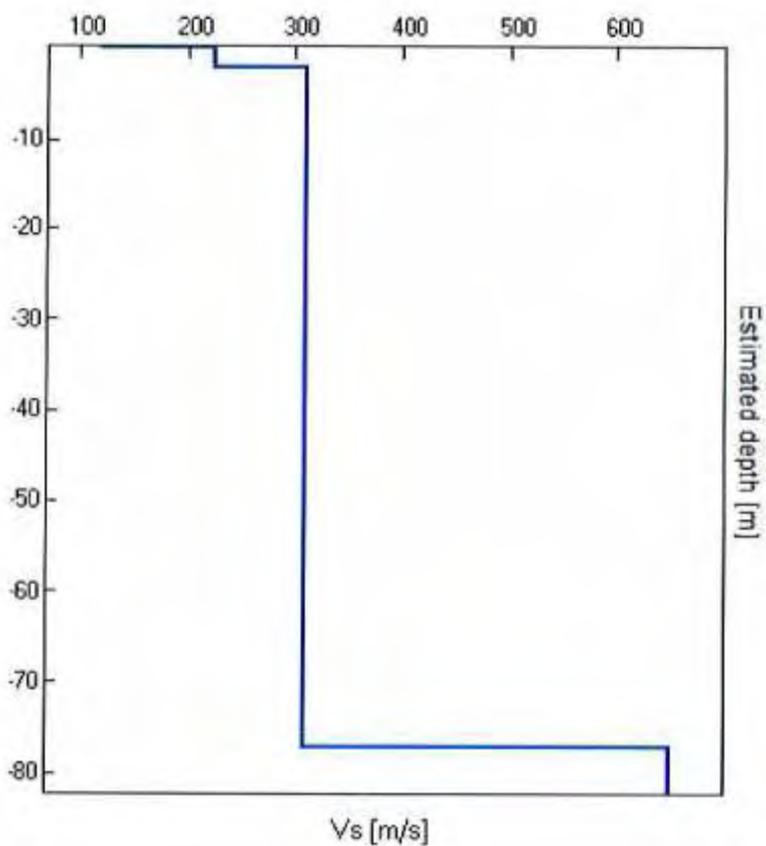
Max. H/V at 0.72 ± 0.06 Hz. (in the range 0.0 - 10.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.20	0.20	120
2.20	2.00	225
77.20	75.00	310
inf.	inf.	650

Vs(0.0-30.0)=299m/s

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA



RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Max. H/V at 0.72 ± 0.06 Hz. (in the range 0.0 - 10.0 Hz).					
Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]					
$f_0 > 10 / L_w$	0.72 > 0.50	OK			
$n_c(f_0) > 200$	531.9 > 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 36 times	OK			
Criteria for a clear HVSR 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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.5 Hz	OK			
$A_0 > 2$	1.86 > 2				NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04143 < 0.05$	OK			
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	$0.02978 < 0.10781$	OK			
$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$	$0.1397 < 2.0$	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				
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$				
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				
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \sigma(f_0)$				
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
$\sigma(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Non si sono potute assolvere tutte le richieste del protocollo Sesame, ma la ricostruzione della curva sperimentale H/V su quella misurata appare corretta, si può quindi ritenere corretta la restituzione sopra riportata.

La frequenza caratteristica del suolo in esame, sopra indicata e pari a 0,72 Hz circa, tale frequenza è sostanzialmente corretta, infatti riconduce a modalità vibratorie locali (a modificazioni del segnale sismico) di profondità congrua ad una interazione con le strutture da realizzarsi sull'area in esame.

Spettri di risposta (componenti orizz e vert.) per lo stato limite SLV

Di seguito vengono riportati in allegato parametri e punti degli spettri di risposta per lo stato limite SLV ottenuti attraverso le seguenti fasi di studio:

Fase 1 - Individuazione della pericolosità del sito

Fase 2 - Scelta della strategia di progettazione

Fase 3 - Determinazione dell'azione di progetto

Per la definizione degli spettri di risposta si è fatto riferimento indicativamente a una classe di uso 2 (coeff. d'uso 1) e vita nominale delle costruzioni 50 anni. (si rende necessario in fase progettuale procedere a tale verifica per i singoli casi con classe d'uso e vita nominale appropriate che necessariamente devono essere fornite dal progettista.

L'accelerazione massima al suolo sarà uguale a :

$$a_{max} = S \cdot a_g = 0.291 \text{ g}$$

$$S = \text{coeff. di amplificazione (azione orizzontale)} = 1.388$$

$$a_g = \text{accelerazione al suolo} = 0,210 \text{ g}$$

$$F_o = \text{fattore di amplificazione spettrale massima} = 2.477 \text{ (Tr 475 anni)}$$

$$T_c = 0.303 \text{ s (Tr 475 anni)}$$

INTRO**D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni****Spettri di risposta** ver. 1.0.3

Il documento Excel **SPETTRI-NTC** fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri da parte dell'utente:

FASE 1. Individuazione della pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1 - INGV);

FASE 2. Scelta della strategia di progettazione;

FASE 3. Determinazione dell'azione di progetto.

La schermata relativa a ciascuna fase è suddivisa in sotto-schermate: l'utente può intervenire nelle sotto-schermate con sfondo grigio scuro mentre quelle con sfondo grigio chiaro consentono un immediato controllo grafico delle scelte effettuate. In ogni singola fase l'utente può visualizzare e stampare i risultati delle elaborazioni -in forma sia grafica che numerica- nonché i relativi riferimenti alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 pubblicate nella G.U. n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ord. n.30 e scaricabile dal sito www.cslp.it

Programma ottimizzato per una visualizzazione schermo 1024 x 768

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

INTRO**FASE 1****FASE 2****FASE 3**

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

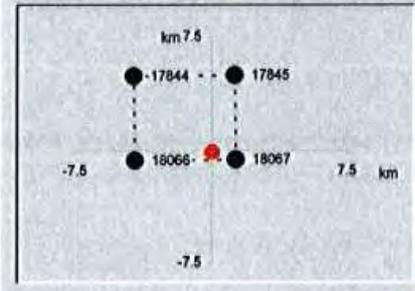
- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO

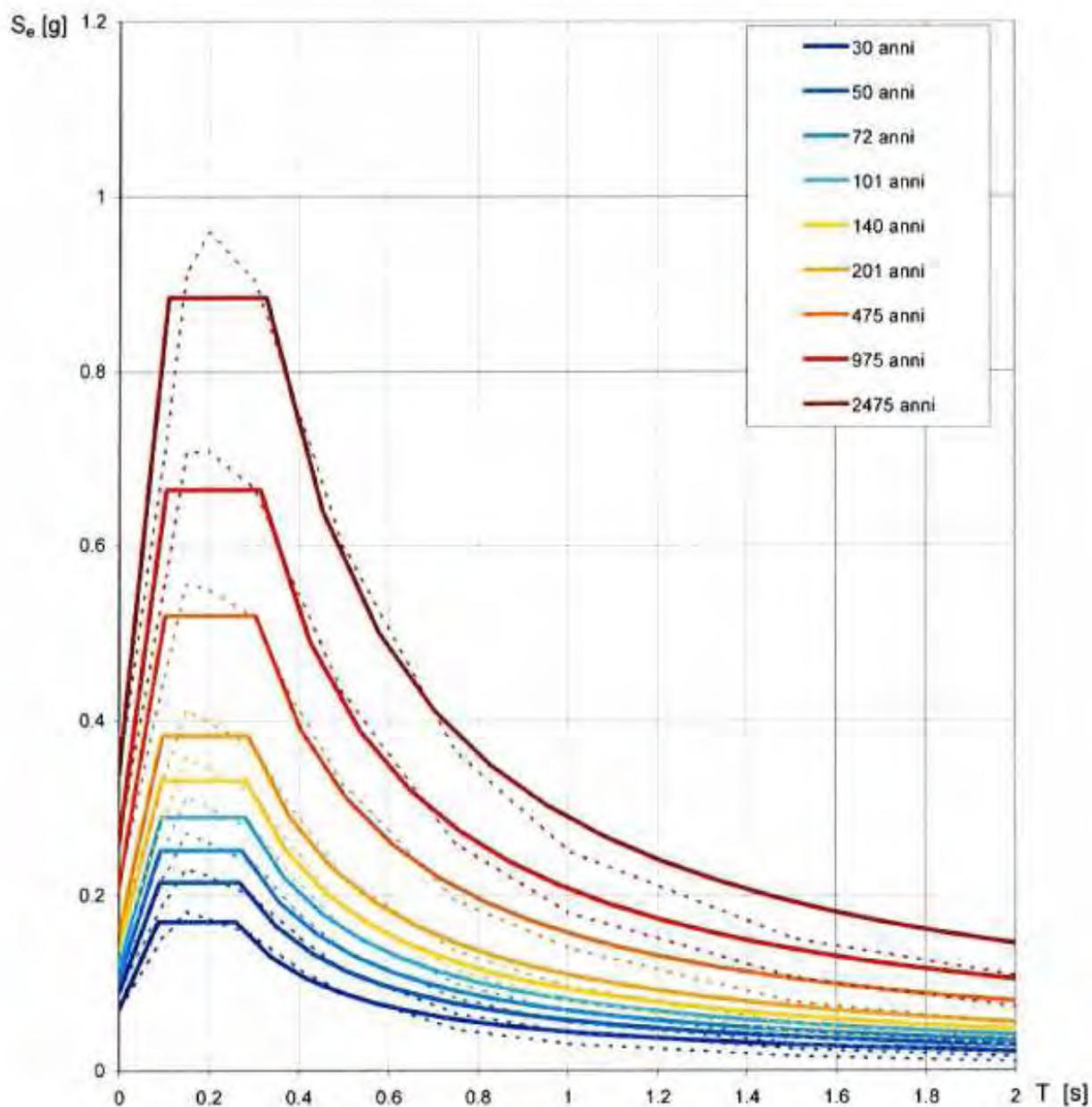
FASE 1

FASE 2

FASE 3

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

Spettri di risposta elastica per i periodi di ritorno T_R di riferimento**NOTA:**

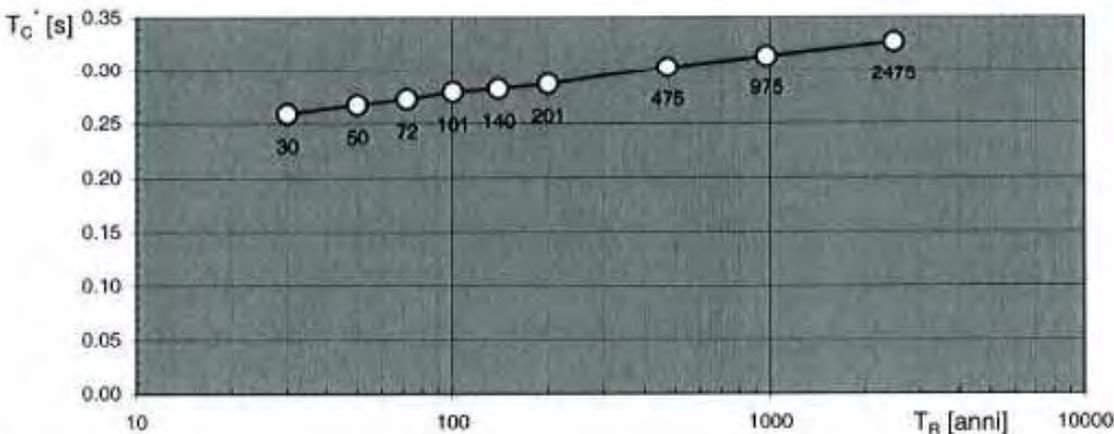
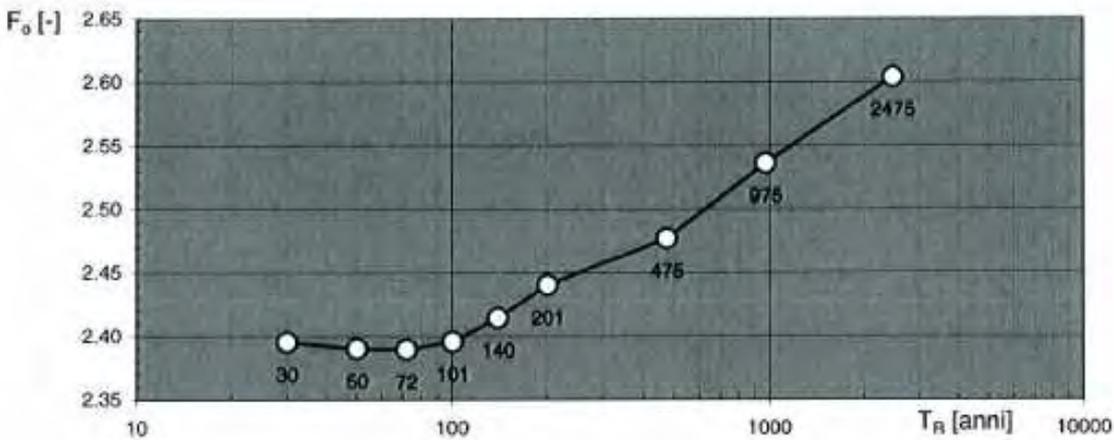
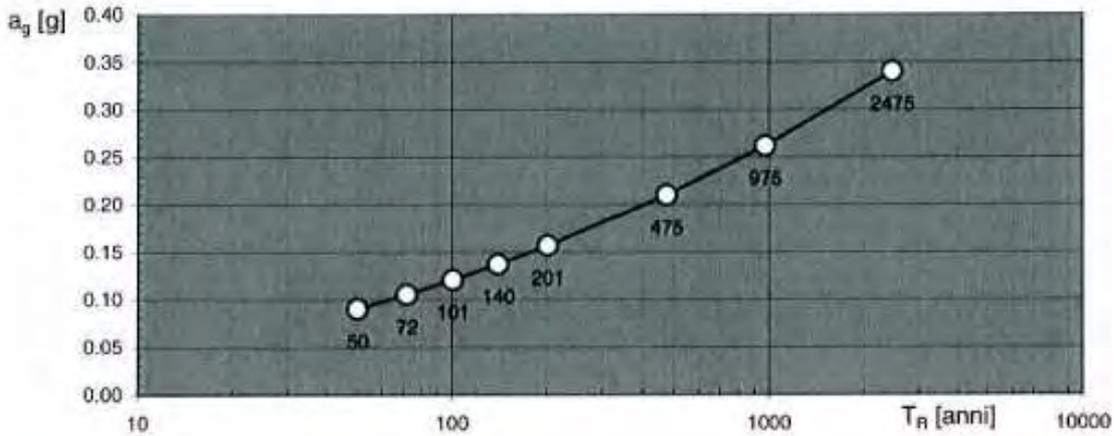
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R (anni)	a_g	F_o	T_C
5		2.395	0.259
10	0.090	2.390	0.267
20	0.105	2.390	0.272
50	0.121	2.396	0.279
100	0.137	2.414	0.282
200	0.157	2.440	0.287
500	0.210	2.477	0.303
1000	0.262	2.536	0.313
2000	0.340	2.604	0.327

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	50	Info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_U	1	Info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	50	Info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R		Info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	30
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	50
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	475
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	975

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

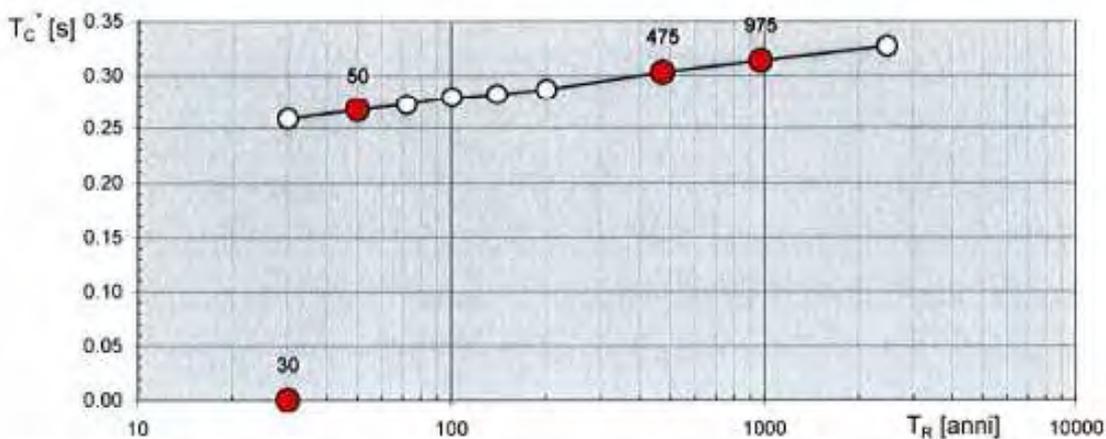
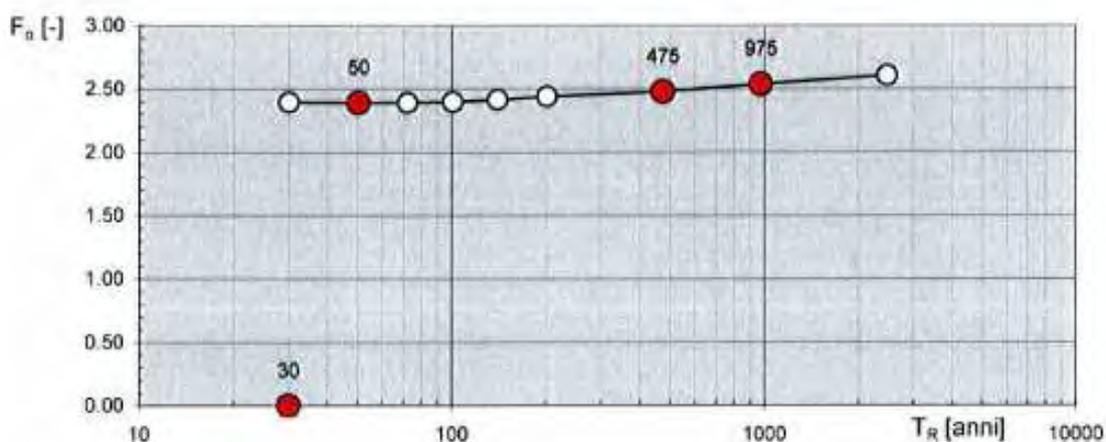
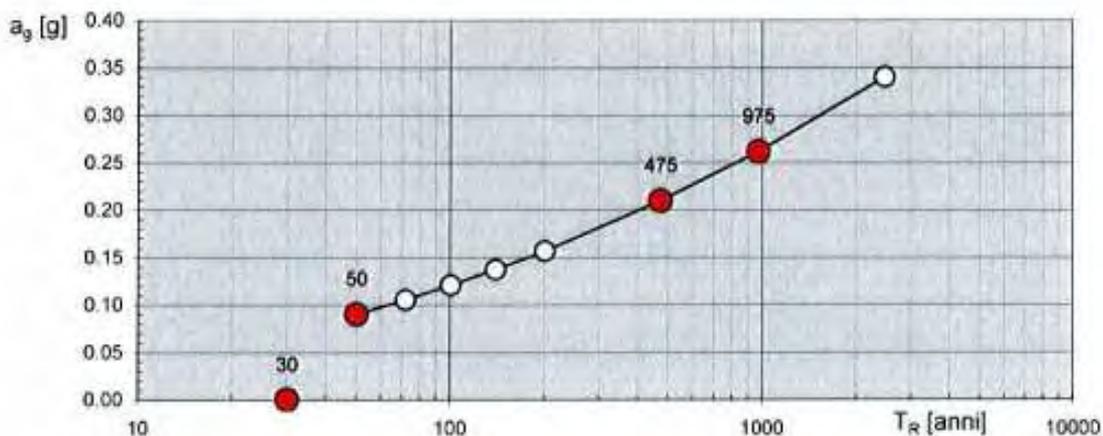
- - □ - - Strategia per costruzioni ordinarie
- - ■ - - Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

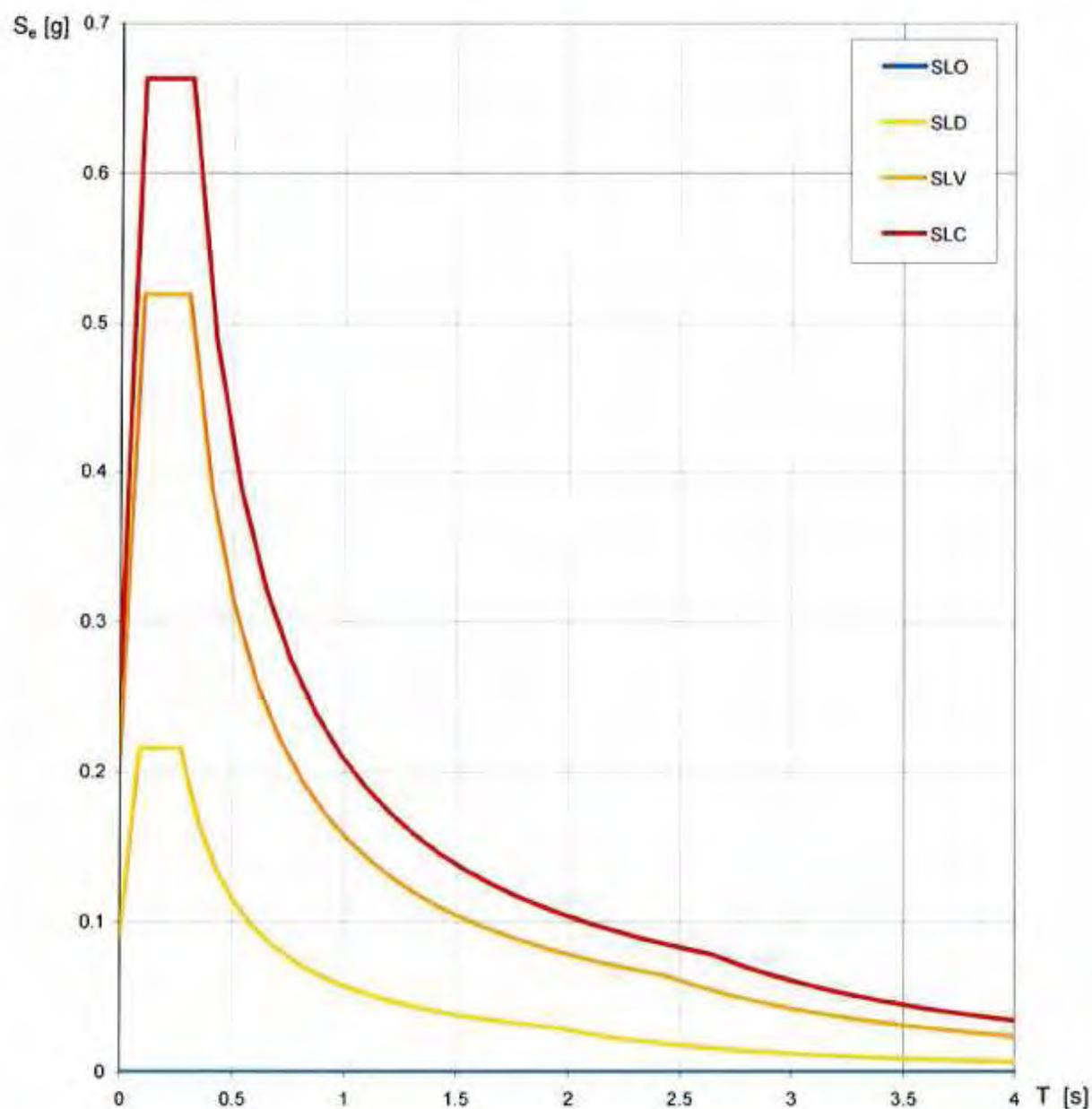
Valori di progetto dei parametri a_g , F_a , T_C in funzione del periodo di ritorno T_R



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [g]	T_C [s]
SLO	30	0.000	#DIV/0!	#DIV/0!
SLD	50	0.090	2.390	0.267
SLV	475	0.210	2.477	0.303
SLC	975	0.262	2.536	0.313

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
 Stato Limite considerato: SLV ▼ Info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: C ▼ Info $S_e =$ 1.388 $C_D =$ 1.558 Info
 Categoria topografica: T1 ▼ Info $h/H =$ 0.000 $S_T =$ 1.000 Info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta =$ 1.000 Info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o 3 Regol. in altezza no ▼ Info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q 1.5 $\eta =$ 0.667 Info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta ▶▶▶
 Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

$S_{d,o}$ [g]

$S_{d,v}$ [g]

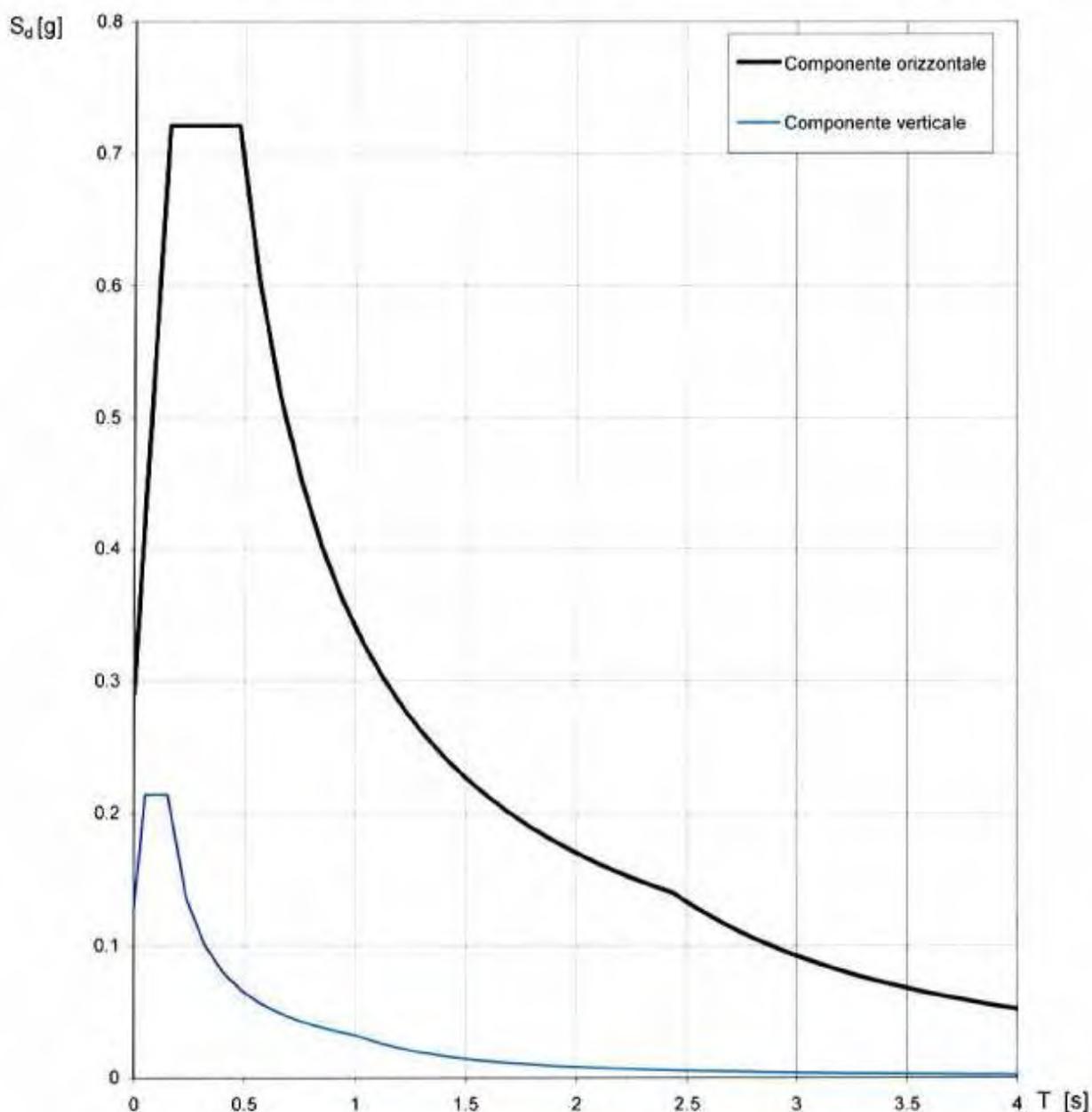
S_e [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

	SLV
	0.210 g
	2.477
	0.303 s
	1.388
	1.558
	1.000
	1.000

Parametri dipendenti

	1.388
	1.000
	0.157 s
	0.471 s
	2.439 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_5 \cdot S_I \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	0.000	0.291
$T_B \leftarrow$	0.157	0.721
$T_C \leftarrow$	0.471	0.721
	0.565	0.602
	0.659	0.516
	0.753	0.452
	0.846	0.402
	0.940	0.362
	1.034	0.329
	1.127	0.302
	1.221	0.278
	1.315	0.259
	1.408	0.241
	1.502	0.226
	1.596	0.213
	1.689	0.201
	1.783	0.191
	1.877	0.181
	1.970	0.173
	2.064	0.165
	2.158	0.158
	2.252	0.151
	2.345	0.145
$T_D \leftarrow$	2.439	0.139
	2.513	0.131
	2.588	0.124
	2.662	0.117
	2.736	0.111
	2.811	0.105
	2.885	0.100
	2.959	0.095
	3.034	0.090
	3.108	0.086
	3.182	0.082
	3.257	0.078
	3.331	0.075
	3.405	0.072
	3.480	0.068
	3.554	0.066
	3.628	0.063
	3.703	0.060
	3.777	0.058
	3.851	0.056
	3.926	0.054
	4.000	0.052

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

	SLV
	0.130 g
	1.000
	1.000
	1.500
	0.050 s
	0.150 s
	1.000 s

Parametri dipendenti

	1.531
	1.000
	0.067

Punti dello spettro di risposta

	0.000	0.130
T_a ←	0.050	0.214
T_c ←	0.150	0.214
	0.235	0.137
	0.320	0.100
	0.405	0.079
	0.490	0.066
	0.575	0.056
	0.660	0.049
	0.745	0.043
	0.830	0.039
	0.915	0.035
T_u ←	1.000	0.032
	1.094	0.027
	1.188	0.023
	1.281	0.020
	1.375	0.017
	1.469	0.015
	1.563	0.013
	1.656	0.012
	1.750	0.010
	1.844	0.009
	1.938	0.009
	2.031	0.008
	2.125	0.007
	2.219	0.007
	2.313	0.006
	2.406	0.006
	2.500	0.005
	2.594	0.005
	2.688	0.004
	2.781	0.004
	2.875	0.004
	2.969	0.004
	3.063	0.003
	3.156	0.003
	3.250	0.003
	3.344	0.003
	3.438	0.003
	3.531	0.003
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.002

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_l \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_v \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,3} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_H \quad S_c(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_H} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_H} \right) \right]$$

$$T_H \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Suscettibilità alla liquefazione degli orizzonti saturi granulari rilevati

Il fenomeno della liquefazione determina una diminuzione della resistenza al taglio e/o della rigidità, nei litotipi granulari, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico e tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. Le Norme Tecniche annesse alla vigente Normativa Sismica (l'Ordinanza 3274, 3316 e ss., già più volte citate) impongono detta verifica quando "la falda freatica si trovi in prossimità della superficie (p.c.) ed il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa", "Nel caso di edifici con fondazioni superficiali tale verifica può essere omessa per litotipi suscettibili che si trovino a profondità maggiore di 15 m dal p.c." "Tale verifica si può altresì omettere nel caso $S_{a_g} < 0,15 g$ e contemporaneamente il litotipo potenzialmente liquefacibile soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:" - contenuto d'argilla > 20% con IP (Indice Plastico) >10; - contenuto di limo >35% e $N_{spt} > 20$; - frazione fine trascurabile e $N_{spt} > 25$, (dove IP = Indice Plastico, N_{spt} = Resistenza Penetrometrica normalizzata alla prova N_{spt} in foro). La normativa impone che quando nessuna delle precedenti condizioni risulti soddisfatta si debba procedere alla verifica mediante i metodi generalmente accettati dalla Ingegneria Geotecnica.

Da quanto riscontrato dalla precedente indagine emerge nei primi 15 metri di profondità la presenza sabbie e sabbie limose immerse in falda, condizione questa che aveva già suggerito la verifica alla liquefazione.

Nella precedente verifica eseguita con il metodo di SEED & IDRISS (1982) si era esclusa la possibilità di liquefazione.

Un'ulteriore verifica è stata fatta in questa fase a seguito del reperimento di una prova penetrometrica eseguita nell'area adiacente che conferma la stessa situazione litologica nei primi 15 mt. di prof. (vedi CPT in Allegato)

La verifica è stata eseguita utilizzando il Metodo Semplificato di Robertson & Wride (1997), specificamente elaborato per penetrometrie statiche, previa determinazione di un valore di riferimento della Magnitudo M, per il terremoto di progetto. Di tale metodo di calcolo occorre ricordare che, al contrario della maggior parte dei metodi empirici, quelli semplificati richiedono che venga definito un sisma di progetto, attraverso l'introduzione dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie e della magnitudo di riferimento. Tutti i metodi semplificati permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (R) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (T).

Cioè in pratica si avrà:

$$F_s = \frac{R}{T}$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza F_s sarà minore di 1,00.

R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche, statiche.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

La grandezza T dipende invece dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto) e viene ricavata attraverso la relazione:

$$T = 0,65 \frac{a_{\max}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v0}'} r_d MSF$$

dove:

- a_{\max} = accelerazione sismica massima
 G = accelerazione di gravità = 980,7 cm/s²
 σ_{v0} = pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.
 σ_{v0}' = pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.
 r_d = coefficiente funzione della profondità dal p.c., valutabile secondo il seguente schema:

$$r_d = 1 - 0,00765z \text{ per } z \leq 9,15 \text{ m}$$

$$r_d = 1,174 - 0,0267z \text{ per } 9,15 < z \leq 23 \text{ m}$$

$$r_d = 0,774 - 0,008z \text{ per } 23 < z \leq 30 \text{ m}$$

$$r_d = 0,5 \text{ per } z > 30 \text{ m}$$

- MSF = coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma, ricavabile con la relazione $MSF = \left(\frac{M}{7,5}\right)^{-3,3}$ se $M \leq 7,5$

o con la formula $MSF = \frac{10^{2,24}}{M^{2,56}}$ se $M > 7,5$

Il Calcolo della resistenza al taglio mobilitata (R), tramite Il metodo di Robertson & Wride che permette di correlare la resistenza al taglio mobilitata nel terreno con i risultati delle prove penetrometriche statiche (C.P.T.) avviene secondo le due seguenti equazioni:

$$R = 0,883 \left[\frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \text{ per } (q_{c1n})_{cs} < 50$$

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

$$R = 93 \left[\frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08 \text{ per } 50 \leq (q_{c1n})_{cs} < 160$$

La grandezza $(q_{c1n})_{cs}$ rappresenta la resistenza alla punta normalizzata e corretta per tenere conto della percentuale di fine presente.

Il calcolo di $(q_{c1n})_{cs}$ avviene attraverso i seguenti passaggi:

si calcola la resistenza alla punta e l'attrito laterale specificamente normalizzati con le relazioni:

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{\sigma_{v0}'} \text{ e } F = 100 \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}$$

dove:

- q_c (kg/cm²) = resistenza alla punta determinata dalla prova C.P.T.
- f_s (kg/cm²) = attrito laterale specifico determinato dalla prova C.P.T.
- σ_{v0} (kg/cm²) = pressione verticale totale
- σ_{v0}' (kg/cm²) = pressione verticale efficace

Si calcola l'indice di tipo dello strato sabbioso con la formula:

$$I_c = \sqrt{(\log_{10} F + 1.22)^2 + (\log_{10} Q - 3.47)^2}$$

Si applica una correzione che tenga conto dell'approfondimento della prova:

$$q_{c1n} = C_Q q_c \text{ dove } C_Q = \left(\frac{1}{\sigma_{v0}'} \right)^n$$

L'esponente n viene valutato come segue:

se $I_c > 2,6$ allora $n = 1$;

se $I_c \leq 2,6$ si calcola un primo valore di q_{c1n} , utilizzando $n = 0,5$; quindi si ricalcola I_c con la relazione:

$$I_c = \sqrt{(\log_{10} F + 1.22)^2 + (\log_{10} q_{c1n} - 3.47)^2}$$

se il nuovo valore di I_c è ancora minore di 2,6 si conferma il valore $n = 0,5$, altrimenti si ricalcola q_{c1n} , utilizzando $n = 0,75$;

se $q_{c1n} > 2q_c$ si pone $q_{c1n} = 2q_c$

Si introduce la correzione dovuta alla presenza di fine nel livello sabbioso:

$$(q_{c1n})_{cs} = K_c q_{c1n}$$

dove K_c è uguale a 1, se $I_c \leq 1.64$, ed è fornito dalla relazione:

$$K_c = -0.403 I_c^4 + 5.581 I_c^3 - 21.63 I_c^2 + 33.75 I_c - 17.88, \text{ in caso contrario.}$$

A questo punto occorre riportare alcune considerazioni circa la determinazione del terremoto di progetto, a partire dal valore di M utilizzato per il calcolo in esame. Per la presente verifica si adatterà il valore di 6'14, come indicato dalla Regione Emilia-Romagna per l'area in esame. Sulla scorta del Catalogo degli eventi sismici succedutisi in Italia dal 21 7 a.C. al 1992 d.C. Si potrà invece rilevare come per il Comune di Ferrara si siano in realtà registrati (o ricostruiti) eventi sismici di Magnitudo (Richter) massima pari a 5,58 e quindi ampiamente inferiore a 6,14. Si osservi

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

infatti che la scala di M è logaritmica, il valore di 6,14 risulta quindi essere estremamente penalizzante per l'area in esame.

La verifica è stata condotta sui dati della C.P.T. introducendo semplificazioni e penalizzazioni comunque a favore di sicurezza del calcolo.

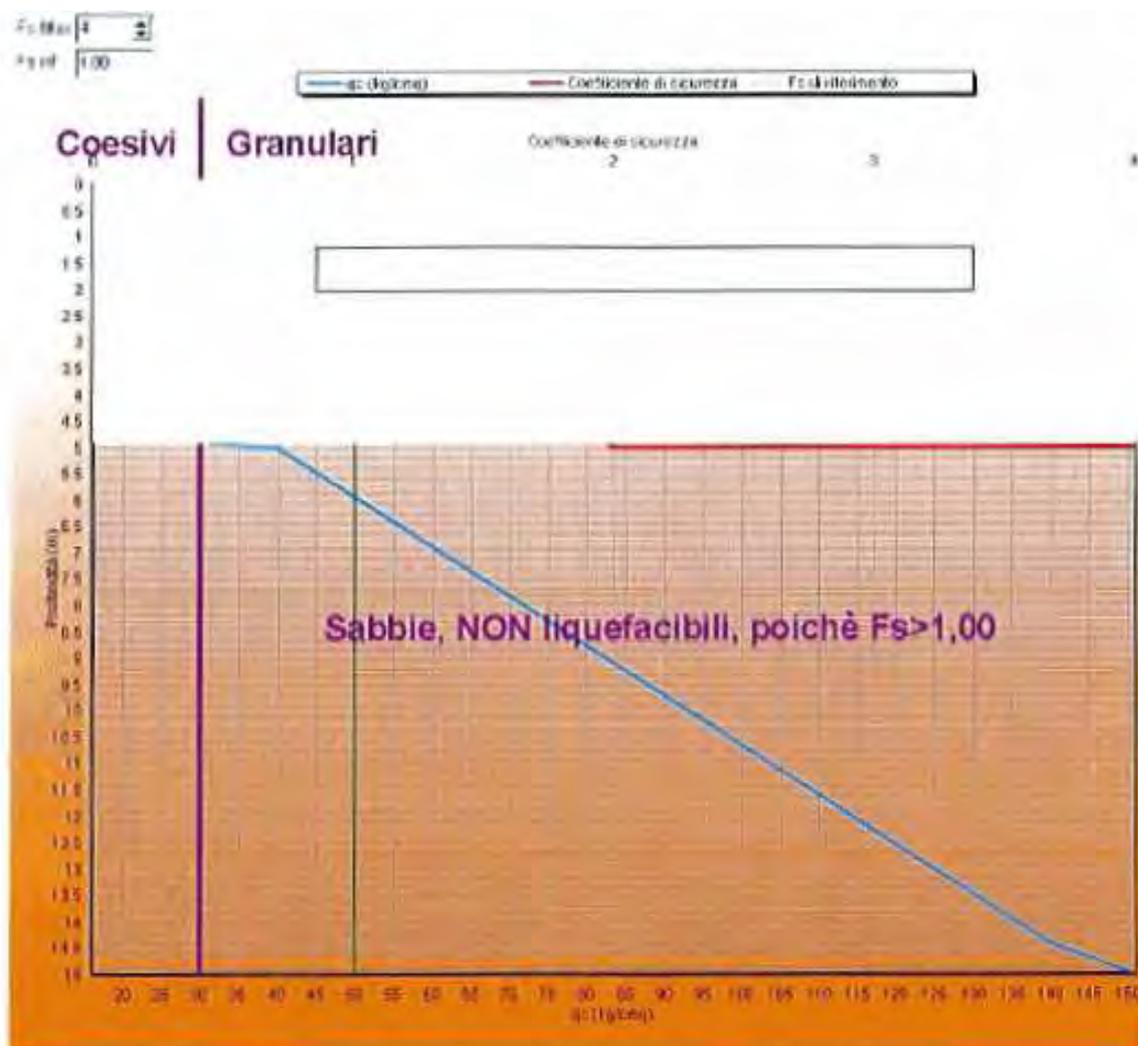
Fra tali penalizzazioni, nella verifica si sono evidenziati come granulari solo gli orizzonti rappresentati da valori di $Q_c > 30 \text{ Kg/cm}^2$ e la falda è stata posta a profondità massimamente penalizzanti (4.80 m dal P.c., ove iniziano le sabbie).

Di seguito si riportano la scheda ed il grafico di calcolo.

Committente: Dott. Geol. A. Mucchi						
Località: Ferrara			Descrizione: Verifica Liquefazione			
Note: CPT1 Edilscavi					Sigla:	
Stima del rischio di liquefazione con il metodo di Robertson e Wride (1997)						
Profondità (m)	$\sigma_v(\text{kg/cm}^2)$	$f_s(\text{kg/cm}^2)$	Gamma(M/m)	Sforzo indotto dal sisma T(kg/cm ²)	Resistenza alla liquefazione R(kg/cm ²)	Coefficiente di sicurezza alla liquefazione F_s
1	16	0.53	1.9			
4.8	22	1.33	0.9	0.128	0.101	1.52
5	40	0.6	0.9	0.129	0.132	1.99
14.4	140	1.27	0.9	0.181	0.42	4.5
15	151	1.87	0.9	0.174	0.452	5.02

Profondità tetto falda(m): 4.8		Profondità base falda(m): 14.8	
Accelerazione sismica di progetto(g)= 0.202		Magnitudo di riferimento= 6.14	
Indice di liquefazione=0.0			
Fattore di correzione della magnitudo MSF: 1.94		F_s = MSF x R / T	

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA



Nel grafico sono riportati anche i valori relativi agli strati superficiali che logicamente non dovranno essere considerati dato che le argille sono per definizione- e natura- non liquefacibili, è una problematica di rappresentazione grafica del programma di calcolo utilizzato che non può essere corretta ma contestualmente non può sviare l'attenzione dai corretti risultati relativi agli strati granulari) si evince molto bene però come l'orizzonte sabbioso ($Q_c > 30 \text{ Kg/cm}^2$) siano caratterizzate da valori di F_s ampiamente maggiori di 1,00. Si può quindi concludere che il fenomeno della liquefazione non interessa i terreni indagati, in ogni caso in fase progettuale a seguito di indagini mirate nel luogo esatto di costruzione (vedi prescrizioni N.T.C.) si ritiene opportuno procedere a ulteriore verifica

In conclusione con questa integrazione di indagine si conferma quanto esposto nella predente relazione geologica (prot. 776-AV/2009 del 27/01/09) redatta dal sottoscritto

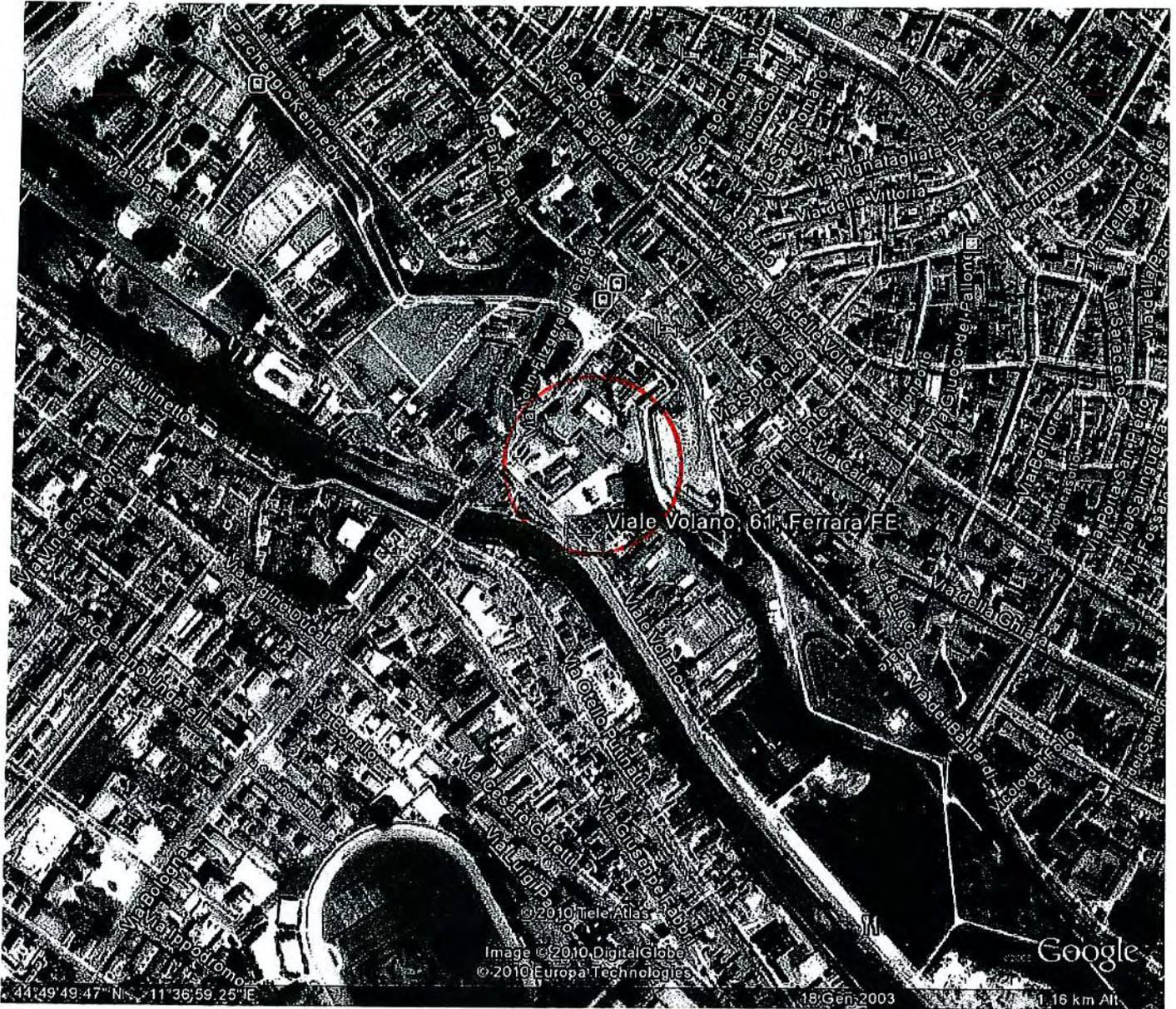
Dr. Geol. Antonio Mucchi

atm



Prova CPTU integrativa

Prova CPT eseguita in via Volano



Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Committente: EDILSCAVI Srl

Prova 1

Località: Via Volano, 61 - FE

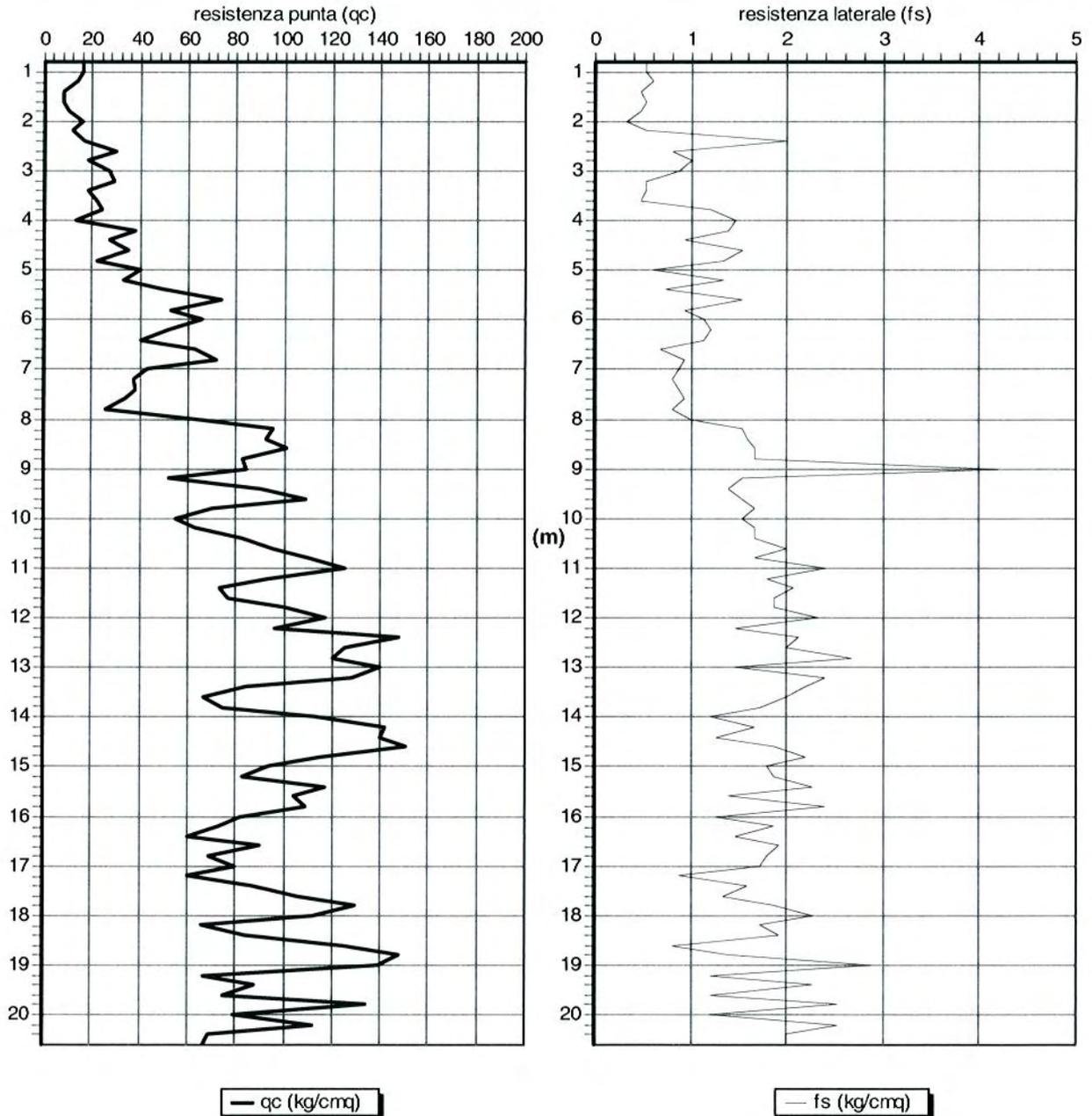
Quota(m): 0.0

Data: 28/04/10

Attrezzatura: statico 20 tonn

Note:

Grafico della prova



Profondità della falda dal p.c.(m): 6.0

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Committente: EDILSCAVI Srl

Prova 1

Località: Via Volano, 61 - FE

Quota(m): 0.0

Data: 28/04/10

Attrezzatura: statico 20 tonn

Note:

Tabulato della prova

Profondità (m)	Rp(kg/cm ^q)	Rp+Rl (kg/cm ^q)	qc(kg/cm ^q)	fs(kg/cm ^q)	u(kg/cm ^q)	qc/fs
1	16	20	16	0.53		30.19
1.2	14	22	14	0.6		23.33
1.4	8	17	8	0.47		17.02
1.6	8	15	8	0.53		15.09
1.8	10	18	10	0.47		21.28
2	16	23	16	0.33		48.48
2.2	12	17	12	0.53		22.64
2.4	17	25	17	2		8.5
2.6	30	60	30	0.8		37.5
2.8	18	30	18	1		18
3	27	42	27	0.87		31.03
3.2	29	42	29	0.53		54.72
3.4	18	26	18	0.53		33.96
3.6	22	30	22	0.47		46.81
3.8	24	31	24	1.2		20
4	13	31	13	1.47		8.84
4.2	38	60	38	1.4		27.14
4.4	27	48	27	0.93		29.03
4.6	35	49	35	1.53		22.88
4.8	22	45	22	1.33		16.54
5	40	60	40	0.6		66.67
5.2	33	42	33	1.33		24.81
5.4	50	70	50	0.73		68.49
5.6	74	85	74	1.53		48.37
5.8	53	76	53	0.93		56.99
6	66	80	66	1.13		58.41
6.2	52	69	52	1.2		43.33
6.4	40	58	40	1.13		35.4
6.6	63	80	63	0.67		94.03
6.8	72	82	72	0.93		77.42
7	43	57	43	0.87		49.43
7.2	37	50	37	0.8		46.25
7.4	38	50	38	0.87		43.68
7.6	34	47	34	0.93		36.56
7.8	26	40	26	0.8		32.5
8	65	77	65	1		65
8.2	95	110	95	1.53		62.09
8.4	92	115	92	1.6		57.5
8.6	101	125	101	1.67		60.48
8.8	83	108	83	1.67		49.7
9	84	109	84	4.2		20
9.2	52	115	52	1.53		33.99
9.4	90	113	90	1.4		64.29
9.6	109	130	109	1.53		71.24
9.8	70	93	70	1.67		41.92
10	55	80	55	1.53		35.95
10.2	63	86	63	1.67		37.72
10.4	83	108	83	1.67		49.7
10.6	95	120	95	2		47.5
10.8	110	140	110	1.67		65.87
11	125	150	125	2.4		52.08
11.2	93	129	93	1.8		51.67
11.4	73	100	73	2.07		35.27
11.6	77	108	77	1.87		41.18
11.8	100	128	100	1.87		53.48
12	117	145	117	2.33		50.21
12.2	96	131	96	1.47		65.31
12.4	148	170	148	2.13		69.48
12.6	125	157	125	2		62.5
12.8	120	150	120	2.67		44.94
13	140	180	140	1.47		95.24
13.2	128	150	128	2.4		53.33
13.4	84	120	84	2.2		38.18

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Profondità (m)	Rp(kg/cmq)	Rp+Rl (kg/cmq)	qc(kg/cmq)	fs(kg/cmq)	u(kg/cmq)	qc/fs
13.6	67	100	67	2		33.5
13.8	75	105	75	1.73		43.35
14	113	139	113	1.2		94.17
14.2	142	160	142	1.67		85.03
14.4	140	165	140	1.27		110.24
14.6	151	170	151	1.87		80.75
14.8	115	143	115	2.2		52.27
15	94	127	94	1.8		52.22
15.2	83	110	83	1.87		44.39
15.4	117	145	117	2.27		51.54
15.6	104	138	104	1.4		74.29
15.8	109	130	109	2.4		45.42
16	82	118	82	1.27		64.57
16.2	73	92	73	1.87		39.04
16.4	60	88	60	1.47		40.82
16.6	90	112	90	1.93		46.63
16.8	69	98	69	1.8		38.33
17	80	107	80	1.73		46.24
17.2	60	86	60	0.87		68.97
17.4	87	100	87	1.6		54.37
17.6	106	130	106	1.33		79.7
17.8	130	150	130	1.87		69.52
18	112	140	112	2.27		49.34
18.2	66	100	66	1.73		38.15
18.4	84	110	84	1.93		43.52
18.6	125	154	125	0.8		156.25
18.8	148	160	148	1.4		105.71
19	139	160	139	2.87		48.43
19.2	67	110	67	1.2		55.83
19.4	88	106	88	2.27		38.77
19.6	75	109	75	1.2		62.5
19.8	134	152	134	2.53		52.96
20	79	117	79	1.2		65.83
20.2	112	130	112	2.53		44.27
20.4	69	107	69	2		34.5
20.6	67	97	67	2		33.5

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Committente: EDILSCAVI Srl

Prova 1

Località: Via Volano, 61 - FE

Quota(m): 0.0

Data: 28/04/10

Attrezzatura: statico 20 tonn

Note:

Stratigrafia della prova

Profondità (m)	qc(kg/cm ²)	fs(kg/cm ²)	Descrizione litologica	Comport. meccanico
1	16	0.53	Argilla sabbiosa o limosa	1
1.2	14	0.6	Argilla sabbiosa o limosa	1
1.4	8	0.47	Argilla organica	1
1.6	8	0.53	Argilla organica	1
1.8	10	0.47	Argilla inorganica med.consistente	1
2	16	0.33	Sabbia sciolta	0
2.2	12	0.53	Argilla inorganica med.consistente	1
2.4	17	2	Argilla organica	1
2.6	30	0.8	Sabbia e limo	0
2.8	18	1	Argilla inorganica consistente	1
3	27	0.87	Sabbia e limo	0
3.2	29	0.53	Sabbia mediamente addensata	0
3.4	18	0.53	Sabbia e limo	0
3.6	22	0.47	Sabbia e limo	0
3.8	24	1.2	Argilla inorganica molto consistente	1
4	13	1.47	Argilla organica	1
4.2	38	1.4	Argilla sabbiosa o limosa	1
4.4	27	0.93	Argilla sabbiosa o limosa	1
4.6	35	1.53	Argilla sabbiosa o limosa	1
4.8	22	1.33	Argilla inorganica molto consistente	1
5	40	0.6	Sabbia mediamente addensata	0
5.2	33	1.33	Argilla sabbiosa o limosa	1
5.4	50	0.73	Sabbia mediamente addensata	0
5.6	74	1.53	Sabbia mediamente addensata	0
5.8	53	0.93	Sabbia mediamente addensata	0
6	66	1.13	Sabbia mediamente addensata	0
6.2	52	1.2	Sabbia e limo	0
6.4	40	1.13	Sabbia e limo	0
6.6	63	0.67	Sabbia mediamente addensata	0
6.8	72	0.93	Sabbia mediamente addensata	0
7	43	0.87	Sabbia mediamente addensata	0
7.2	37	0.8	Sabbia e limo	0
7.4	38	0.87	Sabbia e limo	0
7.6	34	0.93	Sabbia e limo	0
7.8	26	0.8	Sabbia e limo	0
8	65	1	Sabbia mediamente addensata	0
8.2	95	1.53	Sabbia mediamente addensata	0
8.4	92	1.6	Sabbia mediamente addensata	0
8.6	101	1.67	Sabbia addensata	0
8.8	83	1.67	Sabbia mediamente addensata	0
9	84	4.2	Argilla sabbiosa o limosa	1
9.2	52	1.53	Sabbia e limo	0
9.4	90	1.4	Sabbia mediamente addensata	0
9.6	109	1.53	Sabbia addensata	0
9.8	70	1.67	Sabbia e limo	0
10	55	1.53	Sabbia e limo	0
10.2	63	1.67	Sabbia e limo	0
10.4	83	1.67	Sabbia mediamente addensata	0
10.6	95	2	Sabbia e limo	0
10.8	110	1.67	Sabbia addensata	0
11	125	2.4	Sabbia addensata	0
11.2	93	1.8	Sabbia mediamente addensata	0
11.4	73	2.07	Sabbia e limo	0
11.6	77	1.87	Sabbia e limo	0
11.8	100	1.87	Sabbia mediamente addensata	0

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Profondità (m)	qc(kg/cmq)	fs(kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico
12	117	2.33	Sabbia addensata	0
12.2	96	1.47	Sabbia mediamente addensata	0
12.4	148	2.13	Sabbia addensata	0
12.6	125	2	Sabbia addensata	0
12.8	120	2.67	Sabbia e limo	0
13	140	1.47	Sabbia addensata	0
13.2	128	2.4	Sabbia addensata	0
13.4	84	2.2	Sabbia e limo	0
13.6	67	2	Sabbia e limo	0
13.8	75	1.73	Sabbia e limo	0
14	113	1.2	Sabbia addensata	0
14.2	142	1.67	Sabbia addensata	0
14.4	140	1.27	Sabbia addensata	0
14.6	151	1.87	Sabbia addensata	0
14.8	115	2.2	Sabbia addensata	0
15	94	1.8	Sabbia mediamente addensata	0
15.2	83	1.87	Sabbia e limo	0
15.4	117	2.27	Sabbia addensata	0
15.6	104	1.4	Sabbia addensata	0
15.8	109	2.4	Sabbia e limo	0
16	82	1.27	Sabbia mediamente addensata	0
16.2	73	1.87	Sabbia e limo	0
16.4	60	1.47	Sabbia e limo	0
16.6	90	1.93	Sabbia e limo	0
16.8	69	1.8	Sabbia e limo	0
17	80	1.73	Sabbia e limo	0
17.2	60	0.87	Sabbia mediamente addensata	0
17.4	87	1.6	Sabbia mediamente addensata	0
17.6	106	1.33	Sabbia addensata	0
17.8	130	1.87	Sabbia addensata	0
18	112	2.27	Sabbia addensata	0
18.2	66	1.73	Sabbia e limo	0
18.4	84	1.93	Sabbia e limo	0
18.6	125	0.8	Sabbia addensata	0
18.8	148	1.4	Sabbia addensata	0
19	139	2.87	Sabbia addensata	0
19.2	67	1.2	Sabbia mediamente addensata	0
19.4	88	2.27	Sabbia e limo	0
19.6	75	1.2	Sabbia mediamente addensata	0
19.8	134	2.53	Sabbia addensata	0
20	79	1.2	Sabbia mediamente addensata	0
20.2	112	2.53	Sabbia e limo	0
20.4	69	2	Sabbia e limo	0
20.6	67	2	Sabbia e limo	0
20.8	95	2.27	Sabbia e limo	0
21	108	2.47	Sabbia e limo	0
21.2	83	1.93	Sabbia e limo	0
21.4	78	1.8	Sabbia e limo	0
21.6	73	1.73	Sabbia e limo	0
21.8	75	2	Sabbia e limo	0
22	80	2.13	Sabbia e limo	0
22.2	100	-7.4		0
22.4	126	2.27	Sabbia addensata	0
22.6	95	2.6	Sabbia e limo	0
22.8	101	2.27	Sabbia e limo	0
23	105	2.13	Sabbia addensata	0
23.2	105	2.27	Sabbia e limo	0
23.4	96	1.87	Sabbia mediamente addensata	0
23.6	115	2.4	Sabbia addensata	0
23.8	82	2.13	Sabbia e limo	0
24	105	-5.87		0
24.2	101	2.2	Sabbia e limo	0
24.4	93	1.93	Sabbia mediamente addensata	0
24.6	103	2.27	Sabbia e limo	0
24.8	97	2.33	Sabbia e limo	0
25	75	2	Sabbia e limo	0
25.2	80	2	Sabbia e limo	0
25.4	92	2.2	Sabbia e limo	0
25.6	90	2.27	Sabbia e limo	0

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Profondità (m)	qc(kg/cmq)	fs(kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico
25.8	109	2.27	Sabbia addensata	0
26	121	0.87	Sabbia addensata	0
26.2	117	2.2	Sabbia addensata	0
26.4	117	2.47	Sabbia e limo	0
26.6	119	2.47	Sabbia addensata	0
26.8	117	2.6	Sabbia e limo	0
27	117	2.73	Sabbia e limo	0
27.2	93	1.2	Sabbia mediamente addensata	0
27.4	147	1.33	Sabbia addensata	0
27.6	140	1.13	Sabbia addensata	0
27.8	158	2.2	Sabbia addensata	0
28	137	1.67	Sabbia addensata	0
28.2	125	1.73	Sabbia addensata	0
28.4	132	2.07	Sabbia addensata	0
28.6	129	2.2	Sabbia addensata	0
28.8	137	2	Sabbia addensata	0
29	140	2.53	Sabbia addensata	0
29.2	137	1.33	Sabbia addensata	0
29.4	165	2.67	Sabbia addensata	0
29.6	130	4	Sabbia e limo	0
29.8	30	2.2	Argilla inorganica molto consistente	1
30	22	1.6	Argilla inorganica molto consistente	1
30.2	26	0.8	Sabbia e limo	0
30.4	29	1.4	Argilla sabbiosa o limosa	1
30.6	19	0.67	Argilla sabbiosa o limosa	1
30.8	14	1.07	Argilla organica	1
31	19	1.07	Argilla inorganica molto consistente	1

Passo di lettura (cm): 20

Profondità di partenza (m): 1

Lunghezza della prova (m): 20.6

Profondità della falda (m): 6.0

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Committente: EDILSCAVI Srl

Prova 1

Località: Via Volano, 61 - FE

Quota(m): 0.0

Data: 28/04/10

Attrezzatura: statico 20 tonn

Note:

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
1	16	Argilla sabbiosa o limosa	0.04		1.95			0.8	56	0.76	152		0.16
1.2	14	Argilla sabbiosa o limosa	0.05		1.92			0.7	49	0.52	140		0.2
1.4	8	Argilla organica	0.06		1.82			0.45	28	0.27	100		0.24
1.6	8	Argilla organica	0.06		1.82			0.45	28	0.24	100		0.28
1.8	10	Argilla inorganica med. consistente	0.06		1.87			0.57	35	0.3	114		0.31
2	16	Sabbia sciolta	0.04	29	1.82	34	40				152	32	0.35
2.2	12	Argilla inorganica med. consistente	0.06		1.91			0.68	42	0.35	128		0.39
2.4	17	Argilla organica	0.06		1.99			0.97	60	0.54	158		0.43
2.6	30	Sabbia e limo	0.04	32	1.9	49	75				224	45	0.46
2.8	18	Argilla inorganica consistente	0.06		2.01			1.02	63	0.61	164		0.5
3	27	Sabbia e limo	0.04	32	1.86	42	68				210	41	0.54
3.2	29	Sabbia mediamente addensata	0.04	32	1.87	43	73				219	42	0.58
3.4	18	Sabbia e limo	0.04	30	1.77	25	45				164	28	0.62
3.6	22	Sabbia e limo	0.04	31	1.8	30	55				185	32	0.65
3.8	24	Argilla inorganica molto consistente	0.06		2.07			1.36	41	1.73	195		0.69
4	13	Argilla organica	0.07		1.93			0.72	46	1.08	134		0.73
4.2	38	Argilla sabbiosa o limosa	0.05		2.14			1.88	65	1.84	258		0.77
4.4	27	Argilla sabbiosa o limosa	0.06		2.06			1.32	46	1.84	210		0.81
4.6	35	Argilla sabbiosa o limosa	0.06		2.12			1.73	60	5.73	246		0.86
4.8	22	Argilla inorganica molto consistente	0.07		2.05			1.23	37	8.43	185		0.9
5	40	Sabbia mediamente addensata	0.04	34	1.86	42	100				267	46	0.94

Profondità della falda (m): 6.0

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Galvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coessione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
5.2	33	Argilla sabbiosa o limosa	0.06		2.11			1.62	56	10.64	237		0.98
5.4	50	Sabbia mediamente addensata	0.04	35	1.9	48	125				306	52	1.02
5.6	74	Sabbia mediamente addensata	0.04	36	1.97	60	185				388	63	1.05
5.8	53	Sabbia mediamente addensata	0.04	35	1.9	48	133				317	53	1.09
6	66	Sabbia mediamente addensata	0.04	36	1.94	55	165				362	59	1.13
6.2	52	Sabbia e limo	0.04	35	2.06	46	130				313	52	1.16
6.4	40	Sabbia e limo	0.04	34	2.02	36	100				267	44	1.18
6.6	63	Sabbia mediamente addensata	0.04	36	2.09	52	158				352	58	1.2
6.8	72	Sabbia mediamente addensata	0.04	36	2.11	56	180				382	61	1.23
7	43	Sabbia mediamente addensata	0.04	34	2.03	38	108				279	46	1.25
7.2	37	Sabbia e limo	0.04	33	2	32	93				254	41	1.27
7.4	38	Sabbia e limo	0.04	33	2.01	33	95				258	43	1.29
7.6	34	Sabbia e limo	0.04	33	1.99	28	85				241	39	1.31
7.8	26	Sabbia e limo	0.04	32	1.96	19	65				205	31	1.33
8	65	Sabbia mediamente addensata	0.04	36	2.08	50	163				359	58	1.35
8.2	95	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.15	63	238				452	69	1.37
8.4	92	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.14	61	230				444	68	1.39
8.6	101	Sabbia addensata	0.04	38	2.15	64	253				470	71	1.42
8.8	83	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.12	57	208				417	65	1.44
9	84	Argilla sabbiosa o limosa	0.05		2.32			4.17	143	20.95	420		1.46
9.2	52	Sabbia e limo	0.04	35	2.04	40	130				313	51	1.49
9.4	90	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.13	59	225				438	68	1.51
9.6	109	Sabbia addensata	0.04	38	2.16	65	273				492	73	1.53
9.8	70	Sabbia e limo	0.04	36	2.08	49	175				375	59	1.55
10	55	Sabbia e limo	0.04	35	2.04	41	138				324	53	1.57
10.2	63	Sabbia e limo	0.04	36	2.06	45	158				352	57	1.6
10.4	83	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.1	54	208				417	65	1.62
10.6	95	Sabbia e limo	0.04	37	2.12	58	238				452	68	1.64
10.8	110	Sabbia addensata	0.04	38	2.15	63	275				495	73	1.66
11	125	Sabbia addensata	0.04	39	2.17	67	313				535	77	1.69
11.2	93	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.12	57	233				447	68	1.71
11.4	73	Sabbia e limo	0.04	36	2.07	48	183				385	61	1.73
11.6	77	Sabbia e limo	0.04	37	2.08	50	193				398	63	1.75
11.8	100	Sabbia mediamente addensata	0.04	38	2.12	58	250				467	70	1.77

Profondità della falda (m): 6.0

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
12	117	Sabbia addensata	0.04	38	2.15	63	293				514	75	1.8
12.2	96	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.11	56	240				455	69	1.82
12.4	148	Sabbia addensata	0.04	39	2.19	71	370				593	83	1.84
12.6	125	Sabbia addensata	0.04	39	2.16	65	313				535	78	1.87
12.8	120	Sabbia e limo	0.04	38	2.15	63	300				522	76	1.89
13	140	Sabbia addensata	0.04	39	2.17	68	350				573	81	1.91
13.2	128	Sabbia addensata	0.04	39	2.16	65	320				543	79	1.93
13.4	84	Sabbia e limo	0.04	37	2.08	50	210				420	65	1.96
13.6	67	Sabbia e limo	0.04	36	2.05	42	168				366	59	1.98
13.8	75	Sabbia e limo	0.04	36	2.06	45	188				392	62	2
14	113	Sabbia addensata	0.04	38	2.13	59	283				503	74	2.02
14.2	142	Sabbia addensata	0.04	39	2.17	67	355				578	82	2.04
14.4	140	Sabbia addensata	0.04	39	2.16	66	350				573	81	2.07
14.6	151	Sabbia addensata	0.04	40	2.17	68	378				600	84	2.09
14.8	115	Sabbia addensata	0.04	38	2.13	59	288				508	76	2.11
15	94	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.09	52	235				450	69	2.14
15.2	83	Sabbia e limo	0.04	37	2.07	47	208				417	65	2.16
15.4	117	Sabbia addensata	0.04	38	2.13	59	293				514	76	2.18
15.6	104	Sabbia addensata	0.04	38	2.1	54	260				478	72	2.2
15.8	109	Sabbia e limo	0.04	38	2.11	56	273				492	74	2.22
16	82	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.06	46	205				414	66	2.25
16.2	73	Sabbia e limo	0.04	36	2.05	42	183				385	62	2.27
16.4	60	Sabbia e limo	0.04	35	2.02	35	150				342	57	2.29
16.6	90	Sabbia e limo	0.04	37	2.07	48	225				438	68	2.31
16.8	69	Sabbia e limo	0.04	36	2.03	39	173				372	61	2.33
17	80	Sabbia e limo	0.04	37	2.05	44	200				407	65	2.35
17.2	60	Sabbia mediamente addensata	0.04	35	2.01	34	150				342	57	2.37
17.4	87	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.06	46	218				429	67	2.39
17.6	106	Sabbia addensata	0.04	38	2.1	53	265				484	74	2.41
17.8	130	Sabbia addensata	0.04	39	2.13	60	325				548	81	2.44
18	112	Sabbia addensata	0.04	38	2.1	54	280				500	75	2.46
18.2	66	Sabbia e limo	0.04	36	2.02	36	165				362	60	2.48
18.4	84	Sabbia e limo	0.04	37	2.05	44	210				420	67	2.5
18.6	125	Sabbia addensata	0.04	39	2.12	57	313				535	79	2.52

Profondità della falda (m): 6.0

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
18.8	148	Sabbia addensata	0.04	39	2.15	63	370				593	85	2.54
19	139	Sabbia addensata	0.04	39	2.14	61	348				571	83	2.57
19.2	67	Sabbia mediamente addensata	0.04	36	2.02	35	168				366	60	2.59
19.4	88	Sabbia e limo	0.04	37	2.06	45	220				432	69	2.61
19.6	75	Sabbia mediamente addensata	0.04	36	2.03	39	188				392	64	2.63
19.8	134	Sabbia addensata	0.04	39	2.13	59	335				558	82	2.65
20	79	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.04	40	198				404	66	2.67
20.2	112	Sabbia e limo	0.04	38	2.09	52	280				500	77	2.7
20.4	69	Sabbia e limo	0.04	36	2.02	35	173				372	62	2.72
20.6	67	Sabbia e limo	0.04	36	2.01	34	168				366	61	2.74
20.8	95	Sabbia e limo	0.04	37	2.06	46	238				452	72	2.76
21	108	Sabbia e limo	0.04	38	2.08	50	270				489	76	2.78
21.2	83	Sabbia e limo	0.04	37	2.04	41	208				417	68	2.8
21.4	78	Sabbia e limo	0.04	37	2.03	39	195				401	67	2.82
21.6	73	Sabbia e limo	0.04	36	2.02	36	183				385	64	2.84
21.8	75	Sabbia e limo	0.04	36	2.03	37	188				392	65	2.86
22	80	Sabbia e limo	0.04	37	2.03	39	200				407	67	2.88
22.2	100		0.04	38	2.06	46	250				467	74	2.9
22.4	126	Sabbia addensata	0.04	39	2.1	54	315				538	81	2.92
22.6	95	Sabbia e limo	0.04	37	2.05	44	238				452	73	2.95
22.8	101	Sabbia e limo	0.04	38	2.06	46	253				470	75	2.97
23	105	Sabbia addensata	0.04	38	2.07	47	263				481	76	2.99
23.2	105	Sabbia e limo	0.04	38	2.07	47	263				481	76	3.01
23.4	96	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.05	44	240				455	74	3.03
23.6	115	Sabbia addensata	0.04	38	2.08	50	288				508	79	3.05
23.8	82	Sabbia e limo	0.04	37	2.03	38	205				414	69	3.07
24	105		0.04	38	2.07	47	263				481	77	3.09
24.2	101	Sabbia e limo	0.04	38	2.06	45	253				470	76	3.12
24.4	93	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.05	42	233				447	73	3.14
24.6	103	Sabbia e limo	0.04	38	2.06	45	258				475	76	3.16
24.8	97	Sabbia e limo	0.04	38	2.05	43	243				458	75	3.18
25	75	Sabbia e limo	0.04	36	2.01	34	188				392	67	3.2
25.2	80	Sabbia e limo	0.04	37	2.02	36	200				407	69	3.22
25.4	92	Sabbia e limo	0.04	37	2.04	41	230				444	74	3.24

Profondità della falda (m): 6.0

Dr. Geol. Antonio Mucchi

Via G. Calvino 30/B-44100 - Ferrara-tel. 0532-773749

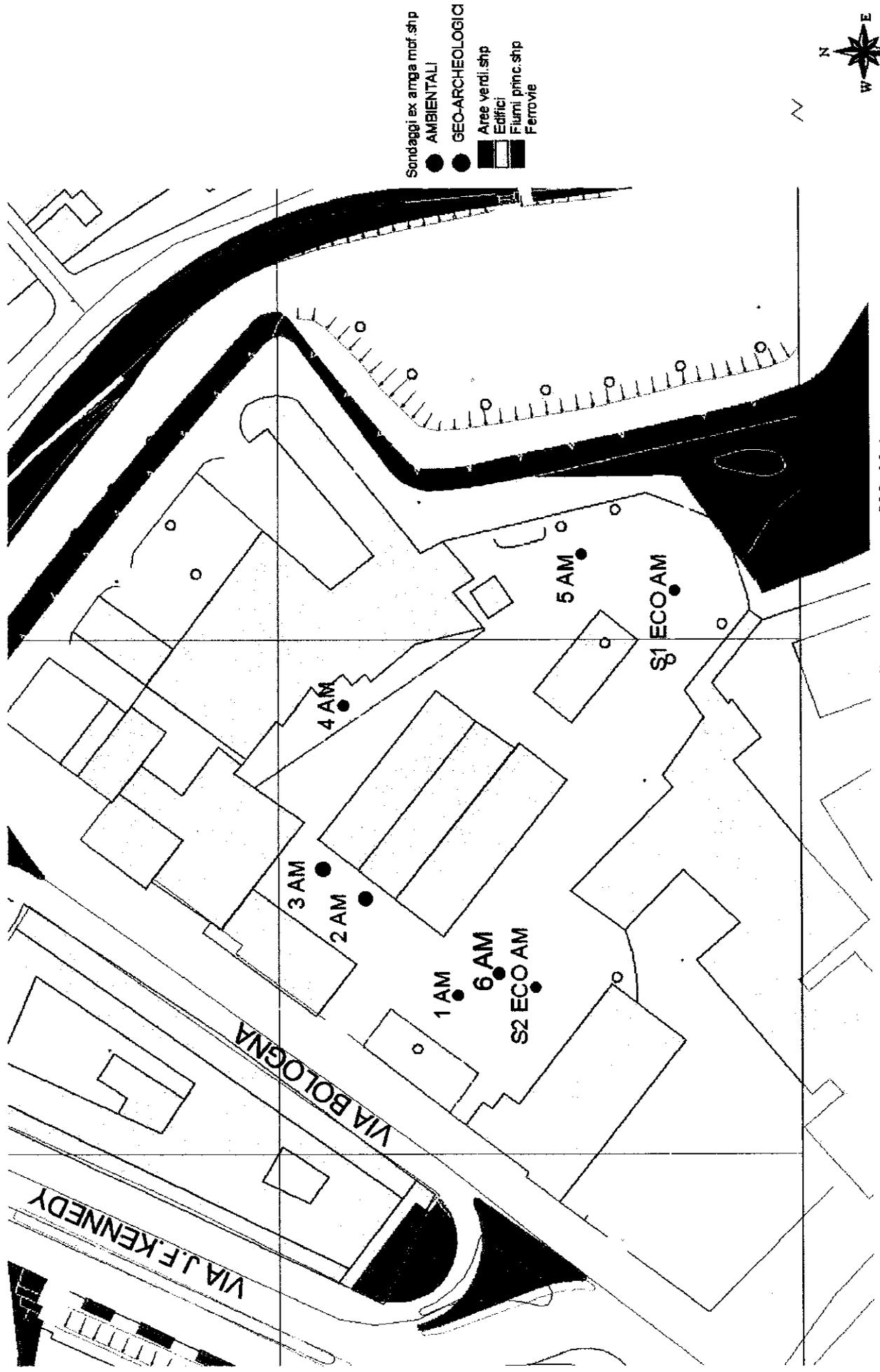
Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
25.6	90	Sabbia e limo	0.04	37	2.04	40	225				438	73	3.26
25.8	109	Sabbia addensata	0.04	38	2.06	46	273				492	79	3.28
26	121	Sabbia addensata	0.04	39	2.08	50	303				524	82	3.3
26.2	117	Sabbia addensata	0.04	38	2.08	49	293				514	82	3.33
26.4	117	Sabbia e limo	0.04	38	2.07	48	293				514	81	3.35
26.6	119	Sabbia addensata	0.04	38	2.08	49	298				519	82	3.37
26.8	117	Sabbia e limo	0.04	38	2.07	48	293				514	82	3.39
27	117	Sabbia e limo	0.04	38	2.07	48	293				514	82	3.41
27.2	93	Sabbia mediamente addensata	0.04	37	2.04	40	233				447	75	3.43
27.4	147	Sabbia addensata	0.04	39	2.11	55	368				591	89	3.45
27.6	140	Sabbia addensata	0.04	39	2.1	54	350				617	88	3.48
27.8	158	Sabbia addensata	0.04	40	2.12	58	395				573	92	3.5
28	137	Sabbia addensata	0.04	39	2.1	53	343				566	88	3.52
28.2	125	Sabbia addensata	0.04	39	2.08	49	313				535	85	3.54
28.4	132	Sabbia addensata	0.04	39	2.09	51	330				553	87	3.56
28.6	129	Sabbia addensata	0.04	39	2.08	50	323				545	86	3.59
28.8	137	Sabbia addensata	0.04	39	2.09	52	343				566	88	3.61
29	140	Sabbia addensata	0.04	39	2.1	53	350				573	89	3.63
29.2	137	Sabbia addensata	0.04	39	2.09	52	343				566	89	3.65
29.4	165	Sabbia addensata	0.04	40	2.12	58	413				634	95	3.67
29.6	130	Sabbia e limo	0.04	39	2.08	50	325				548	87	3.7
29.8	30	Argilla inorganica molto consistente	0.09		2.1			1.54	51	1.88	224		3.72
30	22	Argilla inorganica molto consistente	0.1		2.01			1.07	37	1.18	185		3.74
30.2	26	Sabbia e limo	0.04	32	1.94	15	65				205	57	3.76
30.4	29	Argilla sabbiosa o limosa	0.1		2.05			1.27	49	1.45	219		3.78
30.6	19	Argilla sabbiosa o limosa	0.11		1.94			0.77	67	0.77	169		3.8
30.8	14	Argilla organica	0.12		1.88			0.6	49	0.56	140		3.82
31	19	Argilla inorganica molto consistente	0.11		1.97			0.89	67	0.91	169		3.83

Profondità della falda (m): 6.0

A l l e g a t i

**Indagini geognostiche – Analisi laboratorio
Verifica alla liquefazione (Dr. A. Mucchi)
(Al. 1)**

Ubicazione sondaggi area EX AMGA



- Sondaggi ex amga maf.shp
- AMBIENTALI
 - GEO-ARCHEOLOGICI
 - Aree verdi.shp
 - Edifici
 - Fiumi princ.shp
 - Ferrovie

scala 1:000

200 Meters

150

100

50

0

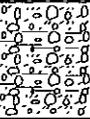
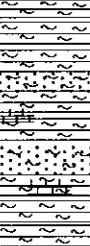
50

SONSERO SRL via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 58718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 12/1/2009 AL 12/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. S1am	
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice ϕ 101 mm	SONDA IDRAULICA PUNTEL PX 800	
COMMITTENTE Dott. Geol. A. Mucchi LOCALITA' Ex amga- FERRARA	PIEZOMETRO			
NOTE	CAMPIONI <input type="radio"/> CAROTIERE SEMPLICE <input checked="" type="radio"/> SPT <input type="checkbox"/> INDISTURBATI	LIVELLO ACQUA DATA	PROF. FORO PROF. RIVEST.	ASSISTENTI Mari R. OPERATORI Rossi G.
		5,90	11,00	7,50

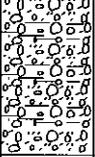
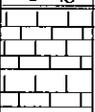
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
	0,20								
	0,40					asfalto			
1						materiale di riporto costituito da ghiaia e sabbia			
	1,50					argilla poco consistente nerastra con frammenti di laterizio di piccole dimensioni			
2									
	3,50					frammenti di laterizio di grandi dimensioni con sabbia e ghiaia			
3									
	6,00					limo argilloso poco consistente grigio scuro maleodorante con frammenti di laterizio e pezzi di plastica (rari)	1,4	0,2	
4							1,5	0,2	
5							1,9	0,5	
6									
	11,00					sabbia medio fine debolmente limosa di colore grigio con rari e piccoli frammenti di laterizio.			
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

scheda n°	06/09	data	15/01/09	COMMESSA	Indagine geognostica			
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO				
responsabili	Dott. Riccardo Mari			revisione	Inizio lavori	7 gennaio 2009	fine lavori	13 gennaio 2009
elaborazione	Dott. Renato Sacchetti			responsabile cantiere	Dott. Geol. R. Sacchetti			
verifica	Dott. Renato Sacchetti			0	direzione lavori	Dott. Geol. A. Mucchi		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE				

 via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 56718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 12/1/2009 AL 12/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. S2am	pagina 1 di 1
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice Φ 101 mm	SONDA IDRAULICA CMV	
COMMITTENTE Dott. Geol. A. Mucchi	PIEZOMETRO			
LOCALITA' Ex amga- FERRARA	NOTE			
CAMPIONI <input type="radio"/> CAROTIERE SEMPLICE <input checked="" type="radio"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO <input type="checkbox"/> INDISTURBATI		LIVELLO ACQUA DATA	PROF. FORO 1,00	PROF. RIVEST.
				ASSISTENTI Pellegrini D. OPERATORI Sacchetti R.

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
	0,05					asfalto			
	0,30					sottofondo ghiaia in matrice sabbiosa limosa nocciola			
0,5						limo argilloso debolmente sabbioso color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio.			
	0,80					muratura in mattoni			
1	1,00					vuoto con acqua, al fondo melma nerastra maleodorante			
1,5									
2									
2,5	3,20								

scheda n° 10/09	data 15/01/09	COMMESSA Indagine geognostica
Procedure di riferimento ASTM D 2488-2000; AGI 1977	RIF. CONTRATTO	
responsabili	revisione	inizio lavori 7 gennaio 2009
elaborazione Dott. Riccardo Mari	0	fine lavori 13 gennaio 2009
verifica Dott. Renato Sacchetti		responsabile cantiere Dott. Geol. R. Sacchetti
		direzione lavori Dott. Geol. A. Mucchi
SPERIMENTATORE		DIRETTORE

 via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 56718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 18.12.1999		DATA ESECUZIONE DAL 12/1/2009 AL 12/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. S3am	pagina 1 di 1				
COMMITTENTE Dott. Geol. A. Mucchi LOCALITA' Ex amga- FERRARA		QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice Φ 101 mm		SONDA IDRAULICA CMV				
NOTE		CAMPIONI <input type="radio"/> CAROTIERE SEMPLICE <input checked="" type="radio"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO <input type="checkbox"/> INDISTURBATI			LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.	PROF. FORO 1,00	PROF. RIVEST.	ASSISTENTI Pellegrini D. OPERATORI Sacchetti R.	
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
	0,05					asfalto			
	0,40					sottofondo ghiaia in matrice sabbiosa limosa nocciola			
0.5	0,70					limo argilloso debolmente sabbioso color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio.			
	0,90					muratura in mattoni			
1						vuoto con acqua, al fondo melma nerastra maleodorante			
1.5									
2									
2.5	2,90								

scheda n° 11/09	data 15/01/09	COMMESSA Indagine geognostica
Procedure di riferimento ASTM D 2488-2000; AGI 1977	RIF. CONTRATTO	
responsabili	revisione	inizio lavori 7 gennaio 2009
elaborazione Dott. Riccardo Mani	0	fine lavori 13 gennaio 2009
verifica Dott. Renato Sacchetti		responsabile cantiere Dott. Geol. R. Sacchetti
		direzione lavori Dott. Geol. A. Mucchi
SPERIMENTATORE		DIRETTORE

SONEFO SRL via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 56718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 12/1/2009 AL 12/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. S4am	
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice Φ 101 mm		SONDA IDRAULICA CMV
COMMITTENTE Dott. Geol. A. Mucchi		PIEZOMETRO		
LOCALITA' Ex amga- FERRARA		LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.		PROF. FORO
NOTE		PROF. RIVEST.		ASSISTENTI Mari R.
CAMPIONI <input type="radio"/> CAROTIERE SEMPLICE <input checked="" type="radio"/> SPT <input type="checkbox"/> INDISTURBATI		5,90		11,00
		7,50		OPERATORI Rossi G.

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	1,10								
2									
3	3,50								
4	4,50					0,2	0,4		
5	4,70								
6	5,70					1,1	0,4		
7	6,00								
8									
9									
10									
11	11,00								
12									
13									
14									
15									

scheda n°	08/09	data	15/01/09	COMMESSA	Indagine geognostica		
Procedura di riferimento		ASTM D 2488-2000; AGI 1977		RIF. CONTRATTO			
		responsabili		revisione		inizio lavori	
		Dott. Riccardo Mari		0		7 gennaio 2009	
		Dott. Renato Sacchetti		responsabile cantiera		fine lavori	
				direzione lavori		13 gennaio 2009	
				Dott. Geol. R. Sacchetti			
				Dott. Geol. A. Mucchi			
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			

SONSEFO SRL via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 567/18 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 9/1/2009 AL 9/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. S5am	pagina 1 di 2
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice Φ 101 mm	SONDA IDRAULICA PUNTEL PX 800	
COMMITTENTE Dott. Geol. A. Mucchi		PIEZOMETRO		
LOCALITA' Ex amga- FERRARA		NOTE		
CAMPIONI <input type="radio"/> CAROTIERE SEMPLICE <input checked="" type="radio"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO <input type="checkbox"/> INDISTURBATI		LIVELLO ACQUA DATA	PROF. FORO MT. dal P.C.	PROF. RIVEST. ASSISTENTI Mari R. OPERATORI Rossi G.
			5,90	30,00
				21,00

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,20	[Pattern]				asfalto			
	0,40	[Pattern]				materiale di riporto costituito da ghiaia e sabbia			
	0,80	[Pattern]				argilla poco consistente nerastra con frammenti di laterizio di varie dimensioni			
2		[Pattern]				sabbia fine limosa di colore grigio debolmente argilloso con frequenti frammenti di laterizio			
3		[Pattern]	<input type="radio"/>	C1	2,50 3,00				
		[Pattern]							
4		[Pattern]							
5	4,50	[Pattern]				laterizio			
	4,90	[Pattern]				limo con sabbia fine di colore grigio debolmente argilloso con frequenti frammenti di laterizio			
6	5,60	[Pattern]				limo debolmete argilloso con sabbia fine grigia			
	6,10	[Pattern]							
7		[Pattern]	<input type="radio"/>	C2	6,50 6,70	sabbia fine limosa di colore grigio con rari e piccoli frammenti di laterizio e con intercalazioni limose sabbiose.			
		[Pattern]							
8		[Pattern]							
		[Pattern]							
9		[Pattern]	<input type="radio"/>	C3	8,20 8,60				
		[Pattern]							
10		[Pattern]	<input type="radio"/>	C4	9,30 9,80				
		[Pattern]							
11		[Pattern]	<input type="radio"/>	C5	10,60 10,80				
		[Pattern]							
12		[Pattern]							
13		[Pattern]							
14		[Pattern]							
15		[Pattern]							

scheda n° 07/09	data 15/01/09	COMMESSA Indagine geognostica
Procedure di riferimento ASTM D 2488-2000; AGI 1977	RIF. CONTRATTO	
responsabili	revisione	Inizio lavori 7 gennaio 2009
elaborazione Dott. Riccardo Mari	0	fine lavori 13 gennaio 2009
verifica Dott. Renato Sacchetti		responsabile cantiere Dott. Geol. R. Sacchetti
		direzione lavori Dott. Geol. A. Mucchi
SPERIMENTATORE		DIRETTORE

SONSERO SRL via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 56718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 9/1/2009 AL 9/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. S5am	pagina 2di 2
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice ϕ 101 mm	SONDA IDRAULICA PUNTEL PX 800	
COMMITTENTE Dott. Geol. A. Mucchi LOCALITA' Ex amga- FERRARA	PIEZOMETRO			
NOTE	CAMPIONI ○ CAROTIERE SEMPLICE ● CAMPIONE RIMANEGGIATO ■ INDISTURBATI	LIVELLO ACQUA DATA	PROF. FORO 30,00	PROF. RIVEST. 24,00
				ASSISTENTI Mari R. OPERATORI Rossi G.

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
16	15,40	[Symbol]	●	C6	16,00	sabbia fine limosa grigia			
17					16,50				
18	18,80	[Symbol]				limo di colore grigio debolmente argilloso con livelli scuri di sostanza organica	1,6		
19							1,2		
20							1,8		
21	21,00								
22		[Symbol]	●	C7	22,00	alternanze di argille grigie debolmente limose, con presenza di concrezioni calcaree, intervallate da livelli limosi debolmente argillosi con sabbia fine.	1,8		
23					1,9				
24					2,6				
25					2,1				
26					2,6				
27					2,4				
28									
29									
30	30,00								

scheda n° 07/09	data 15/01/09	COMMESSA Indagine geognostica
Procedure di riferimento ASTM D 2488-2000; AGI 1977	RIF. CONTRATTO	
elaborazione Dott. Riccardo Mari	revisione 0	inizio lavori 7 gennaio 2009
verifica Dott. Renato Sacchetti		fine lavori 13 gennaio 2009
		responsabile cantiere Dott. Geol. R. Sacchetti
		direzione lavori Dott. Geol. A. Mucchi
SPERIMENTATORE		DIRETTORE

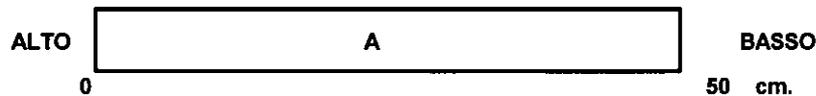
Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815881
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

SCHEDA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Studio Politecnica (MO)
CANTIERE: Ex AMGA - Via Bologna (FE)
DATA APERTURA : 15/01/09

SONDAGGIO: 5 CAMPIONE: 1 PROF. 2.5-3.0 m.

TIPO DI CONTENITORE: fustella sacchetto cassetta



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptrs	Trcu
A	sabbia fine limosa con resti di laterizio					*					
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE DISCRETA BUONA ECCELLENTE

LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	P T
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T R

pagina 1 di 1

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
-----------------------------------	--	--

ANALISI GRANULOMETRICA per SETACCIATURA
norma ASTM D 422

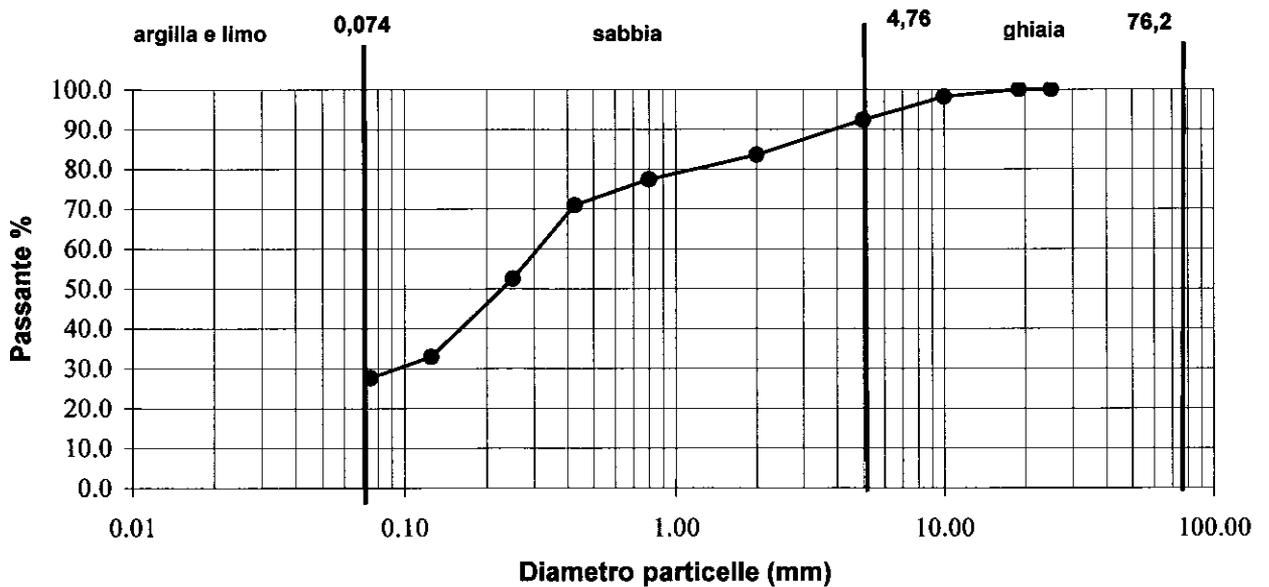
Committente : Studio Politecnica (MO)
 Cantiere : Ex Amga - Via Bologna (FE)

Sondaggio : 5
 Campione n° : 1
 Profondità (mt): 2.5-3.0
 Data inizio prova: 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	98.17
5	92.28
2	83.57
0.8	77.37
0.425	70.91
0.250	52.44
0.125	32.91
0.075	27.59

Class. ASTM D2488-84

Ghiaia	(>4.76 mm)	: (%)	0
Sabbia	(4.76-0.075mm)	: (%)	28
Argilla e limo	(< 0.075 mm=	: (%)	72



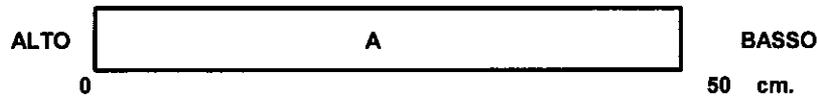
Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi
 Via A. Ascani, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

SCHEDA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Studio Politecnica (MO)
CANTIERE: Ex AMGA - Via Bologna (FE)
DATA APERTURA : 15/01/09

SONDAGGIO: 5 CAMPIONE: 2 PROF. 6.5-7.0 m.

TIPO DI CONTENITORE: fustella sacchetto cassetta

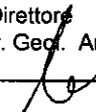


(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptres	Trcu
A	limo e sabbia					*					
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE DISCRETA BUONA ECCELLENTE

LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometric	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

Sperimentatore Dr. Malaguti D. 	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi 	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
--	---	--

ANALISI GRANULOMETRICA per SETACCIATURA
norma ASTM D 422

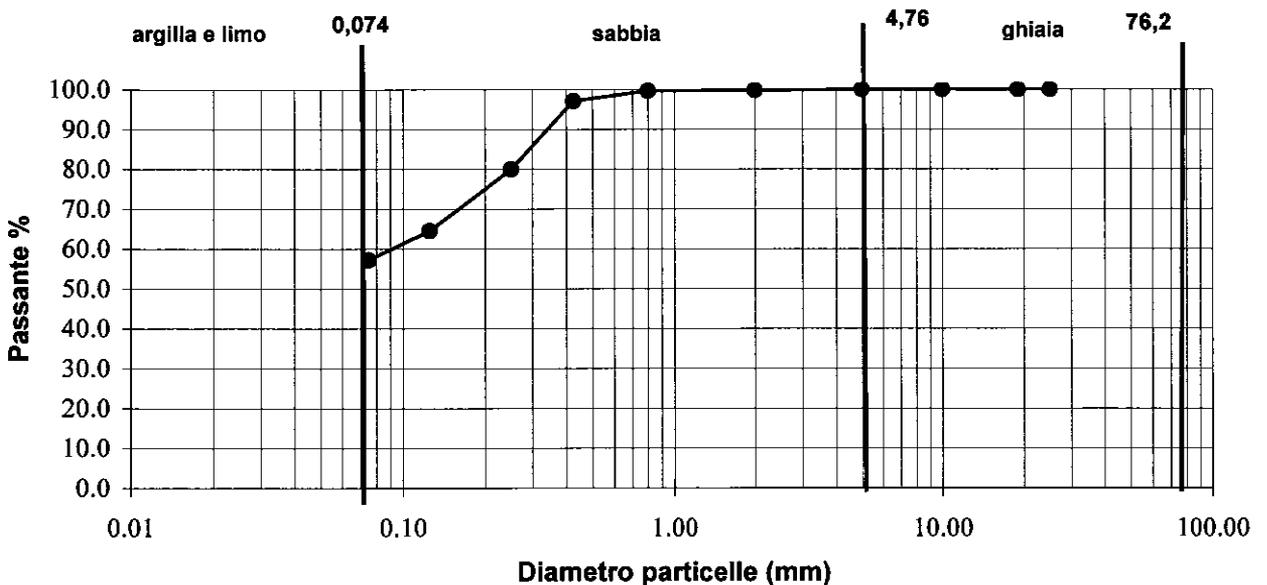
Committente : Studio Politecnica (MO)
 Cantiere : Ex Amga - Via Bologna (FE)

Sondaggio : 5
 Campione n° : 2
 Profondità (mt): 6.5-7.0
 Data inizio prova: 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.00
5	100.00
2	99.77
0.8	99.60
0.425	97.01
0.250	79.99
0.125	64.51
0.075	57.18

Class. ASTM D2488-84

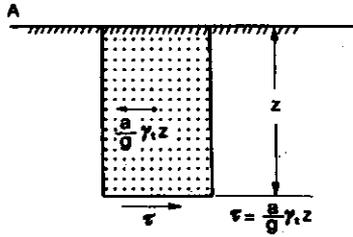
Ghiaia	(>4.76 mm)	: (%)	0
Sabbia	(4.76-0.075mm)	: (%)	43
Argilla e limo	(< 0.075 mm=)	: (%)	57



Sperimentatore Dr. Malagutti	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 20/01/09
---------------------------------	--	--

METODO DI SEED & IDRIS (1982)

La verifica di stabilità dei depositi deve basarsi sul confronto fra gli stati tensionali indotti dalle onde sismiche nella loro propagazione e quelli che producono liquefazione o livelli di deformazione critici. Il metodo di Seed & Idriss valuta la resistenza del deposito alla liquefazione in termini di fattore di resistenza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma, cioè:



Profondità falda da p.c. m da p.c.
 Profondità metà strato m da p.c.

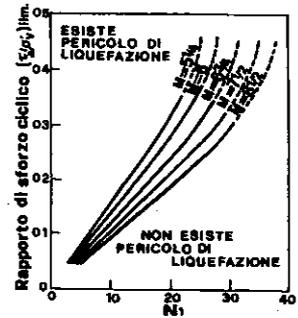
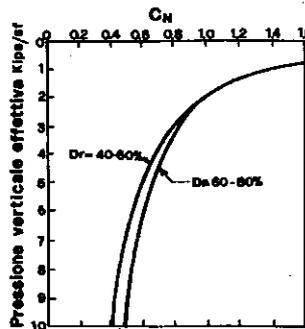
$$F = \frac{\tau_{lim}}{\tau_{max}} = \frac{\left(\frac{\tau}{\sigma_0}\right)_{lim}}{\tau / \sigma_0} = \frac{R}{L}$$

Sforzi di taglio indotti dal terremoto ad una generica quota z.

Numeratore: resistenza R alla liquefazione del deposito.

<input type="text"/>	Numero di colpi N	<input type="text"/>	densità relativa del deposito %
2.87	Pressione verticale effettiva (kips/sf)		
<input type="text"/>	pressione verticale effettiva (kg/cm ²)		
	a metà dello strato considerato		
0.80	C _N per Dr compresa tra 40%-60%		
0.91	C _N per Dr compresa tra 60%-80%		
8.81	Numero di colpi corretto (N ₁)		

D₅₀ (mm)



Se D₅₀ < 0,25mm (limi e sabbie limose)

N₁ = (N₁) + 7,5

16.31 N₁ numero di colpi corretto

$$\left(\frac{\tau}{\sigma_v}\right)_{lim} =$$

M=5_{1/4} M=7_{1/2}
 0.260 0.173

In funzione della magnitudo del sisma e del numero di colpi standard corretto si ricava il valore del rapporto di sforzo ciclico

Denominatore: L sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

1.4	pressione verticale effettiva a metà strato (kg/cm ²)
1.5	pressione totale a metà strato (kg/cm ²)
<input type="text"/> 0.1875	Valore di a _g /g secondo classificazione sismica

Zona	Valore di a _g
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

$$\left(\frac{\tau}{\sigma_0}\right) =$$

0.117

Calcolo del fattore di resistenza alla liquefazione F:

per Sisma di magnitudo 5_{1/4} F=

per Sisma di magnitudo 7_{1/2} F=

N.B. se F > 1,3 il deposito viene considerato non liquefacibile.

ANALISI GRANULOMETRICA per SETACCIATURA
norma ASTM D 422

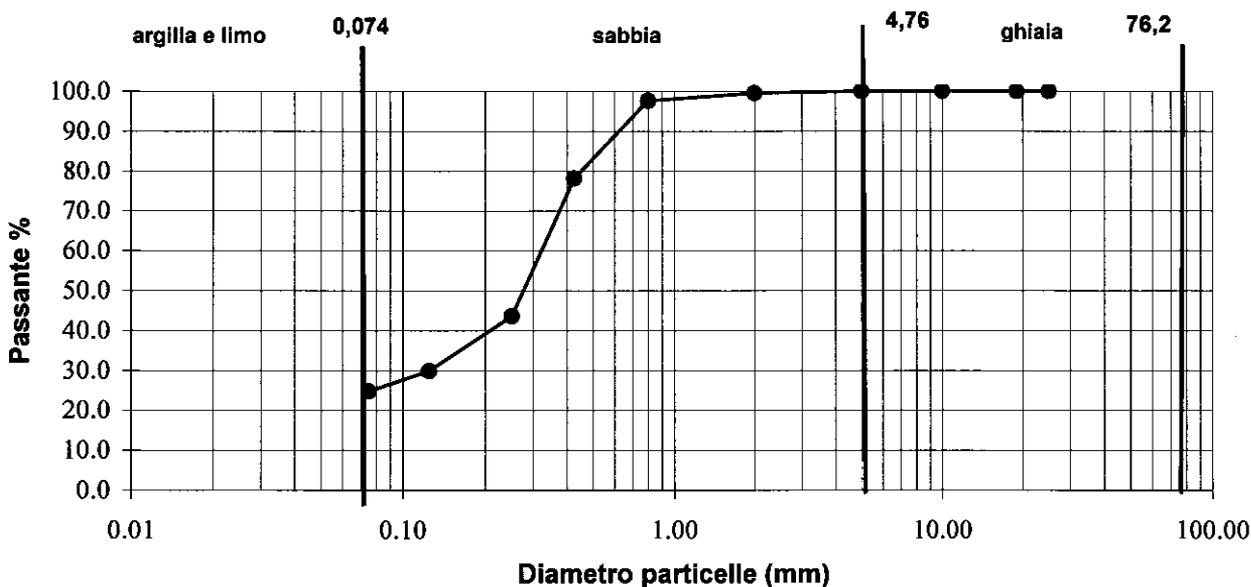
Committente : Studio Politecnica (MO)
 Cantiere : Ex Amga - Via Bologna (FE)

Sondaggio : 5
 Campione n° : 3
 Profondità (mt): 8.2-8.6
 Data inizio prova: 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.00
5	100.00
2	99.54
0.8	97.61
0.425	78.16
0.250	43.59
0.125	29.85
0.075	24.75

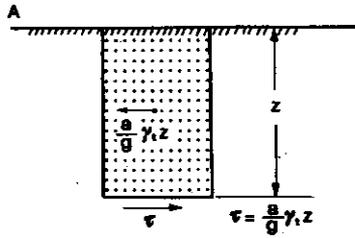
Class. ASTM D2488-84

Ghiaia	(>4.76 mm)	: (%)	0
Sabbia	(4.76-0.075mm)	: (%)	75
Argilla e limo	(< 0.075 mm=	: (%)	25



METODO DI SEED & IDRIS (1982)

La verifica di stabilità dei depositi deve basarsi sul confronto fra gli stati tensionali indotti dalle onde sismiche nella loro propagazione e quelli che producono liquefazione o livelli di deformazione critici. Il metodo di Seed & Idriss valuta la resistenza del deposito alla liquefazione in termini di fattore di resistenza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma, cioè:



Profondità falda da p.c. **6** m da p.c.
 Profondità metà strato **8,5** m da p.c.

$$F = \frac{\tau_{lim}}{\tau_{max}} = \frac{\left(\frac{\tau}{\sigma'_0}\right)_{lim}}{\tau / \sigma'_0} = \frac{R}{L}$$

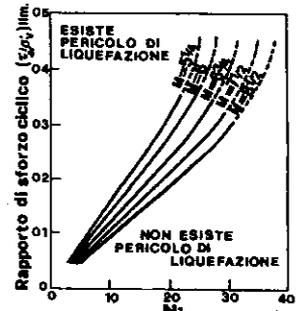
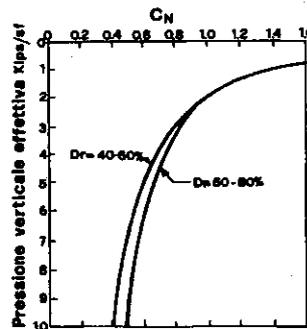
Sforzi di taglio indotti dal terremoto ad una generica quota z.

Numeratore: resistenza R alla liquefazione del deposito.

- 20** Numero di colpi N
- 3.07** Pressione verticale effettiva (kips/sf)
- 1.5** pressione verticale effettiva (kg/cm²) a metà dello strato considerato
- 0.77 C_N per D_r compresa tra 40%-60%
- 0.88 C_N per D_r compresa tra 60%-80%
- 17.63 Numero di colpi corretto (N₁)

densità relativa del deposito %

D₅₀ (mm)



Se D₅₀ < 0,25mm (limi e sabbie limose)

N₁ = (N₁) + 7,5

17.63 N₁ numero di colpi corretto

M = 5^{1/4} M = 7^{1/2}

In funzione della magnitudo del sisma e del numero di colpi standard corretto si ricava il valore del rapporto di sforzo ciclico

$$\left(\frac{\tau}{\sigma'_v}\right)_{lim} = \begin{matrix} \mathbf{0.283} & \mathbf{0.188} \end{matrix}$$

Denominatore: L sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

- 1.5 pressione verticale effettiva a metà strato (kg/cm²)
- 1.75 pressione totale a metà strato (kg/cm²)
- 0.1875** Valore di a_v/g secondo classificazione sismica

Zona	Valore di a _v
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

$$\left(\frac{\tau}{\sigma'_0}\right) = \mathbf{0.124}$$

Calcolo del fattore di resistenza alla liquefazione F:

per Sisma di magnitudo 5^{1/4} F = **2.10**

per Sisma di magnitudo 7^{1/2} F = **0.124**

N.B. se F > 1,3 il deposito viene considerato non liquefacibile.

Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n° 170861-P.I. 00534480389
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

SCHEDA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Studio Politecnica (MO)
CANTIERE: Ex AMGA - Via Bologna (FE)
DATA APERTURA : 15/01/09

SONDAGGIO: 5 CAMPIONE: 4 PROF. 9.3-9.8 m.

TIPO DI CONTENITORE: fustella **sacchetto** **cassetta**

ALTO A BASSO
 0 50 cm.

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptres	Trcu
A	sabbia fine limosa grigia					*					
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE DISCRETA BUONA ECCELLENTE

LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	P T
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T R

Sperimentatore Dr. Marguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
----------------------------------	--	--

**ANALISI GRANULOMETRICA per SETACCIATURA
 norma ASTM D 422**

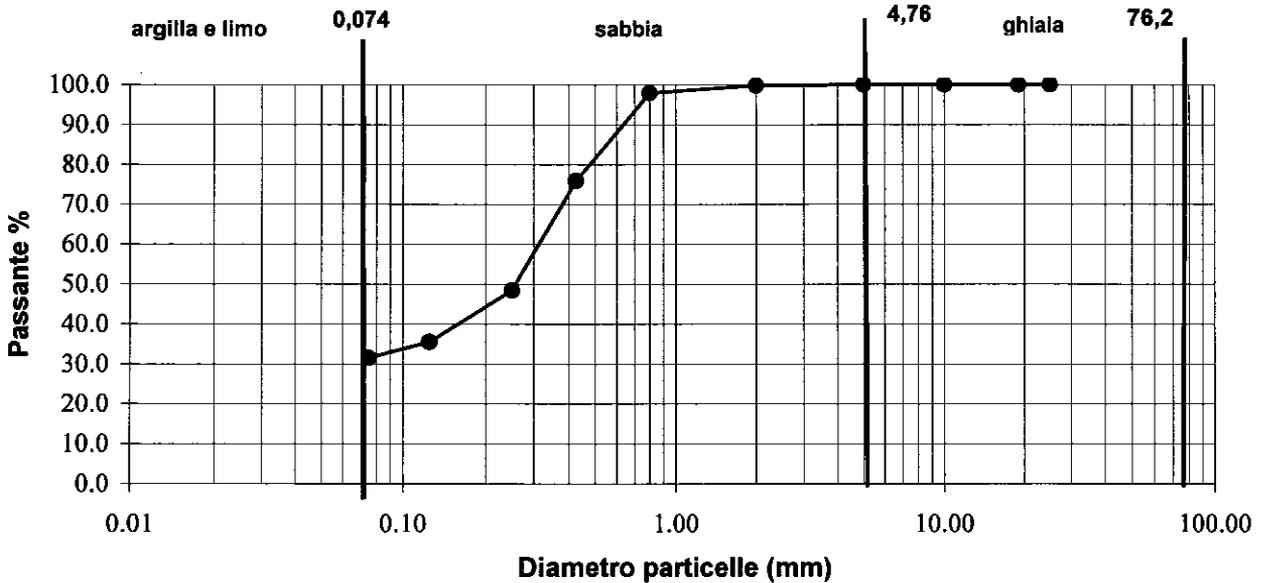
Committente : Studio Politecnica (MO)
 Cantiere : Ex Amga - Via Bologna (FE)

Sondaggio : 5
 Campione n° : 4
 Profondità (mt): 9.3-9.8
 Data inizio prova: 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.0
5	100.0
2	99.75
0.8	97.88
0.425	75.92
0.250	48.39
0.125	35.54
0.075	31.48

Class. ASTM D2488-84

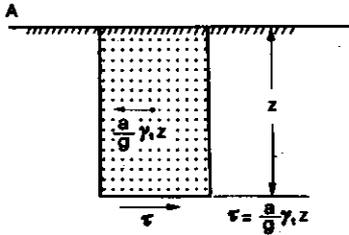
Ghiaia (>4.76 mm)	: (%)	0
Sabbia (4.76-0.075mm)	: (%)	69
Argilla e limo (< 0.075 mm=)	: (%)	31



Sperimentatore Dr. Malaguti	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 20/01/09
--------------------------------	--	--

METODO DI SEED & IDRIS (1982)

La verifica di stabilità dei depositi deve basarsi sul confronto fra gli stati tensionali indotti dalle onde sismiche nella loro propagazione e quelli che producono liquefazione o livelli di deformazione critici. Il metodo di Seed & Idriss valuta la resistenza del deposito alla liquefazione in termini di fattore di resistenza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma, cioè:



Profondità falda da p.c. **6** m da p.c.
 Profondità metà strato **9.5** m da p.c.

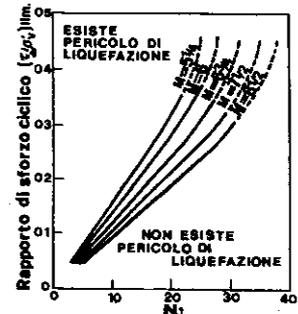
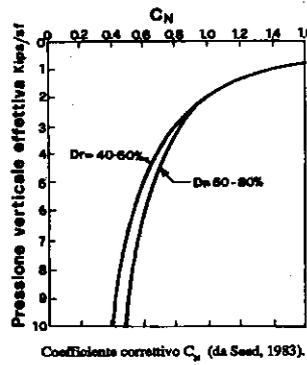
$$F = \frac{\tau_{lim}}{\tau_{max}} = \frac{\left(\frac{\tau}{\sigma'_0}\right)_{lim}}{\tau / \sigma'_0} = \frac{R}{L}$$

Sforzi di taglio indotti dal terremoto ad una generica quota z.

Numeratore: resistenza R alla liquefazione del deposito.

20	Numero di colpi N	0.85	densità relativa del deposito %
3.38	Pressione verticale effettiva (kips/sf)		
1.65	pressione verticale effettiva (kg/cm ²) a metà dello strato considerato		
0.73	C _N per Dr compresa tra 40%-60%		
0.85	C _N per Dr compresa tra 60%-80%		
16.96	Numero di colpi corretto (N ₁)		

D₅₀ (mm)



Se D₅₀ < 0,25mm (limi e sabbie limose)

N₁ = (N₁) + 7,5
 16.96 N₁ numero di colpi corretto

$$\left(\frac{\tau}{\sigma'_v}\right)_{lim} = \begin{matrix} M=5_{1/4} & M=7_{1/2} \\ \hline 0.271 & 0.180 \end{matrix}$$

In funzione della magnitudo del sisma e del numero di colpi standard corretto si ricava il valore del rapporto di sforzo ciclico

Denominatore: L sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

1.65	pressione verticale effettiva a metà strato (kg/cm ²)
2	pressione totale a metà strato (kg/cm ²)
0.1875	Valore di a _v /g secondo classificazione sismica

Zona	Valore di a _v
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

$$\left(\frac{\tau}{\sigma'_0}\right) = \begin{matrix} \hline 0.127 \end{matrix}$$

Calcolo del fattore di resistenza alla liquefazione F:

per Sisma di magnitudo 5_{1/4} F= **2.100**

per Sisma di magnitudo 7_{1/2} F= **1.000**

N.B. se F > 1,3 il deposito viene considerato non liquefacibile.

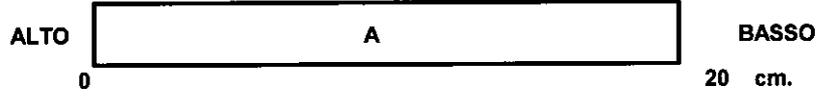
Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

SCHEDA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Studio Politecnica (MO)
CANTIERE: Ex AMGA - Via Bologna (FE)
DATA APERTURA : 15/01/09

SONDAGGIO: 5 CAMPIONE: 5 PROF. 10.6-10.8 m.

TIPO DI CONTENITORE: fustella **sacchetto** **cassetta**



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptres	Trcu
A	sabbia fine limosa grigia					*					
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE DISCRETA BUONA ECCELLENTE

LEGENDA PROVE:

- | | | | | | |
|-----------------------|------------|----------------|-----|---------------------|----|
| Pocket penetrometrico | P.P. (kPa) | Peso di volume | Y | Limiti di Atterberg | LA |
| Vane test | V.T. (kPa) | Peso specifico | G.S | Edometria | Ed |
| Contenuto d'acqua | W | Granulometria | G | Prova di taglio | PT |
| Compressione E.L.L. | C | Permeabilità | K | Triassiale | TR |

pagina 1 di 1

Sperimentatore Dr. Malagutti	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
---------------------------------	--	--

ANALISI GRANULOMETRICA per SETACCIATURA
norma ASTM D 422

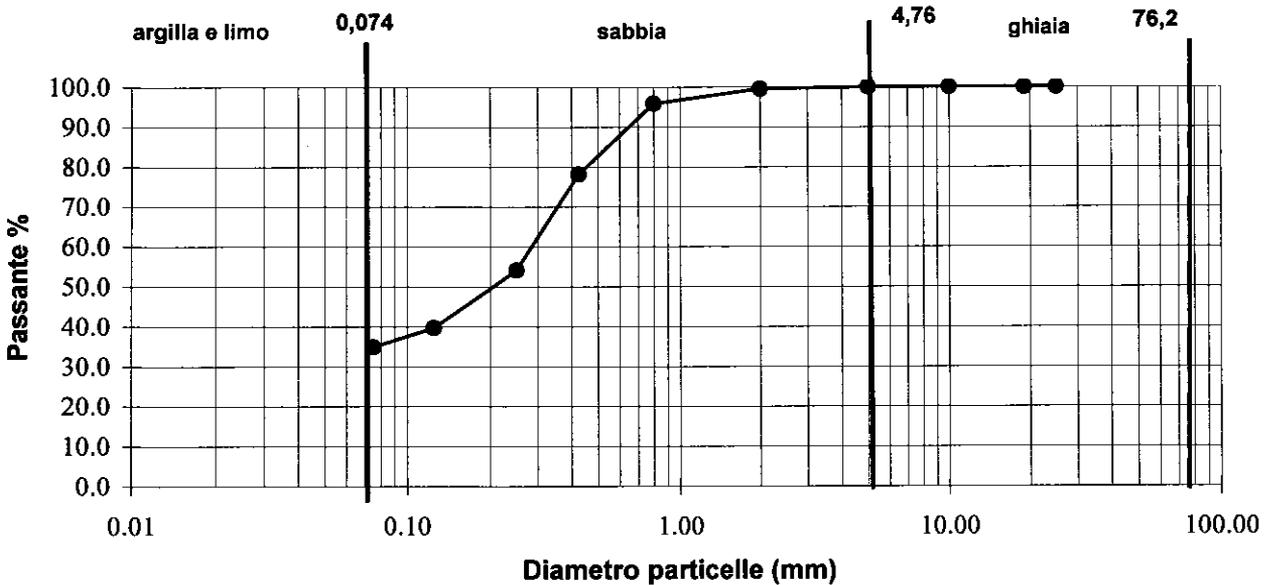
Committente : Studio Politecnica (MO)
 Cantiere : Ex Amga - Via Bologna (FE)

Sondaggio : 5
 Campione n° : 5
 Profondità (mt): 10.6-10.8
 Data inizio prova: 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.0
5	100.0
2	99.48
0.8	95.87
0.425	78.16
0.250	54.05
0.125	39.64
0.075	34.87

Class. ASTM D2488-84

Ghiaia	(>4.76 mm)	: (%)	0
Sabbia	(4.76-0.075mm)	: (%)	65
Argilla e limo	(< 0.075 mm=	: (%)	35



Sperimentatore Dr. Malaguti	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 20/01/09
--------------------------------	--	--

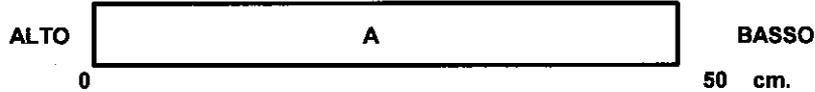
Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel. 0532/815681
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n° 170861-P.I. 00534480389
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

SCHEMA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Studio Politecnica (MO)
CANTIERE: Ex AMGA - Via Bologna (FE)
DATA APERTURA : 15/01/09

SONDAGGIO: 5 CAMPIONE: 6 PROF. 16.0-16.50 m.

TIPO DI CONTENITORE: fustella sacchetto cassetta



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptres	Trcu
A	sabbia fine limosa grigia					*					
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE DISCRETA BUONA ECCELLENTE

LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

pagina 1 di 1

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
-----------------------------------	--	--

**ANALISI GRANULOMETRICA per SETACCIATURA
 norma ASTM D 422**

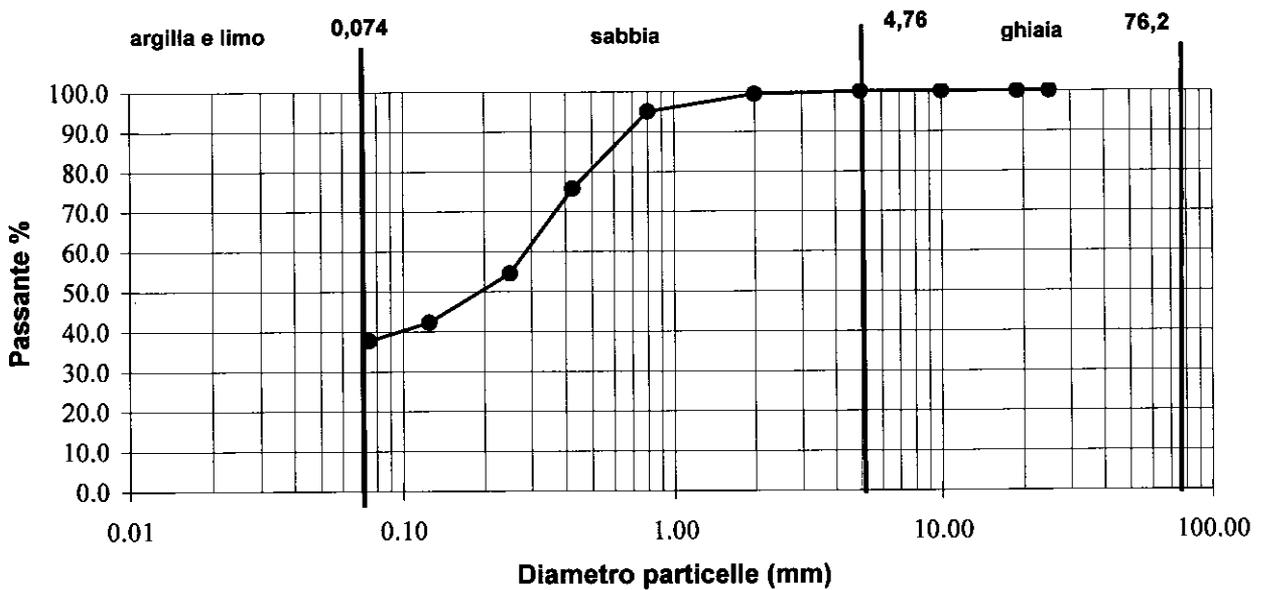
Committente : Studio Politecnica (MO)
 Cantiere : Ex Amga - Via Bologna (FE)

Sondaggio : 5
 Campione n° : 6
 Profondità (mt): 16-16.5
 Data inizio prova: 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.0
5	100.0
2	99.32
0.8	94.99
0.425	75.75
0.250	54.51
0.125	42.23
0.075	37.70

Class. ASTM D2488-84

Ghiaia (>4.76 mm)	: (%)	0
Sabbia (4.76-0.075mm)	: (%)	63
Argilla e limo (< 0.075 mm=)	: (%)	37



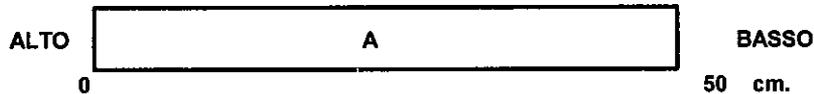
Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815881
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

SCHEDA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Studio Politecnica (MO)
CANTIERE: Ex AMGA - Via Bologna (FE)
DATA APERTURA : 15/01/09

SONDAGGIO: 5 CAMPIONE: 7 PROF. 22.0-22.5 m.

TIPO DI CONTENITORE: fustella sacchetto cassetta



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	C	PT	Ptres	Trcu
A	argilla deb. Limosa grigio compatta	250	120	*	*	*	*	*			
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE DISCRETA BUONA ECCELLENTE

LEGENDA PROVE:

- | | | | | | |
|----------------------|------------|----------------|-----|---------------------|----|
| Pocket penetrometric | P.P. (kPa) | Peso di volume | Y | Limiti di Atterberg | LA |
| Vane test | V.T. (kPa) | Peso specifico | G.S | Edometria | Ed |
| Contenuto d'acqua | W | Granulometria | G | Prova di taglio | PT |
| Compressione E.L.L. | C | Permeabilità | K | Triassiale | TR |

pagina 1 di 1

Sperimentatore Dr. Malagutti	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
---------------------------------	--	--

Laboratorio Dr.Geol.Antonio Mucchi

Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681
Isc.C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004
Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE
norma ASTM D 422 - AGI 1994**

Committente : Studio Politecnica
Cantiere : Ex Amga - Via Bologna (FE)

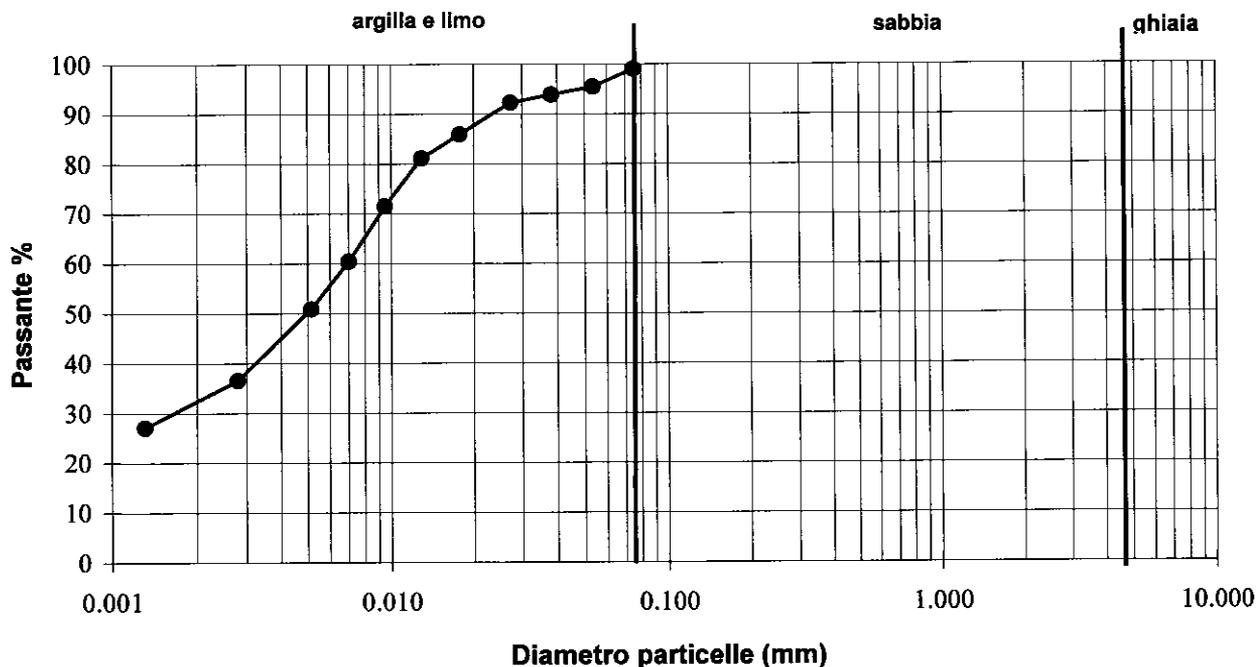
Sondaggio : 5
Campione : 7
Profondità (mt): 22-22.5
Data inizio prova : 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
0.075	99.00
0.0537	95.44
0.0383	93.83
0.0273	92.23
0.0178	85.85
0.0129	81.07
0.0095	71.51
0.0070	60.37
0.0051	50.83
0.0028	36.53
0.0013	26.99

Classificazione secondo norma ASTM D 2488 - 84

Ghiaia (>4.75mm) : 0%
Sabbia (4.76-0.075mm) : 1%
Limo e Argilla (< 0.075mm) : 99%

trattenuto allo 0.075 mm : 1%



Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 20/01/09
-----------------------------------	--	--

Laboratorio Dr.Geol.Antonio Mucchi

Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681

Isc.C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004

Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA (A.S.T.M. D 2166)

Committente : Studio Politecnica (MO)

Cantiere : Ex AMGA - Via Bologna (FE)

Sondaggio : 5

Campione : 7

Profondità (mt): 22-22.5

Velocità : 0.5 mm/min

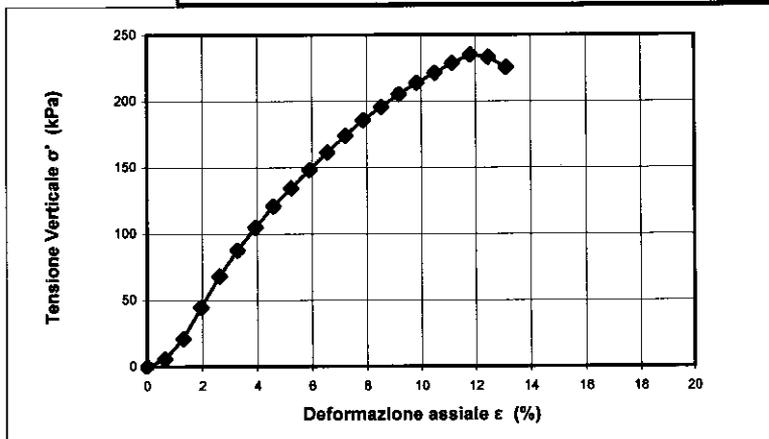
Data inizio prova :

15/01/2009

Carico di rottura q_u (kPa) :**235****Coesione C_u (kPa) :****117.5**

Deformazione assiale ϵ (%)	Tensione verticale σ' (kPa)
0	0
0.7	5.74
1.3	20.92
2.0	44.70
2.6	68.17
3.3	87.59
3.9	104.89
4.6	120.72
5.2	134.49
5.9	148.07
6.6	161.44
7.2	174.01
7.9	185.80
8.5	195.63
9.2	205.32
9.8	213.68
10.5	221.32
11.2	228.82
11.8	235.07
12.5	233.32
13.1	225.26

Peso unità di volume $kN/m^3 = 19.99$
 Contenuto d'acqua $\% = 24.60$



Provino n° 1

schema di rottura

Sperimentatore
Dr. Malaguti D.Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi

Rapporto di prova

Data emissione : 20/01/09

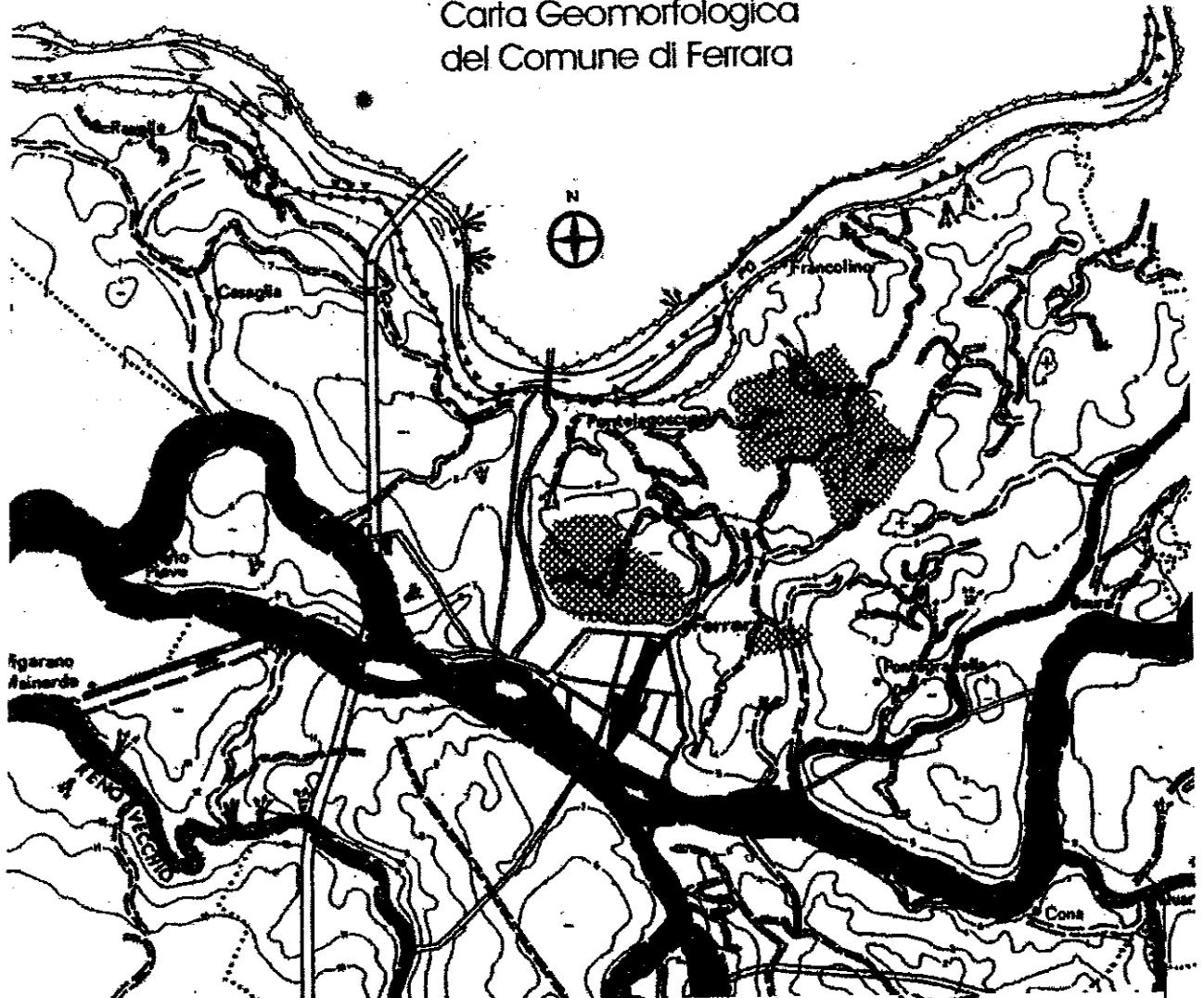
Pagina n°1di1

SONCEO SRL via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 58718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 12/1/2009 AL 13/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. S6am	pagina 1 di 2
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice Φ 101 mm	SONDA IDRAULICA CMV	
COMMITTENTE Dott. Geol. A. Mucchi		PIEZOMETRO		
LOCALITA' Ex amga- FERRARA		NOTE		
CAMPIONI <input type="radio"/> CAROTIERE SEMPLICE <input checked="" type="radio"/> CAMPIONE RIMANEGGIATO <input type="checkbox"/> INDISTURBATI		LIVELLO ACQUA DATA	PROF. FORO 5,90	PROF. RIVEST. 7,50
		ASSISTENTI Mari R. OPERATORI Rossi G.		

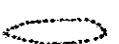
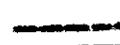
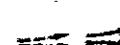
mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm ²	TORVANE kg/cm ²	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,20					asfalto			
	0,40					materiale di riporto costituito da ghiaia e sabbia			
2	1,60					frammenti di laterizio in matrice limosa argillosa di color nocciola			
						limo argilloso debolmente sabbioso color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio.	2,2	0,5	
3						2,8	0,5		
4	3,80					2,3	0,5		
4	4,20					argilla limosa con sabbia fine colore nerastro maleodorante	2,2	0,3	
						sabbia medio fine debolmente limosa di colore grigio	1,8	0,5	
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11	11,00								
12									
13									
14									
15									

scheda n° 09/09	data 15/01/09	COMMESSA Indagine geognostica
Procedure di riferimento ASTM D 2488-2000; AGI 1977	RIF. CONTRATTO	
responsabili	revisione	inizio lavori 7 gennaio 2009
elaborazione Dott. Riccardo Mari	0	fine lavori 13 gennaio 2009
verifica Dott. Renato Sacchetti		responsabile cantiere Dott. Geol. R. Sacchetti
		dirazione lavori Dott. Geol. A. Mucchi
SPERIMENTATORE		DIRETTORE

Carta Geomorfologica del Comune di Ferrara



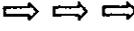
LEGENDA

ALVEO ATTUALE DEL PO	TERRITORIO
 TRATTI DI SPONDA IN EROSIONE	 ISOIPSE DEL PIANO CAMPAGNA
 FILONI DI CORRENTE FLUVIALE	 PALEOALVEI PRINCIPALI
 AREE DI DEPOSITO	 PALEOALVEI E ANTICHI DRENAGGI SECONDARI
 BARRE FLUVIALI	 PALEOALVEI DI UBICAZIONE INCERTA
 ARGINI	 CONI DI ESONDAZIONE ANTICHI E RECENTI
 TRATTI D'ARGINE A QUOTA INFERIORE AL LIVELLO DI MASSIMA PIENA TEORICA	 AREE DI ANTICA BONIFICA

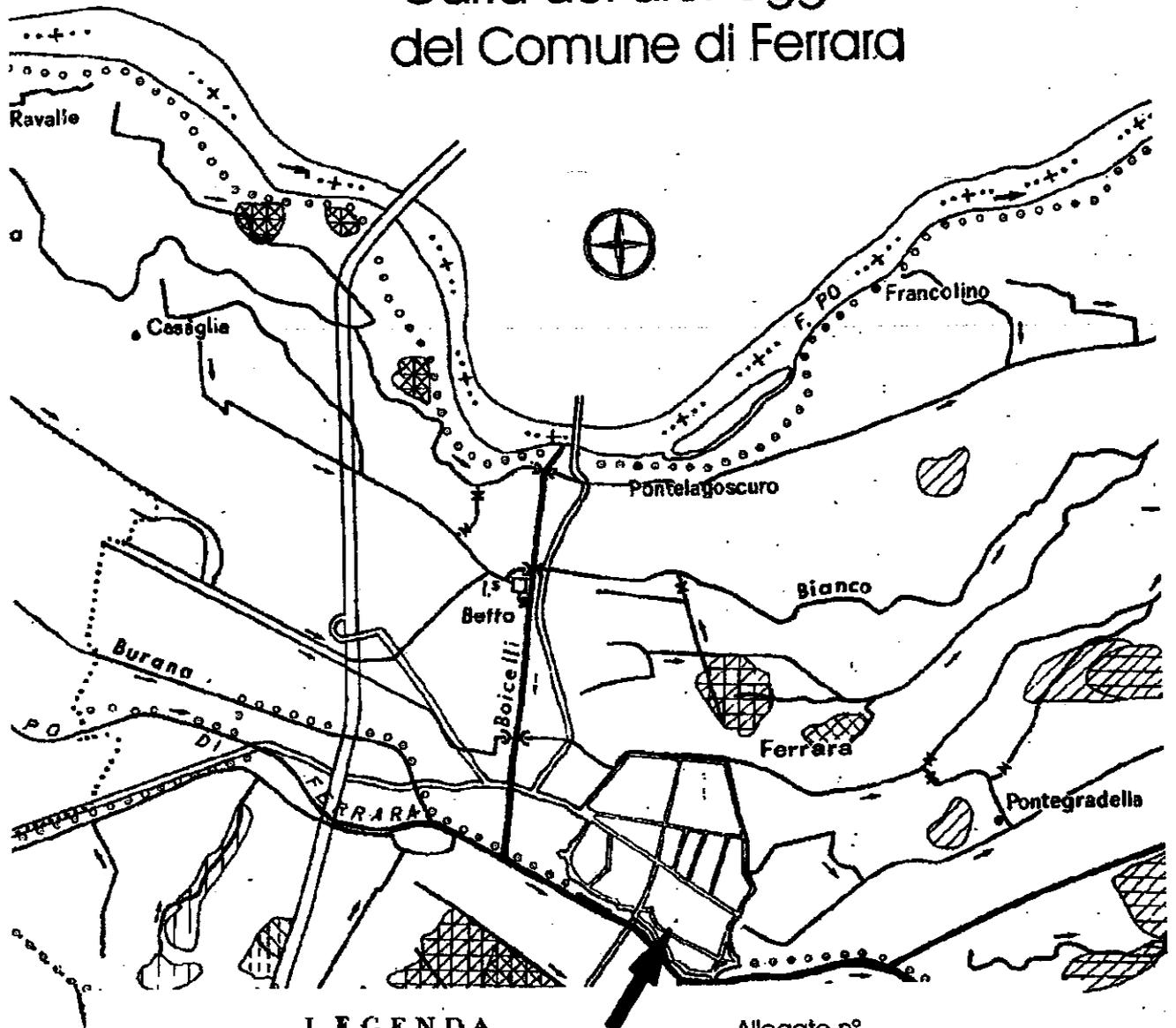
Carta delle isofreatiche Del Comune di Ferrara



Legenda

-  Isofreatica e quota relativa in m.
-  Direzioni di flusso
-  Direzioni di drenaggio
-  Spartiacque sotterranei
-  Paleoalvei Principali

Carta del drenaggio del Comune di Ferrara

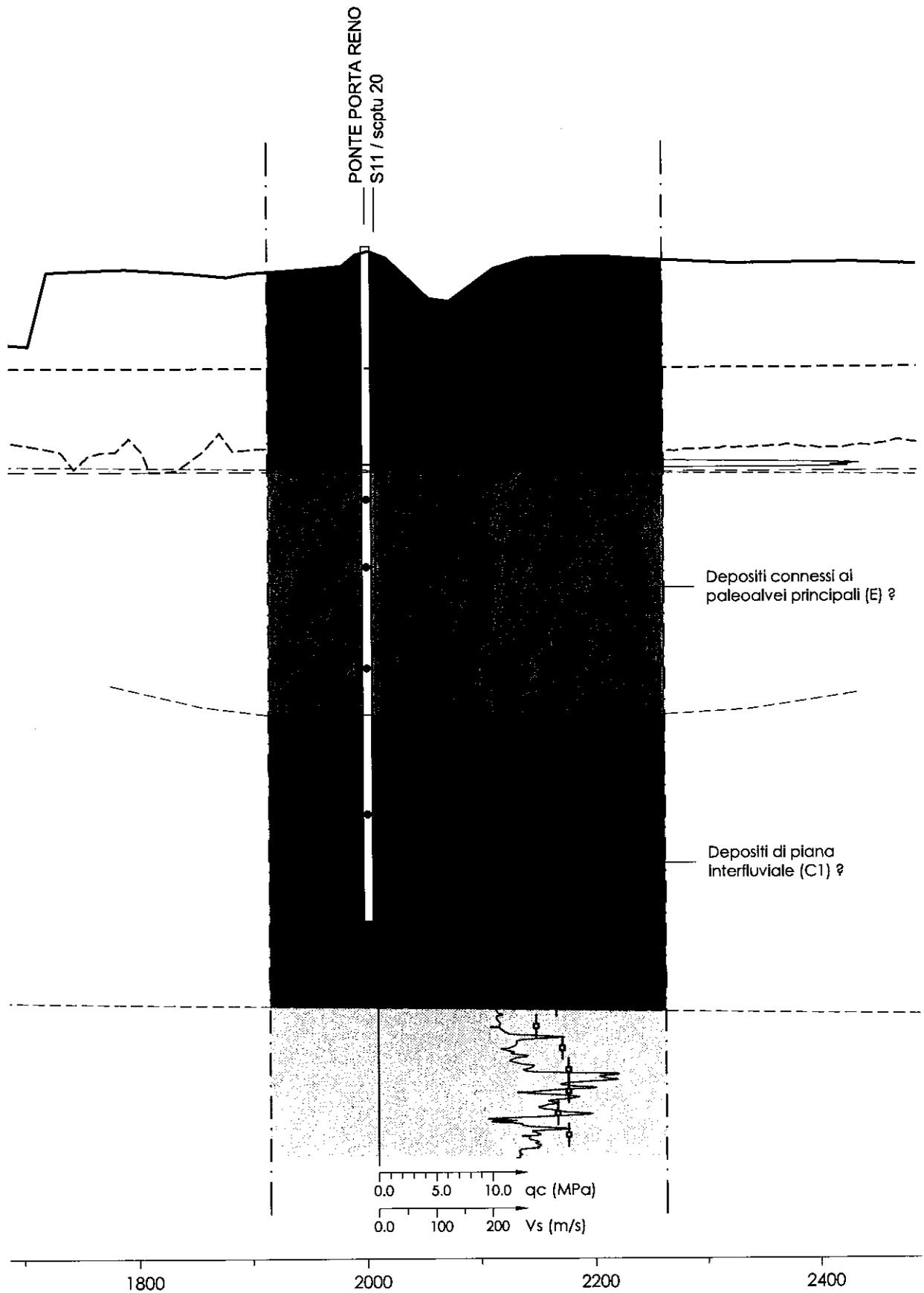


LEGENDA

Allegato n°

SISTEMA DI DRENAGGIO		AREE A DIFFICILTOSO DRENAGGIO	
	CANALI DELLA RETE SCOLANTE		PER CONDIZIONI ALTIMETRICHE
	SPARTIACQUE SUPERFICIALI PRINCIPALI		PER SCARSA PERMEABILITA' DEL TERRENO
	CHIUSE O PARATOIE PRINCIPALI		PER ALTEZZA PARTICOLARE DELLA PALDA FREATICA
	BOTTE A SFONE		PER SCARSA EFFICIENZA DELLA RETE DI DRENAGGIO CONSORZIALE
	INPIANTO DI SOLLEVAMENTO		PER SCARSA EFFICIENZA DELLA RETE DI DRENAGGIO AZIENDALE

Indagini Progetto Idrovia Ponte Porta Reno (Al. 5)





Sacchetto Partizioni Geotecnica s.r.l.
 Via dell'Industria 24 - 42011 Asolo (Pd) - Italy
 P.IVA 01622820368 - C.A.B. 030.00000000
 Tel. +39 059 208077 Fax +39 059 202063
 info@spgpartizioni.it www.spgpartizioni.it

MODERN GEOGRAPHY



COMMITTENTE: CESI

Data: 06.09.2005

LOCALITA': Ferrara

CAMPIONI
 Indisturbato
 a pareti sottili
 Rimaneggiato

SONDAGGIO 11

Attrezzatura : A66

Perforazione a carotaggio continuo: CAROTIERE Semplice ϕ 101 mm

LIVELLO ACQUA

prof. da p.c.	STRATI GRAFIA	FOTO	campioni prof.	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	Prof. S.P.T.		STRUMENTAZIONE FORO	LIVELLO ACQUA	
					POCKET Kg/cmq	NSPT TORV. Kg/cmq			
0,25				Riperto costituito da asfalto (10 cm) ghiaia eterogenea e ciottoli (ϕ max 3cm) frammenti di mattoni e calcestruzzo in matrice limoso sabbiosa nocciola chiara.			FORO CEMENTATO	- 7,40 m p.c. fine sondaggio	
0,50				Sabbia limosa grigia con riperto costituito da ghiaia eterogenea mattoni e calcestruzzo.					
2,25				Riperto costituito da sabbia medio fine limosa grigia, con ghiaia eterogenea e ciottoli (ϕ max 13 cm) frammenti di mattoni, calcestruzzo e asfalto.					
3,00				Sabbia medio fine nocciola, con nuclei limosi nocciola scuro, con riperto costituito da frammenti di calcestruzzo e mattoni.					
3,30				Limo sabbioso grigio scuro con riperto costituito da frammenti di mattoni.					
4,75				Muratura (frammenti di mattoni e intonaco con al tetto ciottoli e un frammento di trovante calcareo).					FORO CEMENTATO
5,00				Frammenti di calcestruzzo.					
5,82				Muratura (frammenti di mattoni e intonaco).					
6,00				Limo con sabbia ricca di frammenti di calcestruzzo e intonaco.					FORO CEMENTATO
6,50				Frammenti di mattoni, intonaco e calcestruzzo.					
7,50				MANCATO RECUPERO.					
8,00				Argilla limoso sabbiosa grigia scura con nuclei torbosi e con frammenti di mattoni intonaco e calcestruzzo.			FORO CEMENTATO		
9,20				MANCATO RECUPERO.					
9,50				Argilla limoso sabbiosa grigia scura con frammenti di calcestruzzo mattoni e intonaco.					
				Alternanze di sabbia fine deholmente limosa e sabbia medio fine grigia.					



Società Perforazioni Geotecniche s.r.l.
 Via dell'Industria 21 42011 Asolo (Pd) Italy
 P.IVA 01080802988 - CODICE FISCALE 01080802988
 Tel. 049/948 528877 - Fax 049/948 52885
 Web: www.spcg.it - Email: spc@spcgeotecniche.it

MODULI SONDAGGI
 GEOTECNICI ITALIANI



COMMITTENTE: CESI

Data: 06.09.2005

LOCALITA': Ferrara

CAMPIONI
 Indisturbato
 a pareti sottili
 Rimaneggiato

SONDAGGIO 11

Attrezzatura : A66

Perforazione a carotaggio continuo: CAROTIERE Semplice ϕ 101 mm

LIVELLO ACQUA

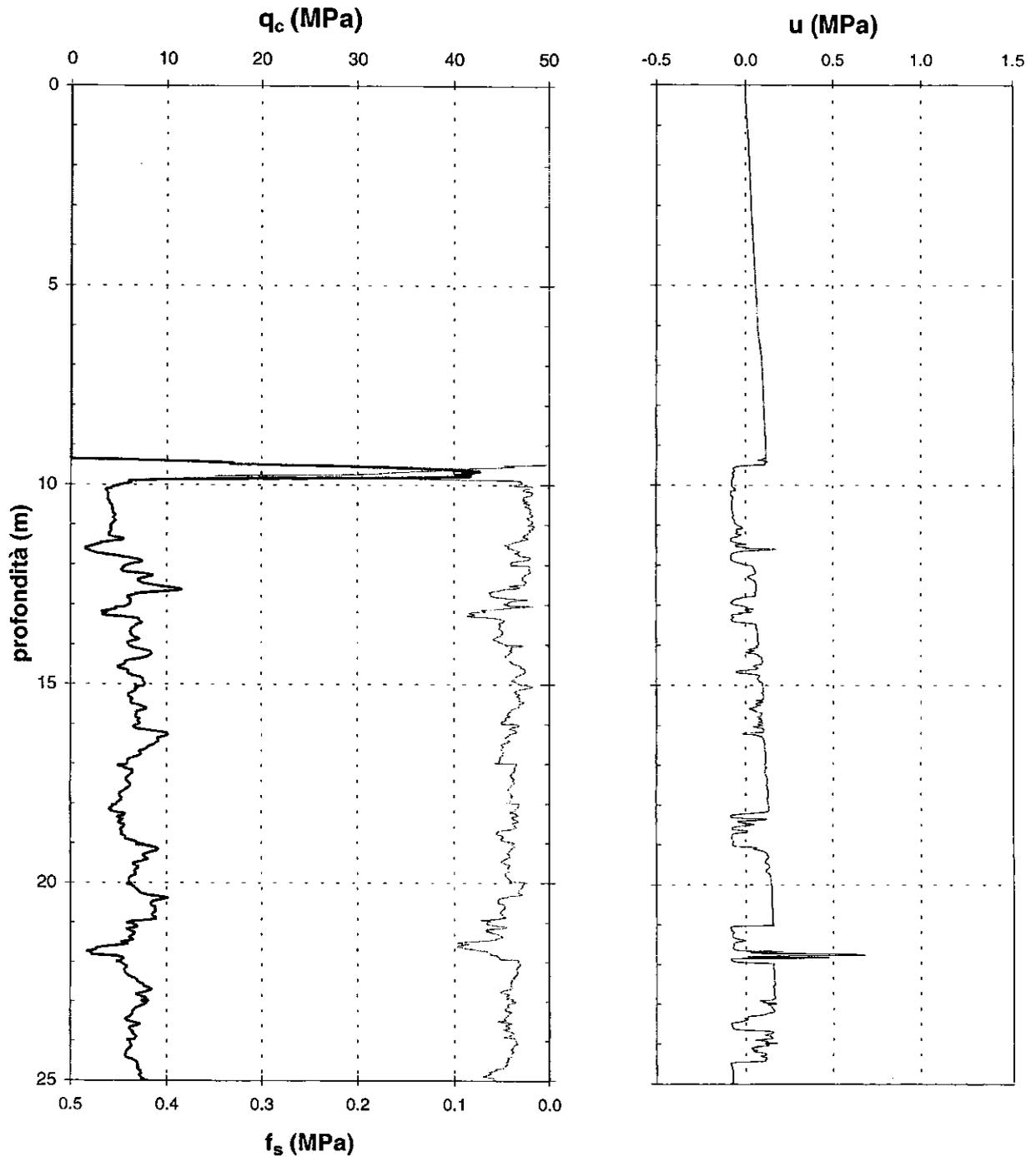
prof. da p.c.	STRATI GRAFIA	FOTO	campioni prof.	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	S.P.T.		STRUMENTAZIONE FORO	LIVELLO ACQUA
					Prof. POCKET Kg/cm ²	N _{SPY} TORV. Kg/cm ²		
20,8				Sabbia fine limosa grigia.			FORO CEMENTATO	- 7,40 m p.c. fine sondaggio
21,1				Limo con sabbia grigio con presenza di millimetrici livelli torbosi nerastri.				
				Alternanze di sabbia fine limosa grigia e sabbia medio fine debolmente limosa grigia. Presenza di sporadici livelli millimetrici torbosi.				
22							FORO CEMENTATO	
23								
24							FORO CEMENTATO	
25								
			25,00 SPT4				FORO CEMENTATO	
			25,45	Alternanze di sabbia limosa grigia e torba fibrosa neratra, in sottili livelli.				
			25,60	Alternanze di sabbia fine limosa grigia e sabbia medio fine debolmente limosa grigia. Presenza di sporadici livelli millimetrici torbosi.			FORO CEMENTATO	
26								
27							FORO CEMENTATO	
28								
29							FORO CEMENTATO	
30				Fine sondaggio.				

S.P.T.	
25,00	N ₁ =6 N ₂ =9
25,45	N ₃ =13

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	16/09/05	Ranzini	Ranzini

Procedura di riferimento: PT - DiG - 00070

Committente:	Provincia di Ferrara
Cantiere:	Idrovie Ferraresi - Ponte Porta Reno
Prova:	SCPTU 20
Data prova:	7 settembre 2005



Coordinate:	X =	Y =	Z =
Quote (m):	inizio prova = piano campagna		fine prova = 41.03 (40.52)

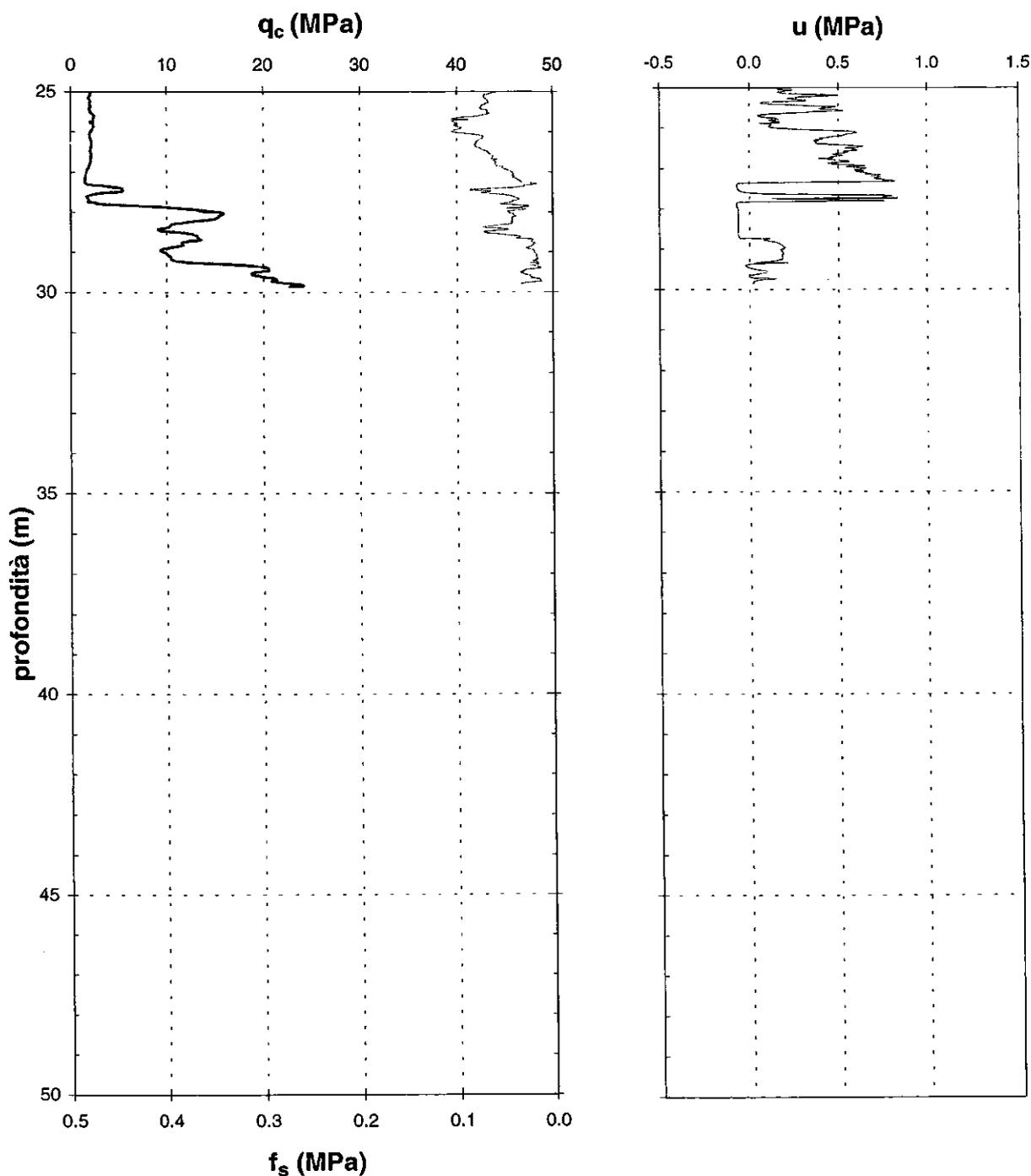
Note: Prova eseguita con piezocono n. 544
 Preforo superficiale a distruzione di nucleo da m 0.00 a m 9.35

Tipologia CPTU DH	Titolo Provincia di Ferrara: Idrovie Ferraresi Ponte Porta Reno	Identificativo SCPTU_20_2005	Foglio 1	di 2
----------------------	---	---------------------------------	-------------	---------

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	16/09/05	Ranzini	Ranzini

Procedura di riferimento: PT-DIG-00070

Committente:	Provincia di Ferrara
Cantiere:	Idrovie Ferraresi - Ponte della Pace
Prova:	CPTU 19
Data prova:	7 settembre 2005

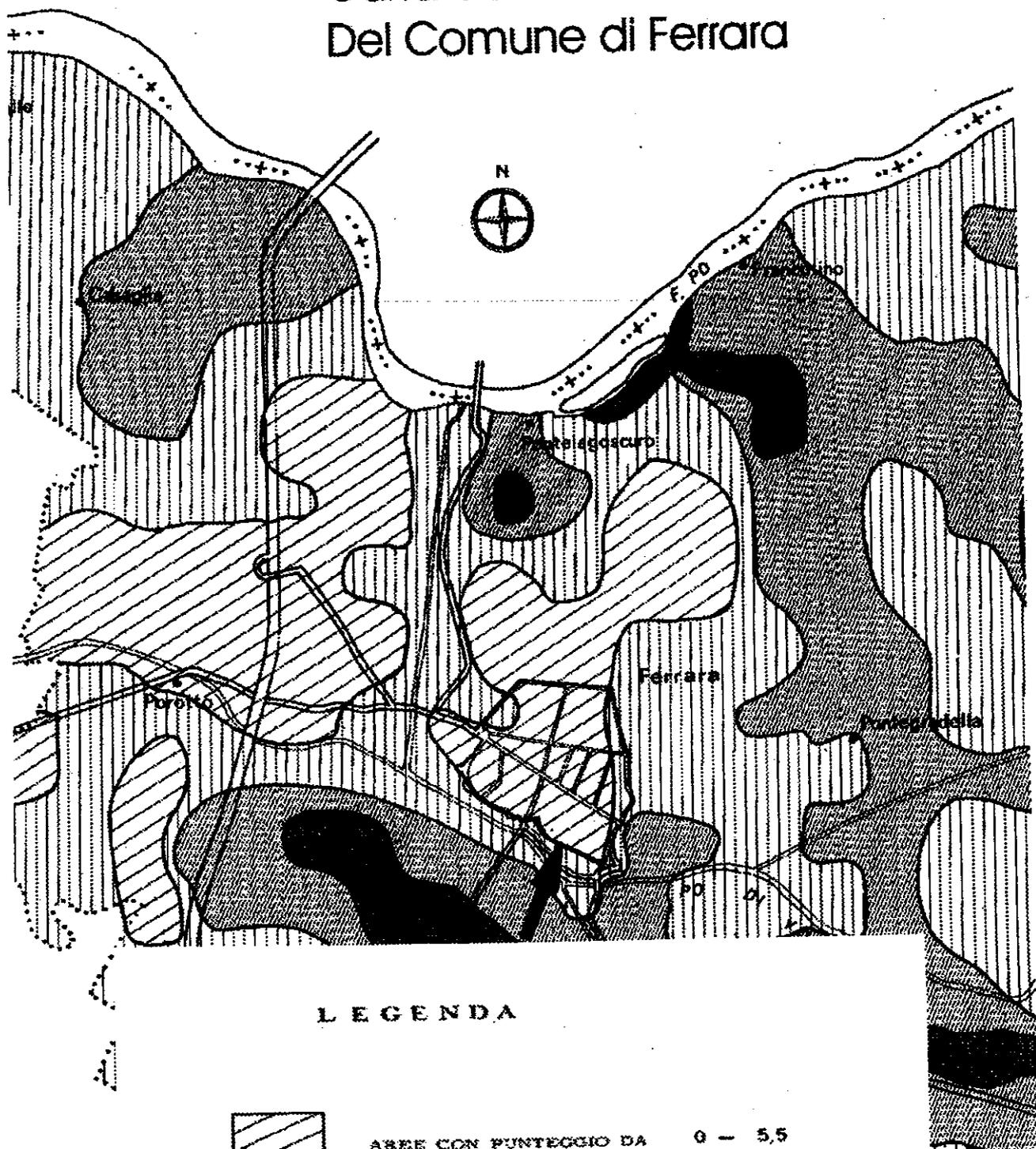


Coordinate: X = Y = Z =
 Quote (m): inizio prova = piano campagna fine prova = 29.90 (29.85)

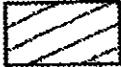
Note: Prova eseguita con piezococono n. 544
 Eseguito preforo superficiale da m 0.00 a m 1.45

Tipologia	Titolo	Identificativo	Foglio	di
CPTU	Provincia di Ferrara: Idrovie Ferraresi Ponte della Pace	CPTU_19_2005	2	2

Carta della Penalità Del Comune di Ferrara



LEGENDA

	AREE CON PUNTEGGIO DA	0 - 5,5
	AREE CON PUNTEGGIO DA	5,5 - 8,5
	AREE CON PUNTEGGIO DA	8,5 - 11,5
	AREE CON PUNTEGGIO	> 11,5

**Indagini Ambientali
Soc. Eco Ter (Al. 7)**

STUDIO MATTIOLI s.r.l.

via Malpertuso,1 - 40123 Bologna

Tel/Fax 0516449001

www.studiomattioli.com

Committente ECO-TER s.r.l.	Profondità raggiunta -7.50	Inicio/Fine Esecuzione 08/01/2009
Operatore SOGBO s.r.l.	Indagine AMBIENTALE	Cantiera FERRARA - AREA EX AMGA
Responsabile DOTT. ANTONIO PAONE	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio METODO GEOPROBE
		Tipo Sonda PAGANI

SQUA (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	QUOTA	%Carotaggio		CAMPIONI	V.O.C.
				0	20 40 60 80 100		
		RIPORTO. sabbia medio-fine limosa e limo sabbioso nocciola con inclusi eterometrici di varia natura (laterizi prevalenti)					0.10 -0.50 0.30 -1.00 0.20 -1.50 0.10 -2.00 0.20 -2.50 0.10 -3.00 0.10 -3.50 0.20 -4.00 0.10 -4.50 0.10 -5.00 0.00 -5.50
		sabbia media grigia	-5.80			C	
		argilla con sabbia grigia	-5.90			C	-5.90 0.10
		sabbia medio-fine grigia	-6.30			C	-6.00
		argilla grigia debolmente sabbiosa	-6.40			C	-6.25 0.00
		sabbia media grigia/bruna	-6.90			C	-6.70 -6.50
			-7.00			C	0.00 -7.00
			-7.50				0.00 -7.50

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, RS-Rimaneggiato da SPT

Carotaggio: METODO GEOPROBE

Sonda: PAGANI

N.B. i valori V.O.C. sono stati rilevati col fotolonnizzatore all'apertura dei liner

LIVELLO FALDA: n.r.