

**Committente**

Comune di Crevalcore (BO)  
Settore lavori pubblici e manutenzione  
CUP:F34I19000890004 CIG: 89673088A7

R.U.P.  
arch. Arianna Gentile

**Progetto di fattibilità tecnico ed economica - PNRR**

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA COSTRUZIONE DI UN  
POLO DELL'INFANZIA DOZZA

**Località**

CREVALCORE

**Progettazione - RTP****ENRICO DUSI STUDIO**

arch. Enrico Dusi - S.Polo, 3083 - 30125 - Venezia - Italy  
tel +39 041 8227556  
www.enricodusi.com - studio@enricodusi.com

Progettista opere architettoniche  
arch. Enrico Dusi  
collaboratori  
arch. Marta Magnaguagno

**planum**

Planum Srl - via Daniele Manin, 53 - 30174 - Mestre - Venezia - Italy  
tel +39 041 927320  
www.planum.com - info@planum.com

Progettista opere strutturali, impiantistiche e VVF  
ing. arch. Alessandro Checchin  
collaboratori  
ing. Dario Puppato, ing. Mattia Francescato, ing. Sara Domeneghetti, ing. Vincenzo Giugno

**Consulente per l'acustica**

geom. Domenico Gullo  
via Monchera 15/C - 31010 - Farra di Soligo - Treviso - Italy  
tel +39 347 2623547 - geom.gd75@gmail.com

**Consulente DNSH e aspetti ambientali**

arch. Matteo Dianese  
via Risorgimento, 16/B - 30027 - San Donà di Piave (VE)  
tel +39 0421 222553 - m.dianese@studiodianese.it

**Oggetto**

RELAZIONE GEOLOGICA

**Elaborato n.**

**0G.00**

Progetto n.	Data	Revisione	Disegnato	Approvato
22001-02	08/02/2023	00	MEP	ACH

Nome file  
22001-02\_0G.00\_r00



**Comune di Crevalcore**

**NUOVO ASILO NIDO E SCUOLA MATERNA**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

**Relazione geologica**

Rev 00 del 08.02.2023





**Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella**  
**GEOLOGIA FERRARA SRL**  
via dell'artigianato, 3  
44033 – Ro di Riva del Po (FE)  
cell. +39.3383646278 - [info@geofe.it](mailto:info@geofe.it) – [www.geofe.it](http://www.geofe.it)  
P. IVA: 01926240381

REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E  
ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE  
UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)

NTC 18 – D.M. 17/01/08



REGIONE EMILIA/ ROMAGNA - PROVINCIA DI BOLOGNA - COMUNE DI CREVALCORE

**REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL  
COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A  
CREVALCORE (BO)**

**NORMATIVA SISMICA NTC 18 COME DA D.M. 17/01/18 “NTC 2018”**  
**Ai sensi del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018**

Committente : **Comune di Crevalcore**

Relatore : **Dr. Geol. Zanella Fabio**



rif. 190/22GF

Riva del Po (FE), 28/11/2022

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
3. NORMATIVE, BIBLIOGRAFIA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....	8
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE .....	9
6. RICOSTRUZIONE GEOMORFOLOGICA, ALTIMETRICA E IDROLOGICA .....	13
7. PROBLEMATICHE GEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERVENTO .....	20
8. CARATTERISTICHE SISMICHE .....	21
9. PROGRAMMA DELLE INDAGINI .....	29
9.1 Prove penetrometriche elettriche con piezocono elettrico (CPTU) e meccanico (CPT) .....	30
9.2 HVSR .....	38
9.3 MASW .....	41
9.4 Modello geotecnico .....	44
10. CLASSIFICAZIONE SECONDO L'O.P.C.M. 3274 .....	48
10.1 Determinazione della categoria di suolo .....	48
10.2 Parametri sismici (Pericolosità sismica di base e di sito) .....	49
11. RISPOSTA SISMICA LOCALE AL III LIVELLO DI APPROFONDIMENTO .....	55
11.1 Introduzione .....	55
11.2 Dati generali .....	59
11.3 Elaborazione .....	60
11.4 Riassunto dei risultati dell'analisi numerica .....	79
12. PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO .....	82
12.1 Caratteri idrogeologici e idrologici .....	83
13. LIQUEFAZIONE .....	85
14. FONDAZIONI .....	95
14.1 Calcolo RD .....	95
15. CONSIDERAZIONI SUI CEDIMENTI .....	100
16. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	102

Allegato 1 Rapporti di Prova CPTU 1 – 2 - 3

## 1. PREMESSA

L'intervento oggetto della presente relazione riguarda la progettazione per la realizzazione nuova scuola materna e asilo nido per il comune di Crevalcore, ubicata in via Di Vittorio (BO).

La presente relazione di “Modellazione Geologica”, comprensiva dei parametri geotecnici e sismici, ai sensi del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018 (NTC), dovrà fornire al Progettista incaricato, tutti i dati necessari per la nuova edificazione.

Committenza: Comune di Crevalcore (BO)

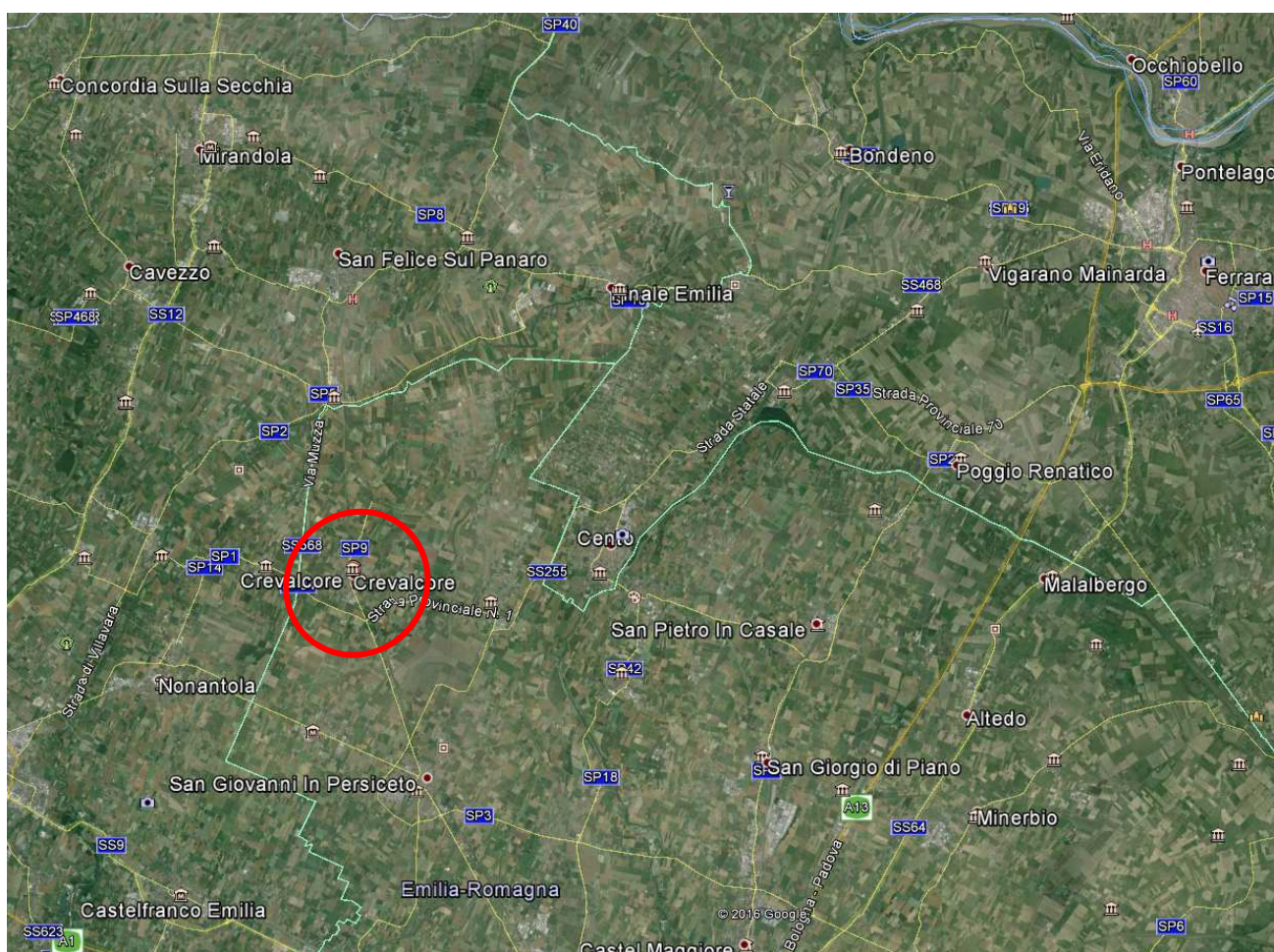


Figura 1 Immagine Google Earth – Ubicazione della macro area oggetto di indagine



## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto d'indagine è ubicata nel Comune di Crevalcore (BO), localizzata nella parte centro meridionale del centro abitato, lungo via Di Vittorio, come risulta dalla figura 1.

Coordinate: Latitudine 44.716360 - Longitudine 11.139949 elev 18 mt



Figura 2a Immagine Google Earth – Ubicazione dell'area oggetto di indagine

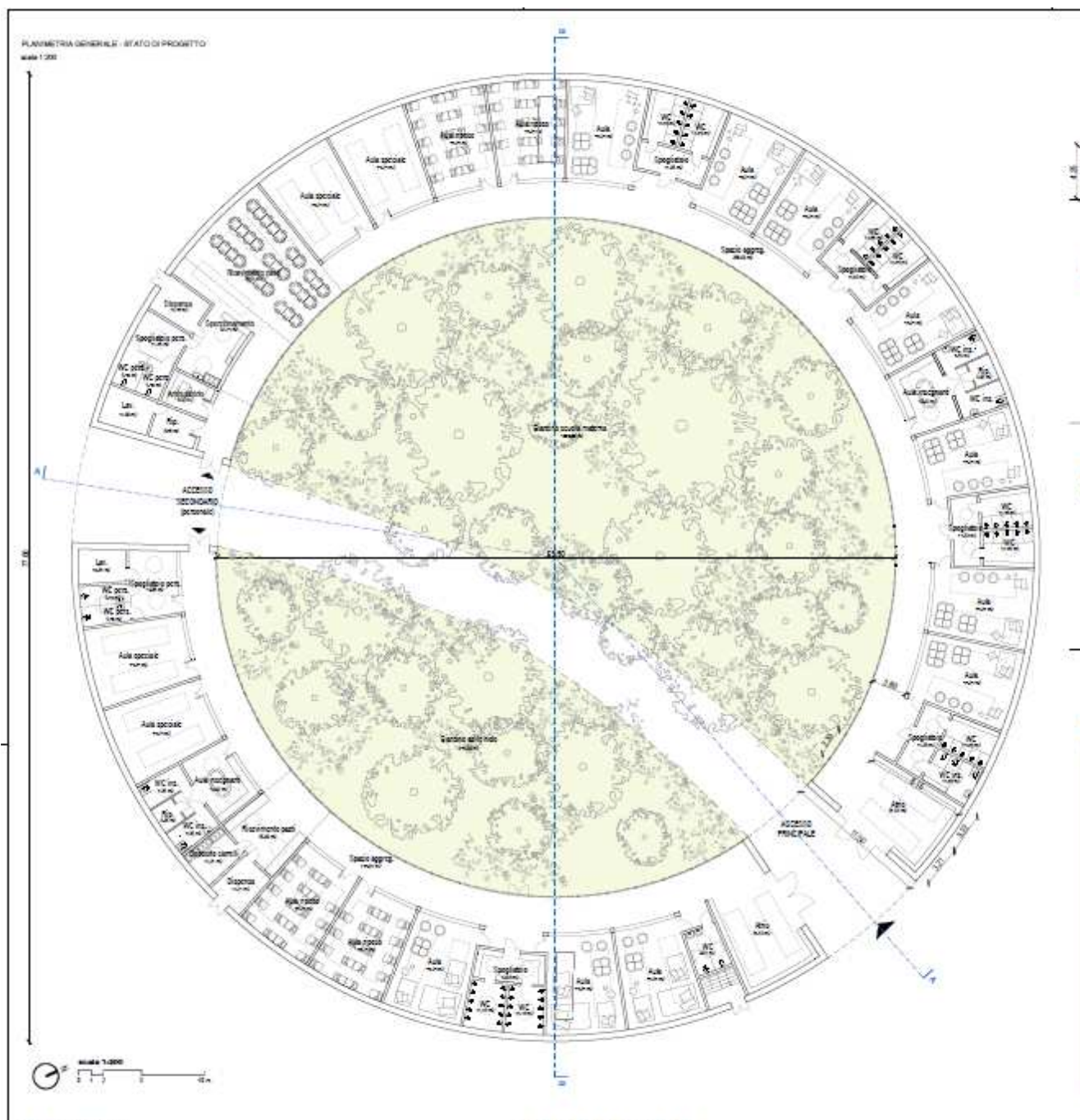


Figura 2b Immagine Google Earth – Planimetria di Progetto scala libera





Figura 3 – Carta Tecnica Regionale CTR (202060) – Ubicazione zona oggetto d'indagine

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

### **3. NORMATIVE, BIBLIOGRAFIA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

D.M. 16 gennaio 1996

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

Ordinanze P.C.M. 20 marzo 2003 n° 3274 e 2 ottobre 2003 n° 3316

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

A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana

“Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica” Linee guida (marzo 2005).

D.M. 17 gennaio 2018

“Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”

D.M. 17 gennaio 2018

“Circolare applicativa 27 Luglio 2018” C.S. LL. PP.

A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana

“ Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (giugno 1977)”.

Regione Emilia-Romagna Ordinanza n. 70 del 13 novembre 2012

“Approvazione del programma per gli studi di microzonazione sismica”

PTCP Piano Territoriale Coordinamento Provinciale Provincia di Bologna

PSC del comune di Crevalcore – Unione Terre d’acqua

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE



Figura 4 –Inquadrimento fisico Regione Emilia-Romagna

Il territorio dell'Emilia-Romagna è costituito dal versante padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Po; il limite regionale, infatti, coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord (fig. 4).

Pur essendo due ambienti geomorfologici ben distinti, l'Appennino e la Pianura Padana sono strettamente correlati.

Il fronte della catena appenninica non coincide con il limite morfologico catena – pianura (margine appenninico – padano), ma è individuabile negli archi estremi delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981) sepolte dai sedimenti quaternari padani.

Il vero fronte appenninico, quindi, situato circa all'altezza del Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano – veneta.

Si può così schematizzare che l'evoluzione del territorio dell'Emilia – Romagna coincide con l'evoluzione del settore esterno della catena nord – appenninica.

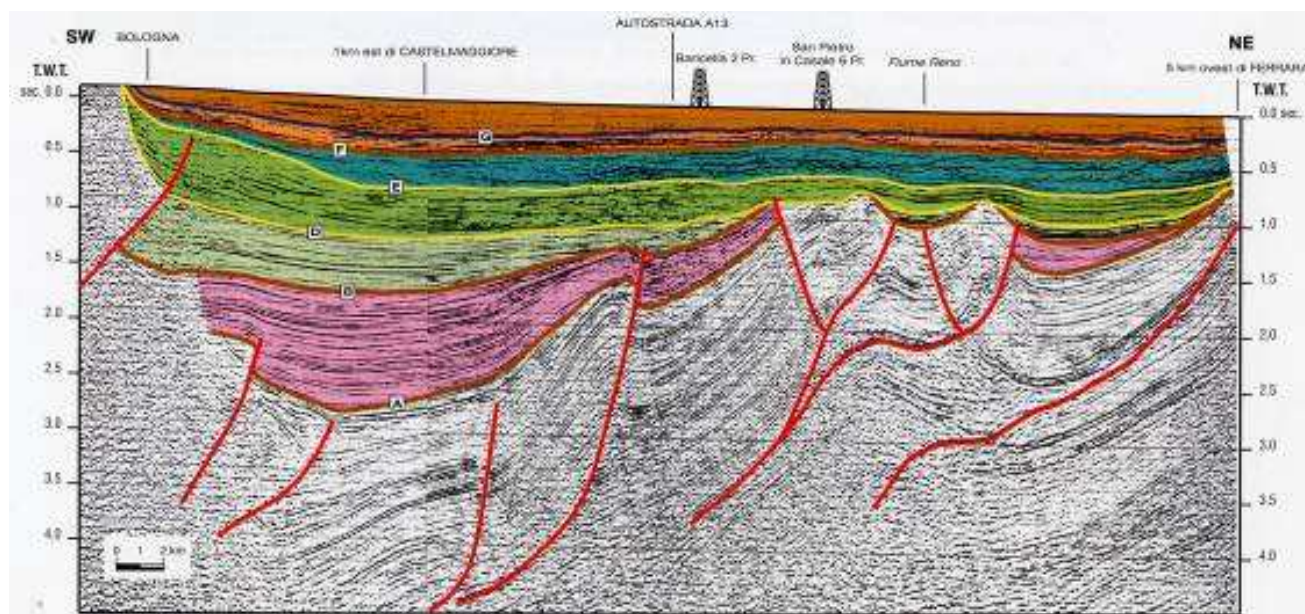
L'Appennino settentrionale è una catena a *thrusts* facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Eurasiatica.



Si tratta, quindi, di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica (*Liguridi*) e il dominio Tosco – Umbro – Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico (circa 200 M.ni di anni fa)

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

La formazione della pianura bolognese, nella quale è situato il territorio in oggetto, è legata all'evoluzione tettonico-sedimentaria del bacino padano. Ricerche e indagini geologiche hanno individuato nel sottosuolo padano strutture profonde, sviluppatesi in un lasso di tempo compreso tra il Miocene superiore ed il Pleistocene, geneticamente connesse alla tettonica di embrocamento che ha caratterizzato l'evoluzione strutturale dell'Appennino. I fronti dei sovrascorrimenti sepolti, che interessano le stesse unità litologiche per lo più di origine marina che è possibile osservare in affioramento nel margine collinare, sono marcati da pronunciate pieghe anticlinali che asimmetriche, vergenti a N-NE, con asse orientato mediamente NW-SE, fra le quali si segnalano le pieghe della cosiddetta Dorsale Ferrarese.



**Fig. 5 : Profilo sismico interpretato** (Regione Emilia Romagna – ENI – AGIP, 1998 : *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna*, a cura di G. Di Dio)

Il colmamento del bacino bolognese si è realizzato principalmente in seguito all'attività sedimentaria dei corsi d'acqua appenninici: procedendo dal basso verso l'alto si rinvencono dapprima sedimenti di origine marina, successivamente sedimenti transizionali (lagunari e costieri) ed infine

depositi di origine francamente continentale che costituiscono le alluvioni quaternarie. Le variazioni di spessore e dei caratteri deposizionali, registrate dalla successione litostratigrafica, sono riconducibili a fenomeni tettonici e glacio-eustatici che hanno controllato la sedimentazione all'interno del bacino e hanno condizionato la potenzialità deposizionale dei vari corsi d'acqua. Il riempimento del bacino marino ed il successivo passaggio alla sedimentazione continentale non si sono verificati in maniera continua e progressiva, ma sono stati il risultato di eventi tettonico sedimentari parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive.

Come evidenziato in fig. 6, nell'area in esame la base del Sintema Emiliano Romagnolo superiore (depositi della Pianura Padana) risulta prossimo ai 250 metri di profondità.

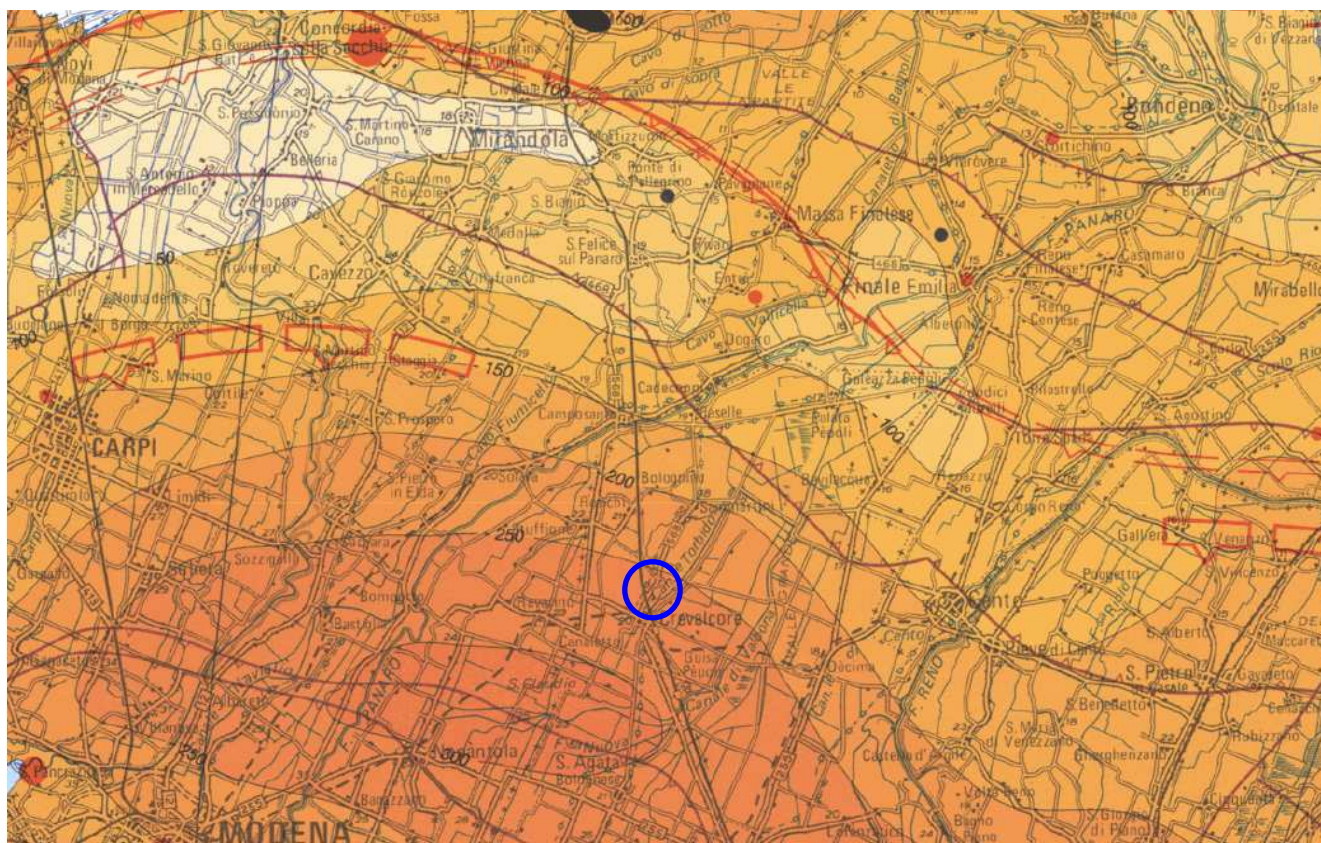
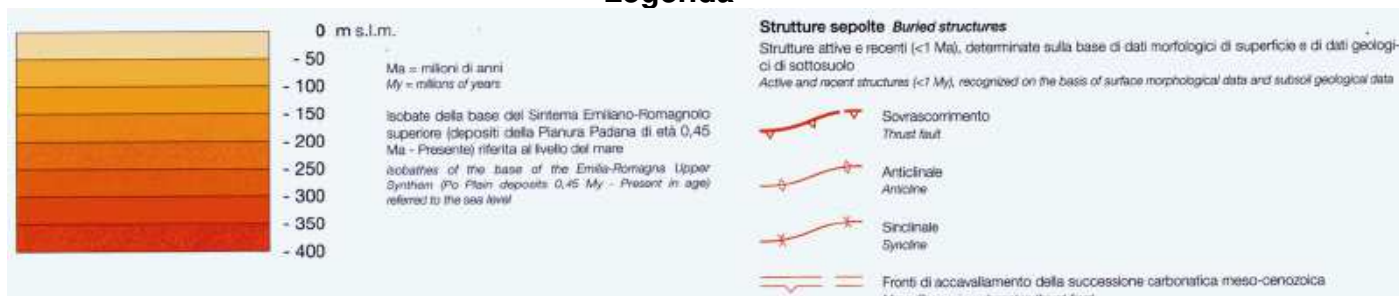


Figura 6 – Stralcio carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna (cerchiata in blu l'area indagata)



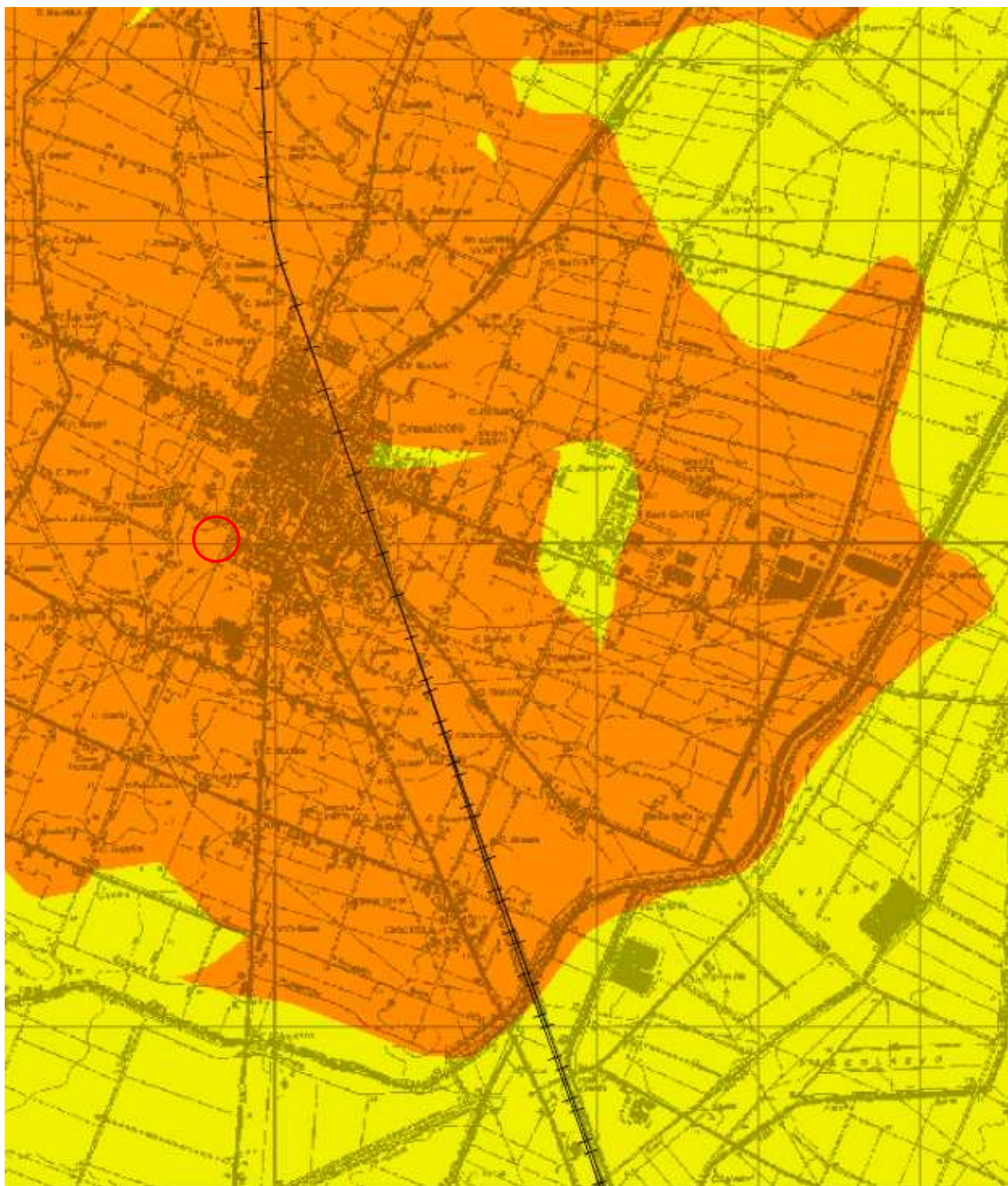
## Legenda



Dal controllo delle carte tematiche del PTCP di Bologna (aggiornamento al giugno 2012 – Fonte: [http://cst.provincia.bologna.it/ptcp/tavole/agg\\_giugno2012](http://cst.provincia.bologna.it/ptcp/tavole/agg_giugno2012)), ACQUE SOTTERRANEE: l'area non risulta in una particolare zona di protezione (fig.7.); RISCHIO SISMICO: è' situata in un'area "L1 - Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale presenza di terreni predisponenti la liquefazione" (fig.7a); RISCHIO FRANA e Gestione delle Acque Meteoriche: risulta in una zona senza particolari vincoli.



**Figura 7** Stralcio Tavola 1 P.T.C.P. Bologna – Acque sotterranee



**Figura 7a** Stralcio Tavola 2c P.TC.P. Bologna – Rischio sismico: aree suscettibili di effetti locali

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

## 6. RICOSTRUZIONE GEOMORFOLOGICA, ALTIMETRICA E IDROLOGICA

Il territorio del Comune di Crevalcore, al cui interno ricade l'area in esame è parte integrante della Pianura Padana, dove il suo costituirsi, va visto nel contesto più generale della evoluzione geomorfologia Olocenica della pianura modenese, con particolare riguardo agli ultimi 3000 anni.

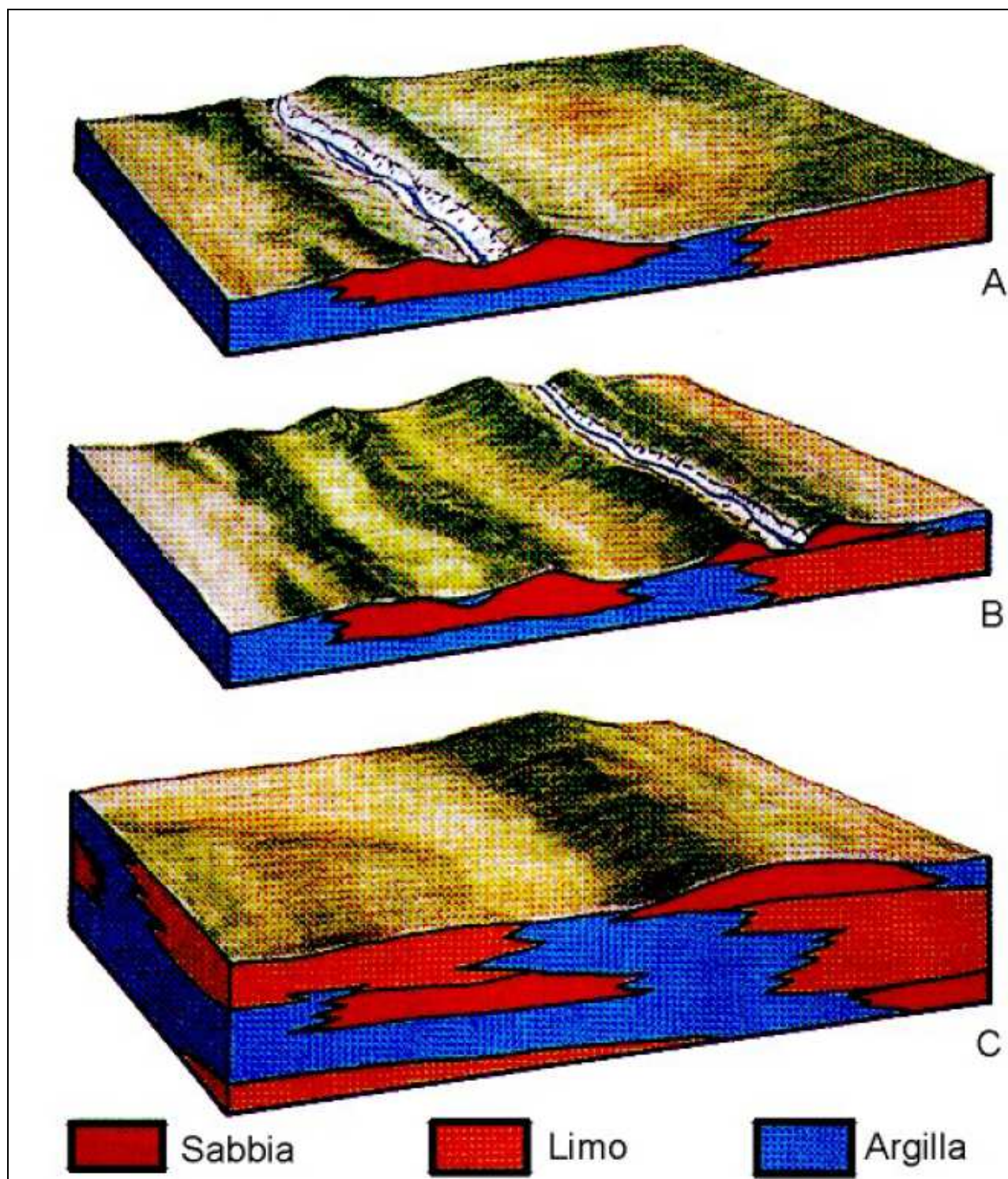
Il meccanismo di formazione e trasformazione di questo territorio è il frutto di processi geologici e geomorfologici che si sovrappongono, nello spazio e nel tempo, e che principalmente sono la sedimentazione fluviale e la subsidenza.

Per evoluzione geomorfologia si intende specificatamente, la progradazione dell'apparato deltizio del Po, che fece seguito alla trasgressione Flandriana, con lo sviluppo di canali distributori, oggi rimasti come residui dossivi a far da limite a catini interfluviali morfologicamente depressi, anche in relazione al maggior tasso di subsidenza effetto della maggiore costipabilità dei sedimenti fini.

Un corso d'acqua naturale ormai giunto vicino alla foce, al momento della piena, deposita i sedimenti più grossolani, in questo caso sabbie e limi, entro l'alveo oppure al di fuori di esso se sussistono le condizioni per una sua tracimazione.

Appena l'acqua può espandersi perde energia e lascia gran parte del suo “carico” ai lati dell'alveo stesso, formando così degli argini naturali.





*Figura 8 – Evoluzione morfologica di un corso d'acqua in un'area di piana alluvionale, in una situazione naturale, non ancora regolata dall'uomo*

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

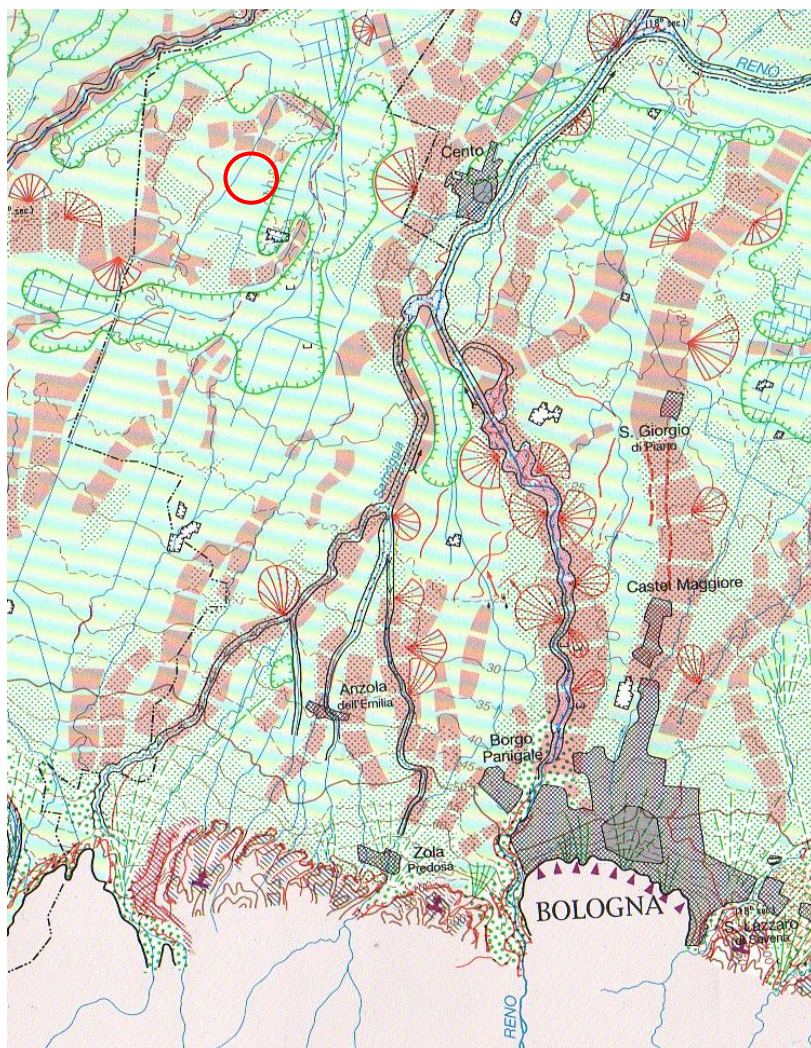
Le frazioni più fini dei materiali trasportati, restano in sospensione finché l'energia non diminuisce ancora fino ad annullarsi, dove l'acqua si ferma e ristagna.

Il volume minore occupato dalle granulometrie fini e la maggiore costipabilità dei sedimenti a cui danno origine causano, nel tempo, una differenziazione altimetrica tra gli alvei, che diventano pensili, ed i bacini di sedimentazione laterali che divengono via via depressioni a forma di catino delimitate dai tracciati fluviali.

La distribuzione sul territorio di queste forme geomorfologiche, condiziona anche il flusso della falda freatica: in genere i paleo-alvei corrispondono a zone di distribuzione e di alimentazione della falda freatica, laddove i catini interfluviali corrispondono a zone di drenaggio e richiamo delle acque.

Dalla Carta Geomorfologica della Pianura Padana, (S.E.L.C.A. Firenze, 1997), di cui è visibile uno stralcio in fig. 9, si può osservare come l'area risulti di poco a sud di un dosso fluviale meno pronunciato o a forte pendenza longitudinale. La zona risulta in un'area con caratteristiche litologiche limoso - argillose. Dalla carta geologica in fig 12 notiamo come ci sia di poco a nord la presenza di una traccia di alveo fluviale abbandonato certa.



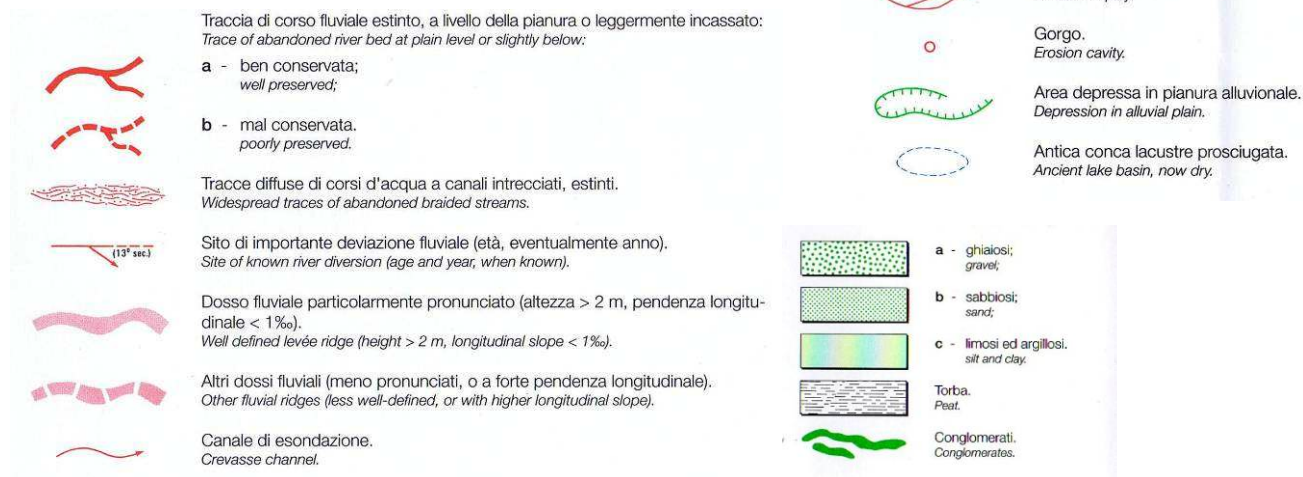


**Figura 9** Stralcio Carta Geomorfologia della Pianura Padana



Area indagata

**Legenda**

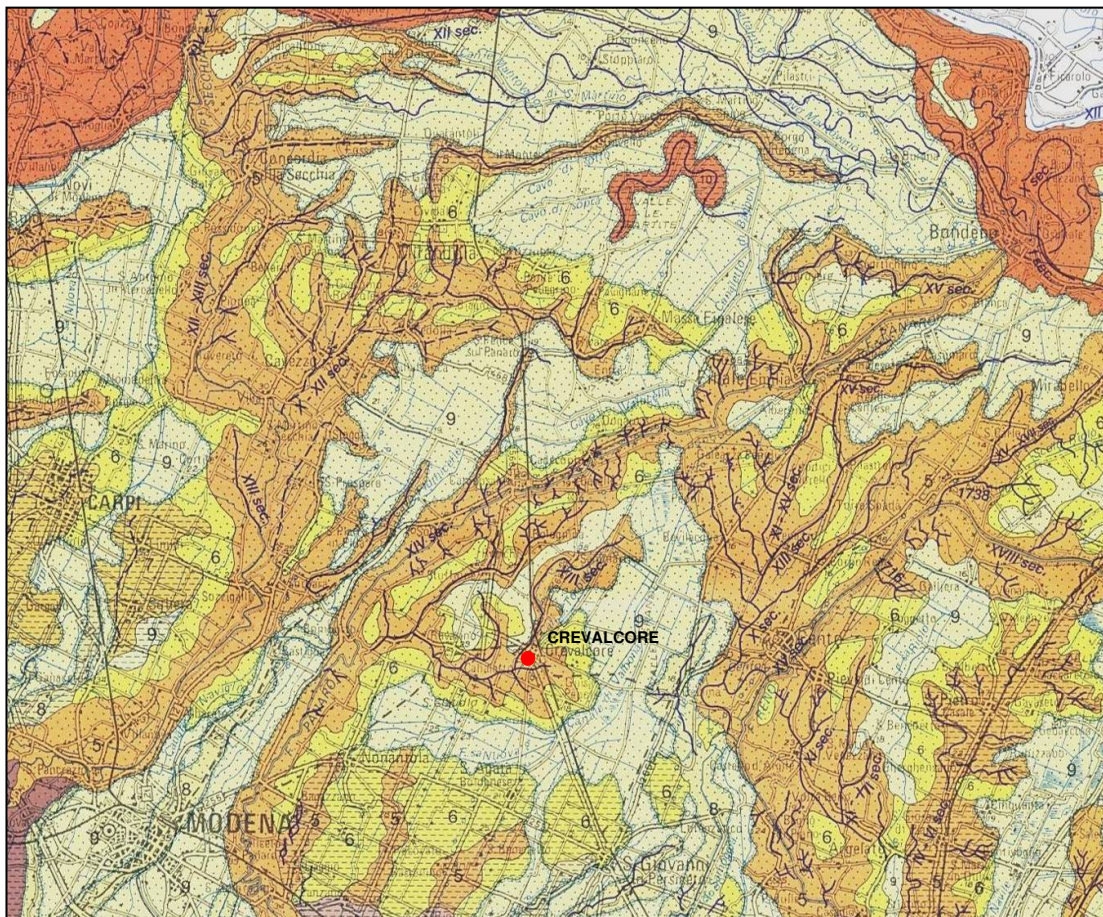




Con riferimento alla fig. 10, dove viene presentato uno stralcio della carta geologica di pianura dell'Emilia-Romagna, sono stati riconosciuti all'interno del territorio comunale, 2 tipi principali di depositi di Piana alluvionale:

- Sabbie medie e fini, intercalate a sabbie fini limose;
- Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime;

*Figura 10 –  
 Stralcio  
 Carta  
 Geologica  
 dell'Emilia-  
 Romagna*



### Legenda:

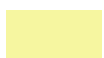
#### *Depositi di Piana Alluvionale*



5. Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi, depositi di canale e argine prossimale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.



6. Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose. Depositi di argine distale.



9. Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude.



Traccia di canale estinto



Ventaglio di rotta



Traccia di canale estinto interpretata

**XVI sec.**

età



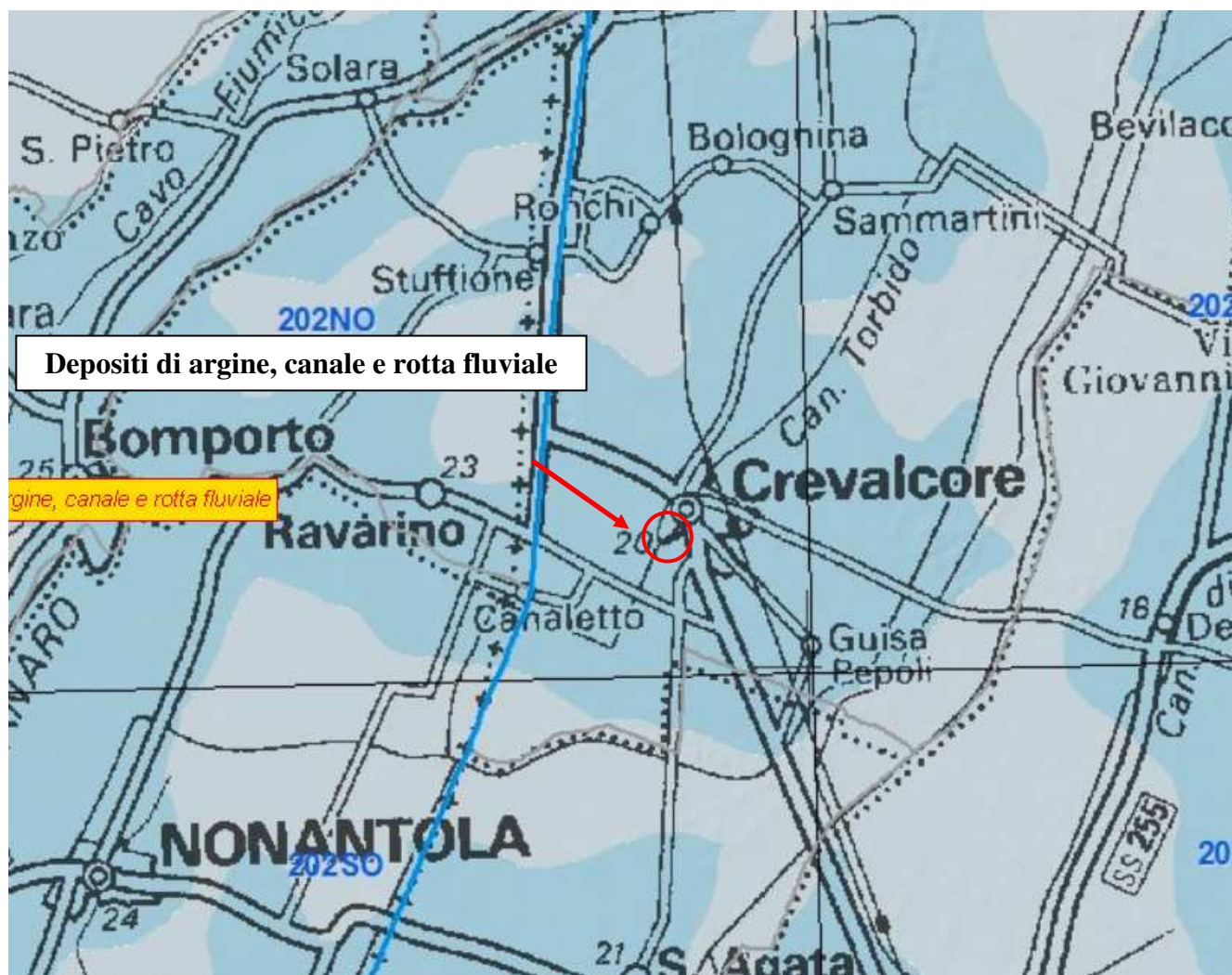


Figura 11 - Stralcio Carta Geologica dell'Emilia Romagna

**Comune di Crevalcore (BO), sezione CTR: 202060**

Linee geomorf./antrop. (50K) traccia di alveo fluviale abbandonato certa	sigla nome nome completo tipo	AES8a unità di Modena Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena unità
Ambienti deposiz. e litologie (50K) sabbia limosa di piana alluvionale	descrizione	Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore
Unità geologiche (50K) AES8a - Sintema emiliano- romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna -		



unità di Modena	grigio-giallastro
legenda	AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena
etÀ	Olocene
sigla	SL
tessitura	sabbia limosa
deposito	deposito di canale, argine e rotta fluviale
ambiente	piana alluvionale

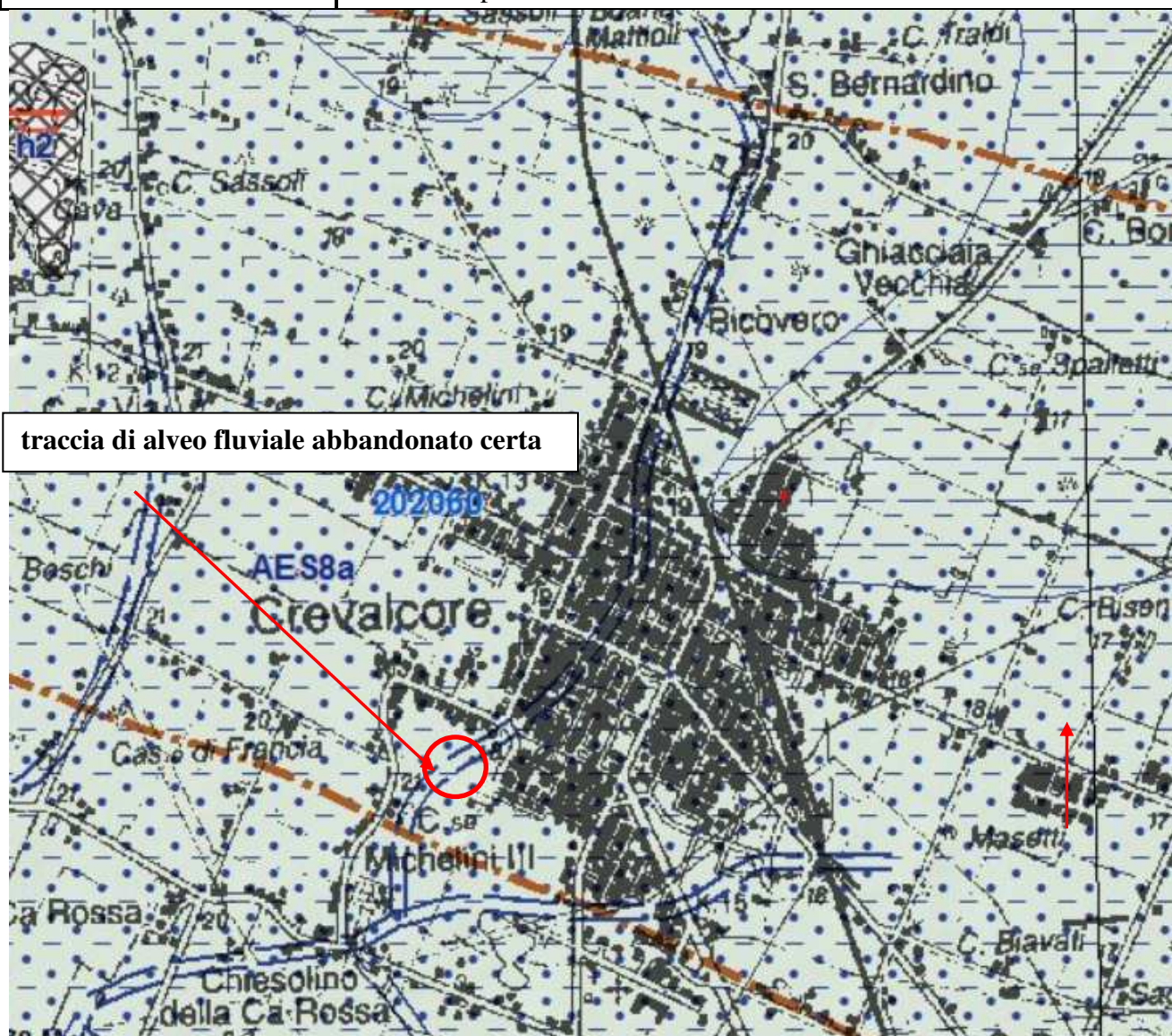


Figura 12 - Carta Geologica Pianura Padana – Fonte Carg Emr

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

## 7. PROBLEMATICHE GEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERVENTO

Nel quadro geologico regionale, in parte già ampiamente delineato nei paragrafi precedenti, la messa a fuoco, sull'area in esame, oggetto dell'intervento, porta ad individuare i seguenti aspetti di natura geologica da approfondire, anche in ottemperanza alle normative vigenti:

- i terreni di fondazione di natura sedimentaria di recente deposizione, incoerenti e disomogenei in senso verticale e orizzontale;
- tali terreni devono essere indagati nel dettaglio per stabilire le caratteristiche di consistenza, granulometriche, di resistenza alla compressione, della permeabilità, e nei loro rapporti geometrici in funzione degli spessori e della loro continuità laterale;
- previsione sulla naturale evoluzione nel tempo, ma soprattutto sulle risposte alle sollecitazioni imposte dai sovraccarichi legati alla costruendo opera;
- la situazione della falda freatica può determinare problemi ad eventuali strutture semi-interrate, con allagamenti in caso di eventi meteorici intensi: a tale scopo andrà verificato il livello e le possibili variazioni nel tempo;
- l'assetto geomorfologico e altimetrico può influenzare lo scolo degli afflussi meteorici e indirizzare la progettazione delle opere di urbanizzazione (collettamento verso gli scarichi).

Il quadro sismotettonico delineato e la nuova normativa sismica, impongono alcune verifiche di parametri significativi, per prevedere il comportamento dei terreni in caso di scosse sismiche (amplificazione locale, liquefazione).

## 8. CARATTERISTICHE SISMICHE

Con l'entrata in vigore del nuovo D.M. "Norme tecniche sulle costruzioni", che ha recepito l'OPCM 3274 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche"*, il Comune di Crevalcore è stato confermato in zona 3 (fig.13) cioè:

- accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ ) pari a 0,15;
- accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche ( $a_g/g$ ) pari a 0,15.

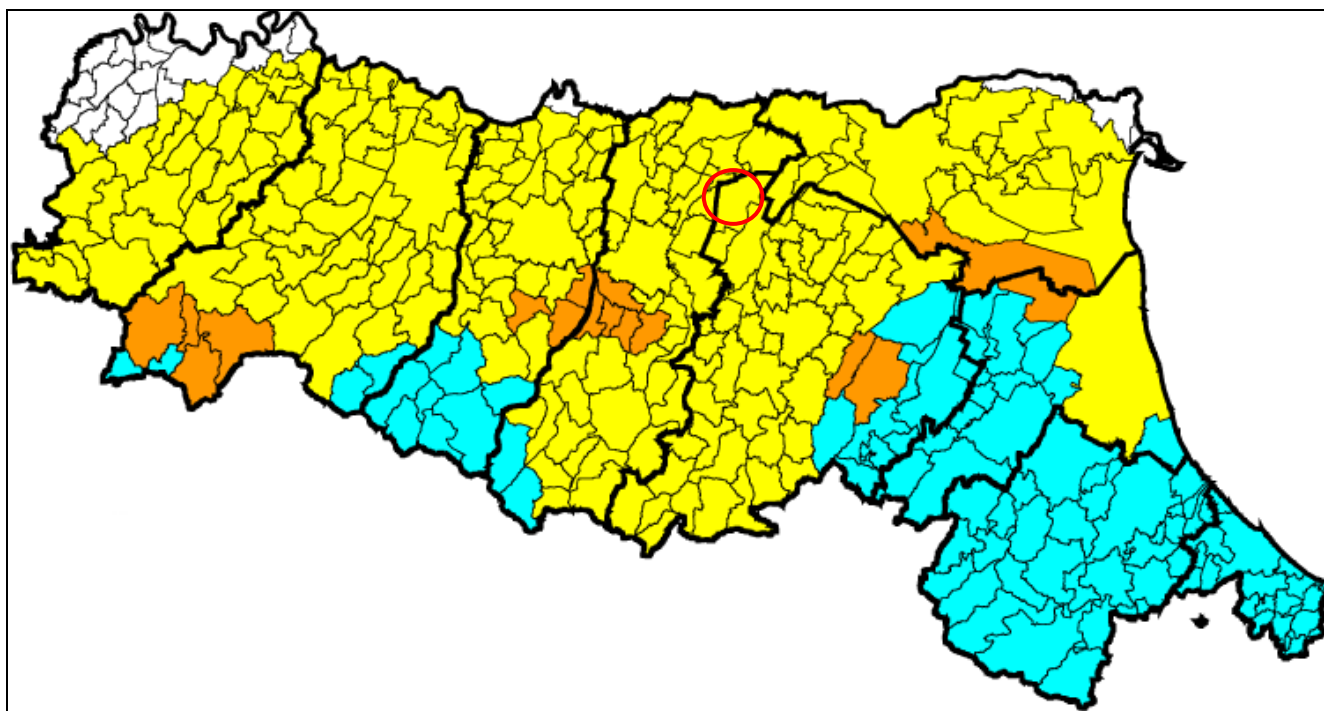


Figura 13 Nuova zonizzazione sismica ○ Ubicazione del sito

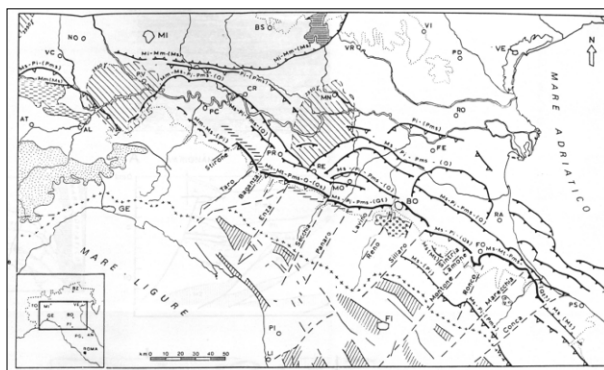


### Classificazione delle zone di sismicità

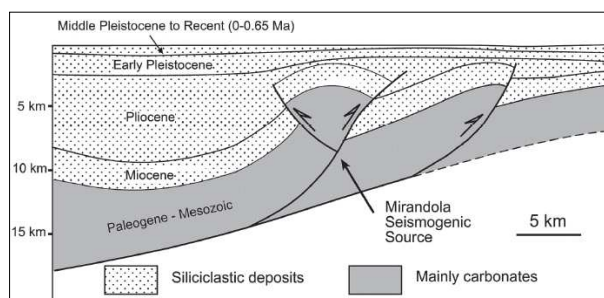
zona	accelerazione orizzontale ( $a_g/g$ ) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale ( $a_g/g$ ) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)	Valori di $a_g$ accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, da adottare
1	> 0.25	0.35	<b>0.35 g</b>
2	0.15 – 0.25	0.25	<b>0.25 g</b>
3	0.05 – 0.15	0.15	<b>0.15 g</b>
4	< 0.05	0.05	<b>0.05 g</b>

Il territorio del Comune di Crevalcore, ai sensi dell'OPCM 3274/2003, è classificato come zona sismica di terza categoria.

La sismicità della zona 1, nel campo vicino, è legata alla presenza delle strutture sismogenetiche ITCS051 – Novi – Poggio Renatico, ITCS012 – Malalbergo – Ravenna, ITCS050 – Poggiorusco – Migliarino e ITCS103 – Finale Emilia – Mirabello.



ITCS051 – Novi-Poggio Renatico è la parte principale della porzione nascosta del thrust dell'Appennino romagnolo esterno e può spiegare la sismicità della regione. In realtà, dati di sottosuolo (Cassano et al., 1986) mostrano anticlinali sepolte ben sviluppate, tra cui la Sorgente Sismogenetica Mirandola (in figura), legata ai sismi avvenuti nel 2012. Inoltre, ci sono ben note anomalie dei pattern fluviali in questo settore (Castaldini et al., 1979), per il quale Burrato et al. (2003) ipotizza un'origine tettonica. Questi ultimi autori propongono che i segmenti dei blind thrusts dedotti da dati del sottosuolo possano essere potenziali fonti, in questo settore, di terremoti con Mw 5.5.



<sup>1</sup> Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

ITCS012 – Malalbergo - Ravenna è una fonte composita che attraversa la porzione più bassa della valle del Reno sino alla città di Ravenna e appartiene alla parte anteriore del Ferrara Thrust Front. Questo sistema di faglie è l'arco esterno con vergenza N - NE al confine NE della catena appenninica e marca l'azione negli Appennini con potenziale sismogenetico di danno più avanzata a NE.

Cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano un certo numero di terremoti che hanno interessato l'area; a SE (anche se in posizione incerta) vi è il terremoto di 725 A.D. (Mw 5.6, Classe-Ravenna); nel centro della regione, il 18 marzo 1624 (Mw 5.4, Argenta) ed eventi del 30 dicembre 1967 (Mw 5.4, Bassa Padana), del 22 ottobre 1796 (Mw 5.6, Bassa Padana), del 13 gennaio 1909 (Mw 5.5, Bassa Padana).

Questa sorgente è una parte avanzata, e poco profonda, rispetto al resto dell'Outer Thrust dell'Appennino Romagnolo e comprende il lato destro del fronte.

ITCS050 – Poggio Rusco – Migliarino è una struttura che attraversa la bassa valle del Po e forma la parte esterna del Ferrara Arc Thrust Front. È un sistema di faglie NE vergenti al limite NE della catena appenninica nella pianura padana e marca il più avanzato thrust sismogenetico appenninico a NE.

Cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una sparsa sismicità intermedia ( $4.5 < Mw < 5.0$ ) nella regione, con l'eccezione notevole del terremoto del 22 febbraio 1346 (Mw 5.8, Ferrara) alla punta W della zona e l'evento del 17 novembre 1570 (Mw 5.5) nella città di Ferrara. Questa sorgente è poco profonda per rappresentare la sismicità della regione. Si ritiene che questa zona possieda un potenziale sismogenetico in base a dati sotto la superficie (Pieri e Groppi, 1981; Boccaletti e Martelli, 2004) e su evidenze di deformazione attiva alla superficie (Burrato et al., 2003) che suggeriscono l'attività tettonica dell'arco di Ferrara. Un segmento di quest'arco è stato associato con il terremoto 1570 di Ferrara.

ITCS103 – Finale Emilia – Mirabello. Questa sorgente composita a cavallo della regione attraversa le valli più basse dei fiumi Reno e Secchia e appartiene al Ferrara Arc Thrust Front. Questo sistema di faglie è l'arco esterno a NE tendente della porzione nord-orientale della catena Appenninica settentrionale, anche nella Pianura Padana, e segna il thrust con potenziale sismogenetico più avanzato a NE dell'Appennino. Il 20 e 29 maggio 2012 due terremoti di Mw 5.9 e 5.8 e la loro sequenza di scosse di assestamento ha colpito la Pianura Padana centrale a circa 40 km a nord di Bologna. Durante la sequenza sismica è stato generato un meccanismo di fagliazione compressionale da parte dei blind thrusts del Ferrara Arc occidentale, attivando così un tratto lungo 50 km di questo fronte esterno sepolto dell'Appennino settentrionale. I meccanismi focali delle scosse maggiori sono d'accordo con la

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

redazione degli indicatori di stress tettonici attuali che mostrano nella zona una massima sollecitazione orizzontale orientata NS, cioè orientata perpendicolarmente alle principali tendenze strutturali. La maggior parte della sequenza sismica si limitava tra 1 e 12 km di profondità, sopra il distacco basale locale dell'Outer Thrust Front dell'Appennino settentrionale.

Oltre alla sequenza del terremoto del 2012, cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al. 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una sismicità della regione da scarsa a intermedia ( $4.5 < M_w < 5.0$ ), con la notevole eccezione del terremoto Ferrara del 22 Febbraio 1346 ( $M_w$  5.8).

Questa sorgente è la parte principale dell'Outer Thrust degli Appennini Romagnoli e può spiegare la sismicità della regione. Dati di sottosuolo (Cassano et al., 1986) mostrano anticlinali sepolte ben sviluppate. Inoltre, ci sono ben note anomalie di drenaggio in questo settore (Castaldini et al., 1979), per le quali Burrato et al. (2003) ipotizzano una origine tettonica. Questi ultimi autori propongono che i segmenti dei blind thrust dedotti dai dati di sottosuolo possono essere potenziali fonti di rari terremoti in questa zona con  $M_w$  5.5.

Un segmento di questa fonte è la sorgente sismogenetica del terremoto del 20 maggio 2012 ( $M_w$  5.9), prima scossa principale della sequenza 2012.

Lo strike di questa sorgente è basato su quello delle strutture regionali mappate ( $N110^\circ - 120^\circ$ ). Il dip è basato su osservazioni geologiche e considerazioni geometriche ( $40^\circ - 50^\circ$ ). Il rake rappresenta thrusting basato su osservazioni geologiche ( $80^\circ - 100^\circ$ ). La profondità minima e massima si basano su considerazioni tettoniche e geometriche riguardanti la geometria del thrust (3.5 e 10.0 km, rispettivamente). Lo slip rate è stato desunto dai dati geologici (0.25-0.5 mm/y). La magnitudo massima è stata presa dal terremoto più dannoso associato alla sorgente ( $M_w$  6.1).

Nella tabella seguente<sup>2</sup> sono elencati gli eventi sismici storici riportati dal Catalogo DBMI11 e relativi al Comune di Crevalcore.

<sup>2</sup> M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>.

Parametro	Descrizione
<b>Is</b>	Intensità al sito (MCS) [F=felt – percepito; NF=not felt – non percepito; NR=not reported – non segnalato; RS=registrazione strumentale] – valori intermedi (3-4 / 6-7 indicano incertezza nel dato)
<b>Data</b>	Tempo origine: anno mese giorno ora
<b>Ax</b>	Area epicentrale
<b>Np</b>	Codice dell'elemento di catalogo
<b>Io</b>	Intensità epicentrale (MCS)
<b>Mw</b>	Magnitudo momento



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	<b>REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E</b> <b>ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE</b> <b>UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)</b>  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	---

Seismic history of Crevalcore					
[44.722, 11.147]					
Total number of earthquakes: 26					
Effects	Earthquake occurred:				
Is	Data	Ax	Np	Io	Mw
F	1891 06 07 01:06:14	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.86 ±0.06
3	1894 11 27 05:07	FRANCIACORTA	183	6	5.07 ±0.10
F	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8	6.23 ±0.08
2	1904 02 25 18:47:50	Reggiano	62	6	5.05 ±0.18
3	1904 06 10 11:15:28	Frignano	102	6	5.03 ±0.18
NF	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5.15 ±0.14
3-4	1908 06 28 03:19:58	Finale Emilia	15	5	4.27 ±0.53
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
4	1910 03 22 23:29	Bassa modenese	15	5	4.30 ±0.34
2	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11
4	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
2-3	1915 10 10 23:08	REGGIO EMILIA	30	6	5.02 ±0.22
4	1919 06 29 15:06:12	Mugello	566	10	6.29 ±0.09
4	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
2	1923 06 28 15:11:30	FORMIGINE	22	6	4.88 ±0.24
2-3	1939 10 15 14:05	Garfagnana	62	6-7	5.08 ±0.16
5	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7	5.39 ±0.14
5	1971 07 15 01:33:23	Parmense	229	8	5.64 ±0.09
4	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
4	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
4-5	1987 05 02 20:43:53	Reggiano	802	6	4.74 ±0.09
3	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	160	6	4.66 ±0.12
NF	1992 04 17 11:59:09	Montevoglio	56	4-5	4.32 ±0.18
5	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
3-4	1998 02 21 02:21:13	Reggiano	104	5	4.34 ±0.17
3-4	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43 ±0.09
This file has been downloaded from INGV - DBMI11					

Utilizzando i dati ricavati dal sito web dell'INGV è stata analizzata la disaggregazione<sup>3</sup> dei dati sismici relativi al nodo più vicino del reticolo in cui è suddiviso il territorio nazionale. Per il vicino nodo 15840 il dato medio è di magnitudo 5.02 con una distanza epicentrale media di 7.6 km ed un valore  $\epsilon$  di 0.908.

I dati disaggregati<sup>4</sup> mostrano la distribuzione descritta dalla tabella riportata di seguito

Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilita' di eccedenza del 5% in 50 anni											
(Coordinate del punto lat: 44.7123, lon: 11.1697, ID: 15840)											
Distanza in km	Magnitudo										
	3.5 4.0	4.0 4.5	4.5 5.0	5.0 5.5	5.5 6.0	6.0 6.5	6.5 7.0	7.0 7.5	7.5 8.0	8.0 8.5	8.5 9.0
0-10	0.0000	15.4000	30.0000	18.3000	9.4300	1.1600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.7100	6.2300	7.2000	6.1900	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.1880	1.0600	1.5600	0.2790	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0307	0.2430	0.0572	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

<sup>3</sup> La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Analogamente alla disaggregazione in M-R è possibile definire la disaggregazione tridimensionale in M-R- $\epsilon$  dove  $\epsilon$  rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R.

<sup>4</sup> Tratti da "Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006 - Progetto S1 - Proseguimento della assistenza al Dipartimento della Protezione Civile per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi - Mappe interattive di pericolosità sismica (versione 1.1 - 31 luglio 2007)"

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	<b>REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E</b> <b>ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE</b> <b>UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)</b>  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	---

40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0152	0.0095	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

dall'esame della quale si evince che la classe sismica dominante è individuata da terremoti con magnitudo comprese fra 4.0 e 6.5 il cui epicentro è nell'intervallo di distanza 0-10 km per un totale percentuale del 73.1%. Nell'intervallo di distanze epicentrali 10-20 km è rappresentato il 20.7% dei sismi con magnitudo comprese fra 4.0 e 6.5. Nell'intervallo 0-20 km vi è quindi il 93.8% dei sismi con magnitudo comprese fra 4.0 e 6.5.

Nel sito dell'INGV sono anche disponibili gli spettri di risposta a pericolosità uniforme  $S_e(T)$  con probabilità di eccedenza in 50 anni. I dati relativi al 50° percentile sono riassunti nella tabella seguente.

Prob. di ecc. in 50 aa	Spettri di risposta a pericolosità uniforme										
	50° percentile (Coordinate del punto lat: 44.7123, lon: 11.1697, ID: 15840)										
	Periodo (in sec)										
	0.00	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00
2%	0.2976	0.6664	0.7087	0.8024	0.6843	0.5764	0.4580	0.2802	0.1831	0.1056	0.0713
5%	0.2097	0.4846	0.5219	0.5843	0.4876	0.4036	0.3078	0.1821	0.1233	0.0708	0.0481
10%	0.1574	0.3700	0.4047	0.4496	0.3718	0.3019	0.2264	0.1324	0.0910	0.0516	0.0344
22%	0.1105	0.2588	0.2882	0.3108	0.2601	0.2085	0.1550	0.0899	0.0610	0.0338	0.0231
30%	0.0941	0.2215	0.2490	0.2559	0.2216	0.1752	0.1297	0.0734	0.0499	0.0285	0.0188
39%	0.0803	0.1887	0.2122	0.2110	0.1815	0.1499	0.1112	0.0595	0.0406	0.0238	0.0157
50%	0.0679	0.1496	0.1773	0.1721	0.1561	0.1272	0.0954	0.0483	0.0330	0.0192	0.0127
63%	0.0567	0.1258	0.1510	0.1467	0.1308	0.1038	0.0784	0.0376	0.0260	0.0155	0.0099
81%	0.0450	0.1007	0.1202	0.1155	0.1037	0.0760	0.0563	0.0244	0.0172	0.0106	0.0050

Dopo l'analisi dei dati suelencati, il catalogo CPTI04<sup>5</sup> è stato interrogato per parametri, relativamente all'area d'interesse e con raggio 30 km, per analizzare i sismi (e le relative magnitudo) che formano l'hazard dell'area, ottenendo i risultati compendati nella tabella<sup>6</sup> che segue

CPTI04 - Risultato dell'interrogazione per parametri																
Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:																
Area circolare con centro C (44.728, 11.150) e raggio 30 km																
N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Imx	Io	Lat	Lon	Maw	Mas	Msp	ZS9
53	1249	9		16	30		Modena	CFTI	75	65	44.65	10.93	5.03	4.6	4.8	912
84	1323	2	25	19			Bologna	CFTI	65	55	44.5	11.33	4.63	4	4.25	913
93	1346	2	22	11			Ferrara	CFTI	75	75	44.92	11.02	5.81	5.75	5.75	912
106	1365	7	25	18			Bologna	CFTI	75	65	44.5	11.33	5.03	4.6	4.8	913
123	1399	7	20	23			Modenese	CFTI	70	70	44.47	11.07	5.4	5.15	5.31	913
142	1433	5	4	8	5		Bologna	CFTI	70	60	44.5	11.33	5.03	4.6	4.8	913
171	1474	3	11	20	30		MODENA	DOM	60	60	44.647	10.925	4.89	4.39	4.61	912
202	1505	1	3	2			Bologna	CFTI	70	70	44.48	11.25	5.47	5.25	5.41	913

<sup>5</sup> Nel catalogo CPTI11 non è disponibile la funzione d'interrogazione per parametri.

<sup>6</sup>

Parametro	Descrizione
N	Numero progressivo terremoto nel catalogo
Anno Me Gi Or	Tempo origine: anno, mese, giorno, ora
AE	Area dei massimi effetti
Rt	Catalogo di provenienza
Io	Intensità epicentrale (MCS)
Maw	Magnitudo momento
Mas	Magnitudo calcolata sulle onde di superficie
Msp	Magnitudo da utilizzarsi con le relazioni di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996)
ZS9	Zona sismica di origine dell'evento

203	1505	5	15				BOLOGNA	DOM	55	55	44.498	11.34	4.63	4	4.25	913
257	1561	11	24	1	25		Ferrara	CFTI	65	55	44.78	11.45	4.63	4	4.25	912
266	1574	3	17	3	40		FINALE EMILIA	DOM	70	70	44.833	11.294	5.12	4.73	4.92	912
279	1586	1	12	12			SPILAMBERTO	POS85		60	44.583	11	4.83	4.3	4.53	913
362	1660						MODENA	DOM	55	55	44.647	10.925	4.63	4	4.25	912
368	1666	4	14	18	58		BOLOGNA	POS85		60	44.5	11.333	4.83	4.3	4.53	913
374	1671	6	20				RUBIERA	DOM	70	70	44.709	10.814	5.34	5.06	5.23	912
609	1780	2	6	4			Bolognese	CFTI	65	55	44.62	11.32	4.85	4.32	4.54	912
692	1801	10	8				BOLOGNA	DOM	55	55	44.498	11.34	4.63	4	4.25	913
803	1834	10	4	19			Bologna	CFTI	60	55	44.6	11.37	4.63	4	4.25	912
871	1850	9	18	6	10		MODENA	DOM	60	60	44.614	10.965	4.83	4.3	4.53	912
1144	1889	3	8	2	47		BOLOGNA	DOM	60	60	44.518	11.237	4.83	4.3	4.53	913
1482	1908	6	28	3	19	58	FINALE EMILIA SUD	POS85		60	44.8	11.3	4.83	4.3	4.53	912
1808	1928	6	13	8			CARPI	DOM	70	65	44.797	10.872	4.85	4.32	4.54	912
1821	1929	4	20	1	9	46	Bolognese	CFTI	80	70	44.47	11.13	5.55	5.36	5.51	913
1859	1931	6	10	17	2		MODENESE	DOM	40	40	44.541	11.021	4.84	4.31	4.54	913
1897	1934	9	18	9	37		VIGNOLA	DOM	40	40	44.495	11.012	4.5	3.8	4.06	913
2223	1966	5	26	18	7	14	MONTEVEGLIO	POS85		60	44.5	11.2	4.83	4.3	4.53	913
2237	1967	10	1	22	45	45	FORMIGINE	POS85		50	44.567	10.95	4.52	3.83	4.09	913
2455	1986	12	6	17	7	19	BONDENO	DOM	60	60	44.879	11.334	4.56	4.3	4.53	912
Numero di record estratti: 28																

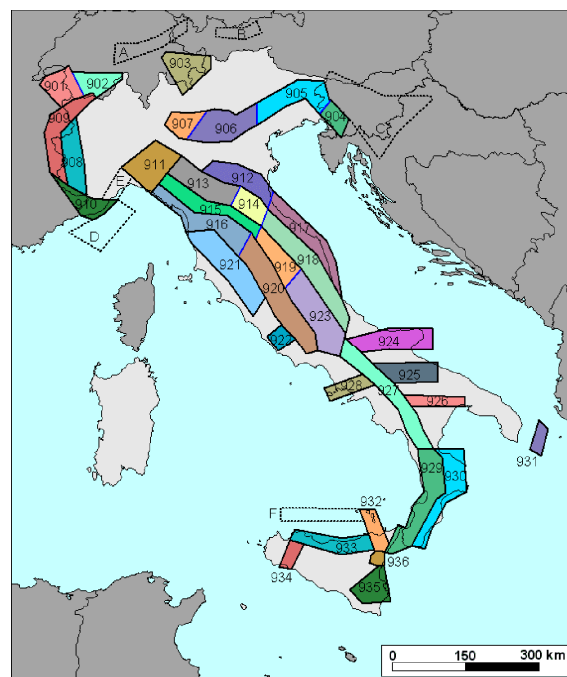
Numero di record estratti: 28

Ai sismi in tabella si aggiungono gli eventi del 2012, ancora non inseriti nel catalogo.

Gli eventi citati in tabella appartengono alla zona sismogenetica 912<sup>7</sup> - 913.

Procedendo dal Tirreno all'Adriatico, le zone-sorgente da 912 a 923, longitudinali rispetto all'asse della catena appenninica, modificano le precedenti zone da 27 a 55 di ZS4 sulla base di vedute aggiornate sulla fagliazione attiva e sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche. In particolare le zone 912 e 917 rappresentano la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale, ottenute tenendo conto delle nuove informazioni sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche e sul regime di stress in atto. Il numero di terremoti che ricadono nella zona 917 è sicuramente inferiore a quello degli eventi nella zona 912. In quest'ultima, la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po). In queste zone si osserva in atto un regime tettonico debolmente compressivo. Strutture compressive (prevalentemente *thrust*) allineate lungo la costa o a breve distanza da essa sono responsabili della sismicità.

Per la zona 912 la Tab. 6 in Gruppo di Lavoro INGV (2004) indica, dopo le analisi di completezza, un valore



<sup>7</sup> Gruppo di Lavoro (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'OPCM 3274/2003. Zonazione sismogenetica ZS9. Rapporto conclusivo. INGV, Aprile 2004.

di  $M_{w\max}$  pari a 6.14, valore che, nel caso dei sismi del maggio 2012, non è stato raggiunto (Finale Emilia 20/05/2014  $M_L$  5.9 [ $M_w$  6.1], Mirandola-S. Felice S.P. 29/05/2012  $M_L$  5.8 [ $M_w$  5.9]<sup>8</sup>).

Con l'entrata in vigore delle NTC 2018, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera e della classe d'uso. CLASSE D'USO III – V.N. 50 anni

### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

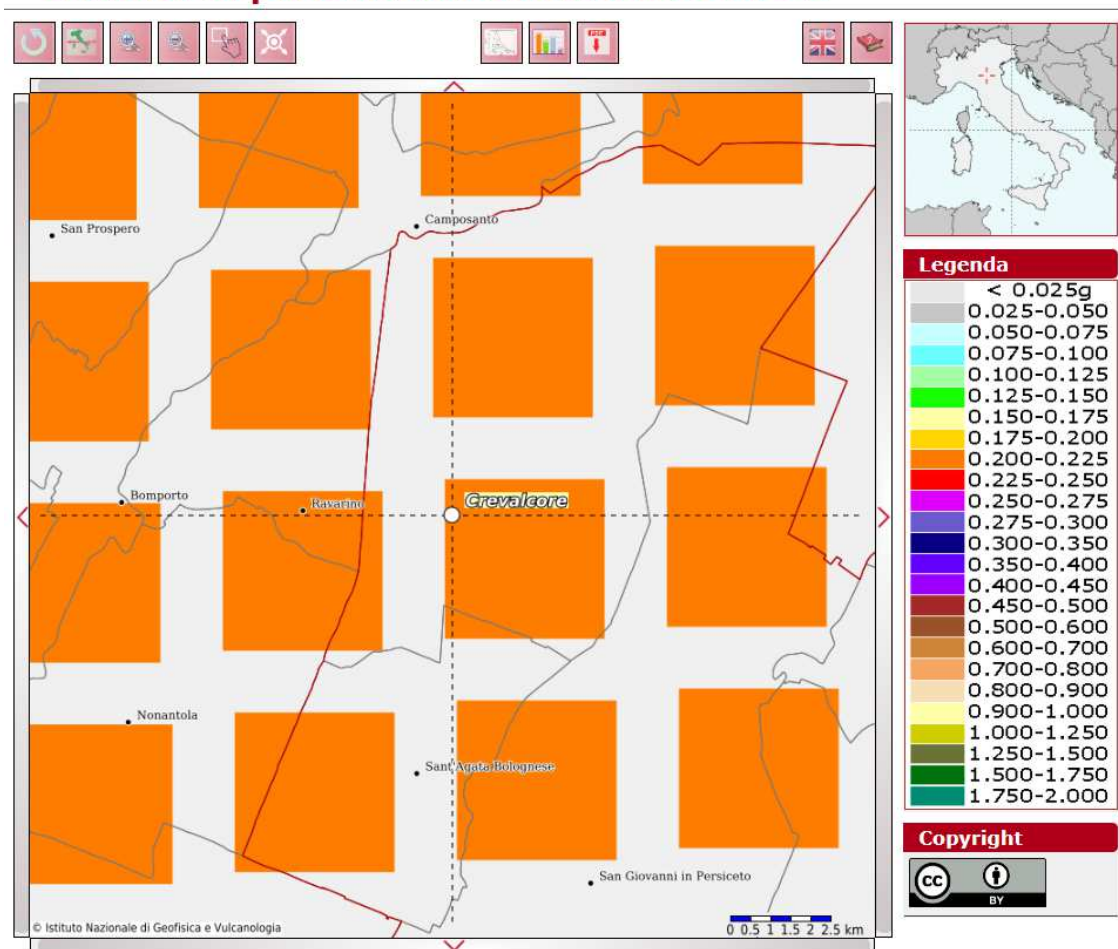


Figura 14 Mappe pericolosità Sismica

Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi. Il Comune di Crevalcore, nello specifico l'area in oggetto (II Classe d'Uso), rientra nella fascia compresa tra 0.200g e 0.225g, come risulta dalla ricerca effettuata sul sito INGV.

<sup>8</sup> Pondrelli S. *et al.*: Quick regional centroid moment tensor solutions for the Emilia 2012 (northern Italy) seismic sequence. ANNALS OF GEOPHYSICS, 55, 4, 2012; doi: 10.4401/ag-6146.

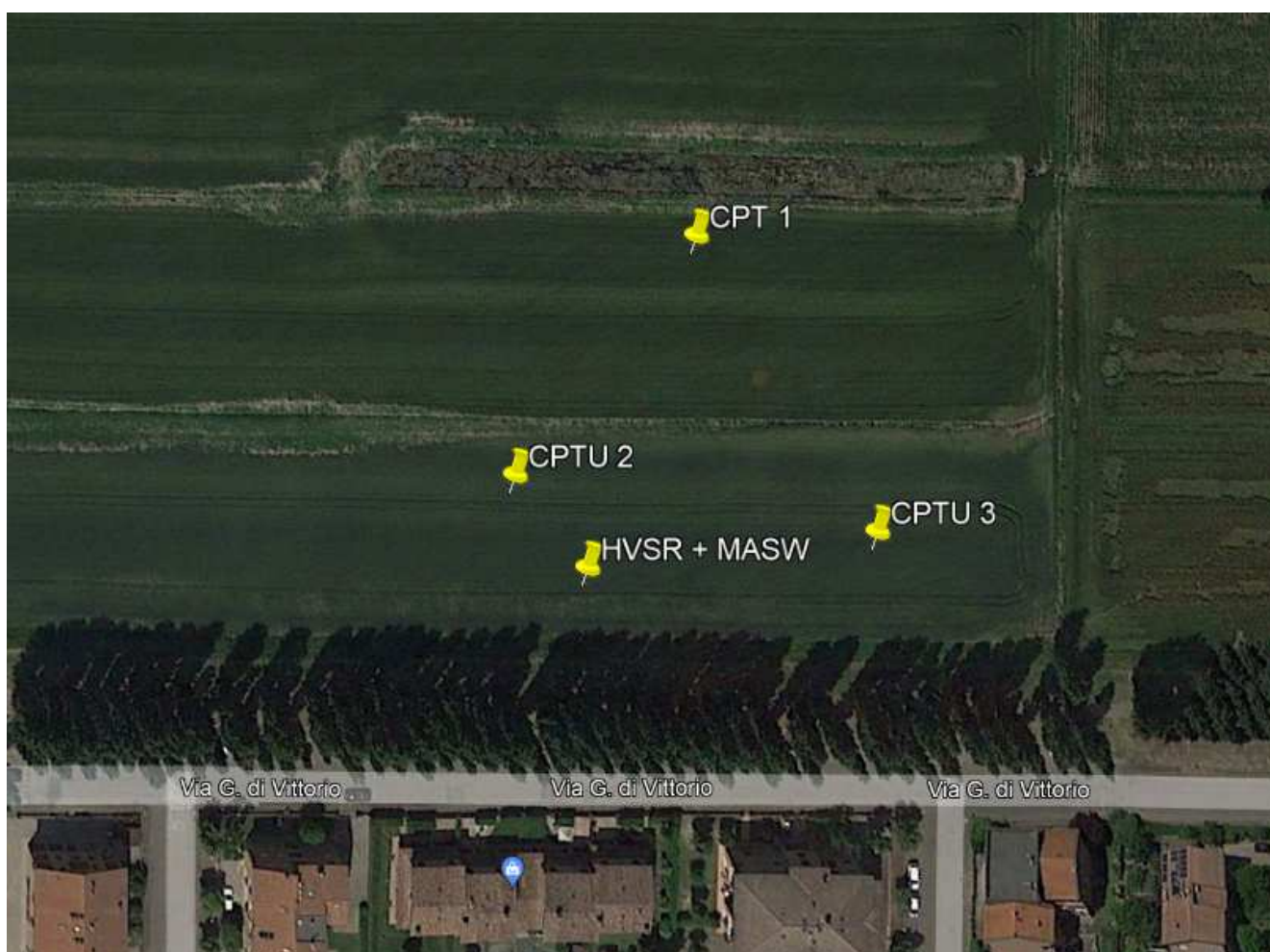


## 9. PROGRAMMA DELLE INDAGINI

Al fine di caratterizzare il sito in esame secondo i vari aspetti (geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico) e per fornire indicazioni utili sulle caratteristiche dei terreni, le indagini previste dovranno essere commisurate e posizionate in modo da fornire un quadro, il più possibile esaustivo, della zona in esame.

Sulla base delle caratteristiche delle opere in oggetto e in relazione alla nuova Normativa sismica, in accordo con i Progettisti le indagini, sono state eseguite in data 21-25/11/2022 le seguenti indagini:

- n° 1 CPTU prova penetrometrica elettrica, realizzata fino a mt 30.00 da p.c.
- n° 1 CPTU prova penetrometrica elettrica, realizzata fino a mt 20.00 da p.c.
- n° 1 CPT prova penetrometrica statica meccanica, realizzata fino a mt 23.00 da p.c.
- n. 1 HVSr indagine tromografica
- n° 1 MASW



*Figura 15 - Ubicazione dell'indagine eseguita*



### **9.1 Prove penetrometriche elettriche con piezocono elettrico (CPTU) e meccanico (CPT)**

L'attrezzatura utilizzata è costituita da un penetrometro statico, modello Pagani TG 63/100, tipo Gouda da 10 ton montato su minicarro cingolato

**CPT 1**



**CPTU 2**





### CPTU 3



*Figura 16 - Penetrometro utilizzato mod. TG 63/100 (10 ton)*

Le prove CPTU sono state eseguite con il piezocono Tecnopenta TP CPL2IN SISMI (numero di serie: 150310), che si avvale del sistema G1-CPL2IN+D1-SISMI-USB il quale permette, oltre all'acquisizione dei normali parametri di resistenza alla punta ( $q_c$ ), attrito laterale ( $f_s$ ) e velocità di avanzamento, anche i valori di pressione neutra ( $U$ ).

Nelle tabelle seguenti si riportano le caratteristiche principali del piezocono sismico utilizzato.

#### **Tabella caratteristiche Piezocono sismico**

<b>Caratteristiche meccaniche Piezocono</b>	<b>Piezocono CPL21N-SISMI</b>
Diametro	35.7 mm
Altezza nominale	30.9 mm
Angolo di apertura	60°
Area nominale	1000 mm <sup>2</sup>
Altezza: base cilindro-filtro	10 mm
Altezza quad-ring	3.5 mm
Area di punta	10 cm <sup>2</sup>
Diametro	35.7 mm
Area netta	6.6 cm <sup>2</sup>
Superficie manicotto	150 cm <sup>2</sup>
Lunghezza manicotto	133.7 mm
Area superiore manicotto	2.22 cm <sup>2</sup>
Lunghezza totale punta elettrica	600 mm
Peso complessivo	3 kg
<b>Caratteristiche elettriche</b>	

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

<b>Resistenza alla punta (Rp)</b>	
Sensori	8 estensimetri da 350 ohm a ponte completo con bilanciamento di zero
Fondo scala	500 kg
Risoluzione	0.1 kg/cm <sup>2</sup>
Precisione	< ± 1% F.S.
Valore minimo misurabile	-13 kg/cm <sup>2</sup>
Deriva termica di zero	< 0.05 % F.S. / °C
<b>Resistenza laterale (Rl)</b>	
Sensori	8 estensimetri da 350 ohm a ponte completo con bilanciamento di zero
F.S.	5 kg
Risoluzione	0.01 kg/cm <sup>2</sup>
Precisione	< ± 2% F.S.
Valore minimo misurabile	- 0.55 kg/cm <sup>2</sup>
Deriva termica di zero	< 0.05 % F.S. / °C
Influenza di Rp su Rl	> 1.5 % F.S. di Rl
<b>Pressione neutrale (Pn)</b>	
Sensore	Trasduttore di pressione piezoresistivo
F.S.	20 bar
Risoluzione	0.01 bar
Precisione	0.02 – 0.05 bar
Deriva termica di zero	< ± 0.05 % F.S. / °C
Valore minimo misurabile	- 2 bar
Filtro	Bronzo poroso (porosità 50 micrometri)
Altezza filtro	6 mm
Diametro	35.7 mm
<b>Inclinazione (I)</b>	
Sensore	In clinometro biassiale magnetoresistivo
F.S.	± 10 gradi / ± 20 gradi
Risoluzione	0.1 grado
Precisione	± 0.25 % della lettura
Deriva termica di zero	< 0.05 % F.S. / °C
<b>Temperatura</b>	
Sensore	Monolitico con condizionatore inserito
Campo di misura	- 50° + 150°
Risoluzione	0.1 °C
Precisione	< ± 2% della scala
Consumo complessivo piezocono	67 mA
Temperatura di esercizio	- 20° + 70 °C
<b>Caratteristiche meccaniche Piezocono</b>	<b>Punta elettrica-piezocono CPL21N</b>
<b>Avanzamento</b>	EST CPL
Sensore	Potenzimetro 10 giri da 10 kohm
Risoluzione	1 mm
Precisione	<± 1% della lettura
Corsa	120 mm
<b>Geofoni</b>	
Distorsione	Minore di 0.075% tra 0° e 20°
Frequenze spurie	Sopra i 250 Hz
Frequenza	10Hz +/-3. 5%
Smorzamento	68% +/-3. 5%
Sensibilità al 68% di smorzamento	27. 5 V/m/s +/- 3.5%
Resistenza della bobina	395 ohm
Temperatura operativa	-40°/+90°



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

<b>Caratteristiche meccaniche</b>	<b>Centralina TP PEN 8</b>
<i>Contenitore</i>	
Dimensioni	B=308; L=206; H=106 (mm)
Peso	6 kg
Grado di Protezione	IP 65
<b>Caratteristiche elettriche</b>	
CPU	82 C552 a 22.188 Mhz klok
Convertitore A/D	12 bit (su richiesta 16 bit)
Memoria	RP BASIC - 52 in ROM da 32 k
Ram per programmi e dati	Da 128 K espandibile a 512 k
<b>Orologio datario</b>	
Accuratezza	1 minuto/mese
Risoluzione	1 secondo
Porte seriali	2 RS 232
Baud rates	Da 300 a 38400 programmabile
Temperatura di esercizio	-20°/+70°
Amplificatore	32 mA
totale	256 mA (compreso il piezocono)
Tensione di alimentazione	12 Vdc
Tensione critica di funzionamento	11 Vdc
Autonomia di funzionamento	8h al 50% della capacità nominale della batteria
Batteria alimentazione interna	12 Vdc 4 Ah
Tempo di ricarica	8 ore
<b>Comando avanzamento</b>	
Pulsantiera	A 2 vie con tasti freccia ↑e↓
<b>Cavo piezocono-centralina</b>	
Diametro	9 mm
Schermatura	rame stagnato copertura 80%
Guaina	Poliuretano, ral 1021
Conduttori	7*.34 e + 3*.14 mm <sup>2</sup>
<b>Sistema di gestione cono sismico</b>	
Processore	486
Velocità	133 Mhz
Porte seriali	23E8h IRQ e 2E8h IRQ
Porta parallela	LPT1
<b>CERTIFICATO TARATURA PUNTA</b>	Febbraio 2016

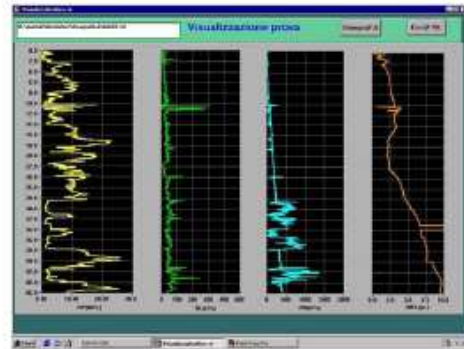
Il sistema di acquisizione ed elaborazione, si compone di alcuni dispositivi fondamentali e di alcuni accessori:

- *piezocono* per la misura dei parametri Rp (Resistenza alla Punta), Rl (Resistenza laterale), Pn (Pressione Neutra), inclinazione e, nel caso di una prova SCPTU, anche la velocità delle onde trasversali;



***Particolare del piezocono***

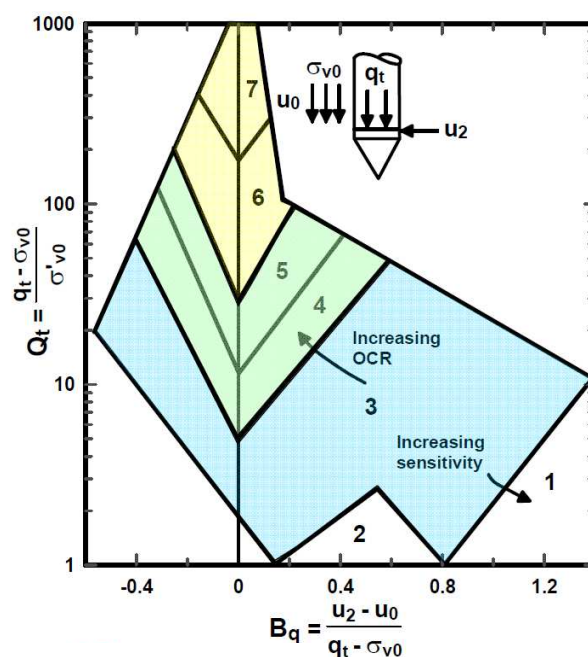
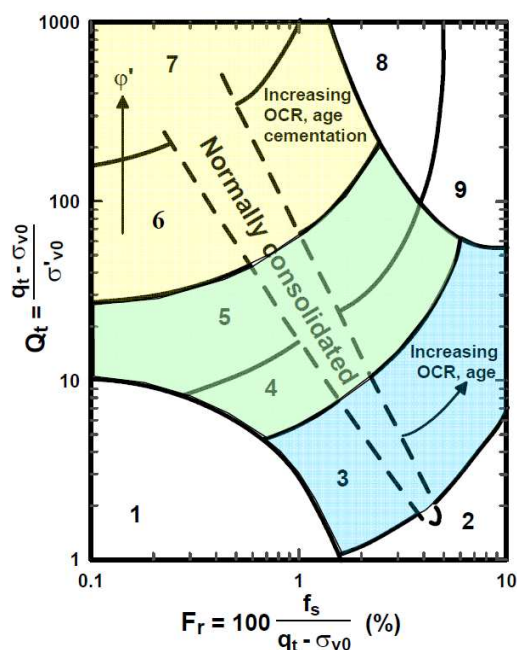
- *computer portatile* per la memorizzazione di tutti i parametri (acquisizione, visualizzazione grafica);



- *centralina di interfaccia con Personal Computer*, per il condizionamento dei diversi sensori che compongono il piezocono; la centralina D1-SISMI USB dispone di 16 canali analogici, con velocità massima di campionamento di 250 KHz, permette di acquisire 3 campioni ogni 0.01 ms con risoluzione del sistema è 14 bit e amplificazioni, selezionabili via software, che vanno da 1 a 200;



L'elaborazione delle prove CPTU, è visibile in allegato, ottenuti mediante l'elaborazione dei valori salvati che riportano, in funzione della profondità, tutti i parametri sopra menzionati.



Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa - Sabbia densa
6	Sabbia - Sabbia limosa
5	Sabbia limosa - Limo sabbioso
4	Limo argilloso - Argilla limosa
3	Argilla limosa - Argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Grafici interpretativi prove penetrometriche elettriche con piezocono Robertson, 90

La prova CPT (Cone Penetration Test), consiste essenzialmente nella misura di resistenza alla penetrazione di una punta conica (punta Begemann) e di un manicotto (friction jacket cone), di dimensioni standardizzate: la punta ha un angolo di  $60^\circ$  e l'area della superficie di base pari a  $10 \text{ cm}^2$ ; il manicotto per la misura dell'attrito laterale locale, è posizionato immediatamente dietro al cono ed ha l'area della superficie laterale pari  $150 \text{ cm}^2$ .





***Punta Begemann***

Sono state pertanto rilevate, alternativamente, la resistenza alla punta  $R_p$  e la resistenza all'attrito laterale locale  $R_l$ .

Le tabelle dei valori e i diagrammi di resistenza ottenuti sono riportati ***nell'allegato 1***, dove si può notare:

- curva  $R_p$  = resistenza che incontra la punta dello strumento avanzando nel terreno, espressa in  $\text{kg/cm}^2$ ;
- curva  $R_l$  = resistenza all'attrito laterale locale fornita dal manicotto, espressa in  $\text{kg/cm}^2$ .

Nell' ***allegato 1*** vengono riportati anche i parametri geotecnici più rappresentativi, ottenuti dalle prove CPT, descritta nella pagina seguente.

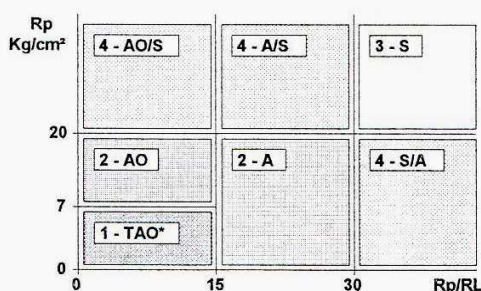
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $R_p / R_L$   
 ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI      anche se (  $R_p / R_L$  ) > 30

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI      anche se (  $R_p / R_L$  ) < 30



### NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

### PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma^i$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma^i$  -  $R_p$  - natura ]  
 ( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma^i$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 ( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
 Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $R_p$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
 (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $R_p$  - natura ]  
 (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)  
 [ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976 )  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
 ( g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/g) - Dr]

## 9.2 HVSR

Strumento: TEN-0006/01-07

Formato dati: 16 bit

Fondo scala [mV]: 1639

Inizio registrazione: 02/01/2000 22:05:24

Fine registrazione: 02/01/2000 22:35:25

Nomi canali: north south; east west ; up down

Durata registrazione: 0h30'00".

Analizzato 84% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

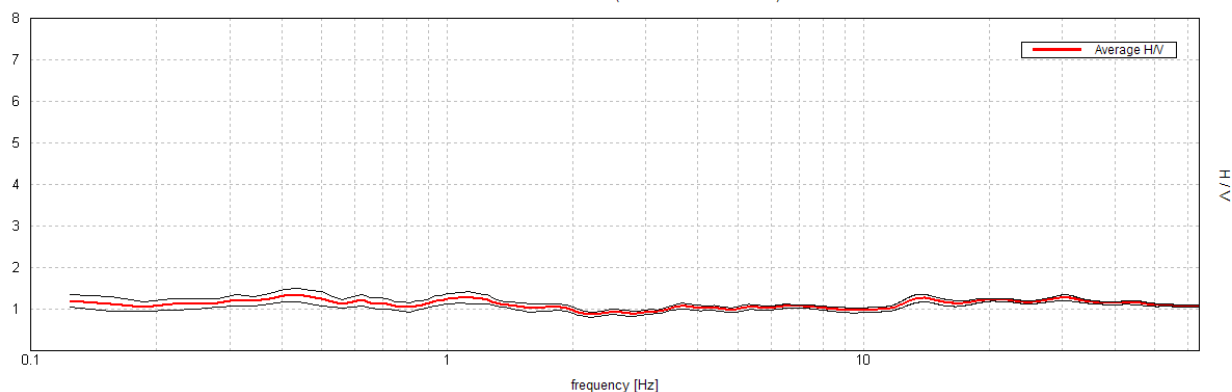
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

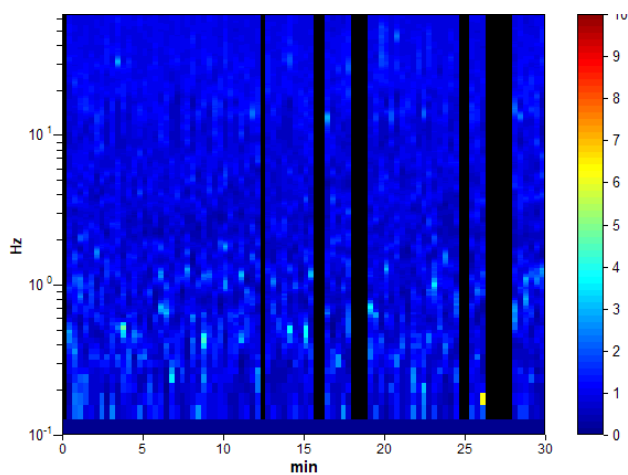
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

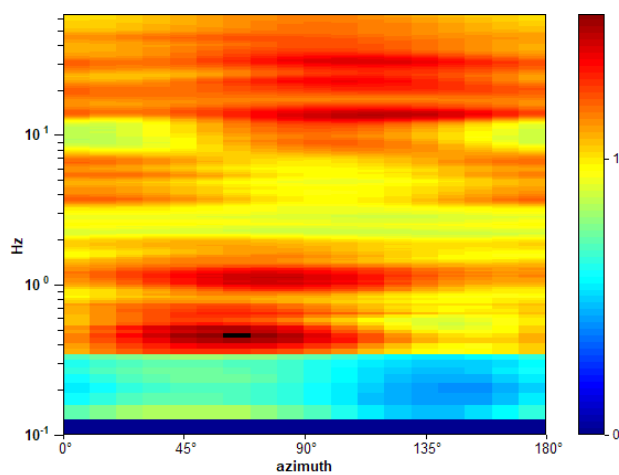
Picco H/V a  $0.44 \pm 0.15$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



### SERIE TEMPORALE H/V

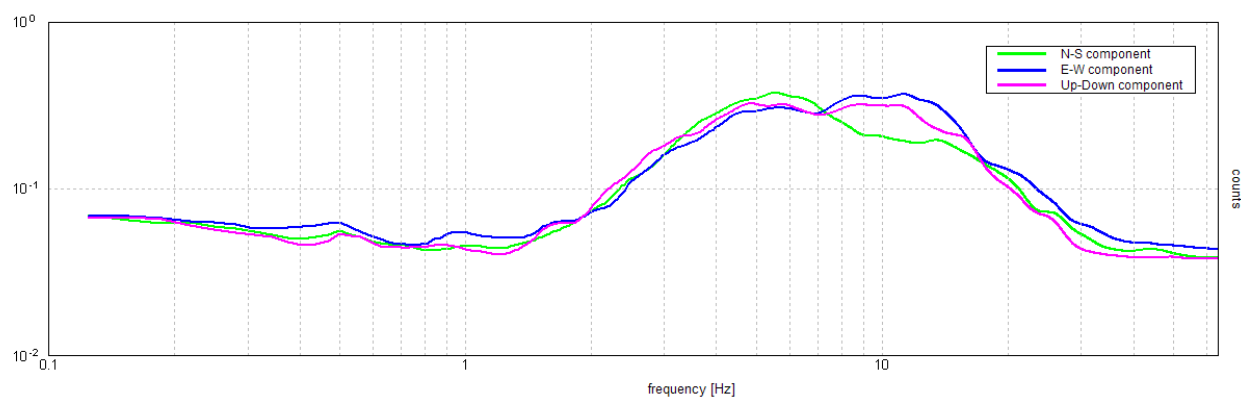


### DIREZIONALITA' H/V

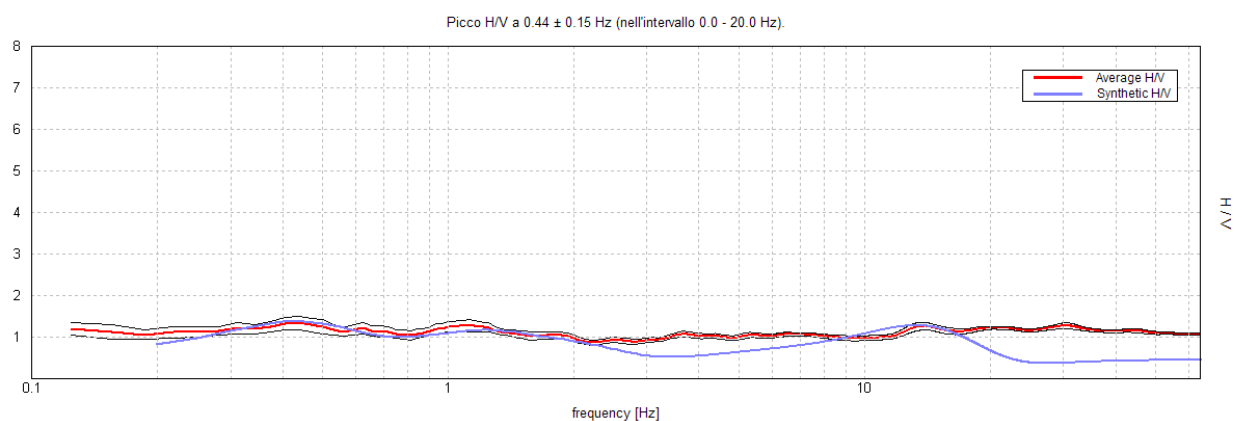




### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

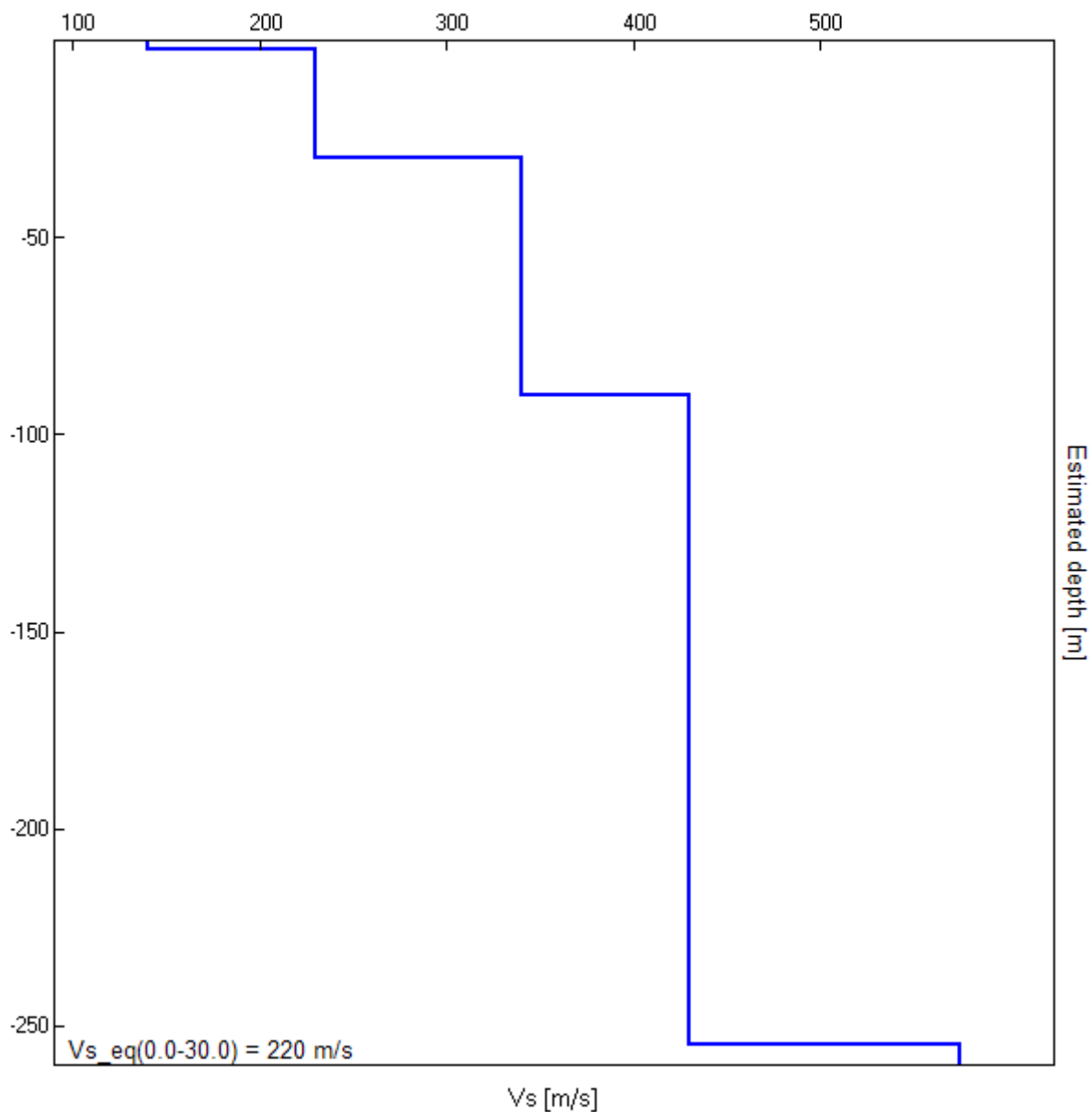


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.30	2.30	140	0.45
29.80	27.50	230	0.45
89.80	60.00	340	0.42
254.80	165.00	430	0.42
inf.	inf.	800	0.36

$$Vs_{eq}(0.0-30.0) = 220 \text{ m/s}$$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a  $0.44 \pm 0.15 \text{ Hz}$  (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).**

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

### 9.3 MASW

Il metodo MASW è basato sulla determinazione della velocità delle onde di superficie. Considerando che le onde di Rayleigh campionano uno spessore di sottosuolo proporzionale alla lunghezza d'onda  $\lambda$ , è ragionevole ritenere di poter risalire alla rigidità dei terreni dalla legge di variazione della  $V_r$  con  $\lambda$  (curva di dispersione). Dal punto di vista sperimentale l'acquisizione Masw viene eseguita con una metodologia simile alla tecnica sismica a rifrazione. La differenza sostanziale viene dalla configurazione geometrica dei ricevitori, in genere i geofoni (minimo 12-24) vengono spazati di 1, 2 o 3 metri, aventi una frequenza di campionamento pari a 4.5 Hz. Essendo una tecnica attiva in presenza di una sorgente polarizzata, l'acquisizione Masw risulta comunque possibile, essendo un metodo che utilizza una generazione energetica attiva per creare le onde sismiche, applicando le migliori metodologie di acquisizione sismica (filtri ecc.) che i moderni sismografi consentono.

la procedura MASW si può sintetizzare in tre stadi successivi e distinti:

- 1- acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- 2- costruzione della curva di dispersione: grafico velocità di fase  $V_r$  – frequenza  $\nu$ ,
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale della  $V_s$ .

La prima fase viene effettuata direttamente in campagna generando un treno di onde superficiali mediante l'utilizzo di una sorgente sismica attiva, quale generalmente una mazza battente, e uno stendimento lineare di geofoni ricevitori.

Nel caso specifico sono stati impiegati 24 geofoni ricevitori con frequenza propria pari a 4.5 Hz e spazati di 2 metri l'uno dall'altro. L'energizzazione del terreno è stata eseguita colpendo una piastra di ferro, opportunamente resa solidale con il terreno, mediante una mazza dal peso di circa 10 Kg. La battuta si è effettuata alla distanza di 2 metri dal primo sensore. La durata dell'acquisizione è stata di circa 1 secondo.

Mediante il software si procede alla lettura dei dati acquisiti (common-shot gather) e al calcolo dello spettro di velocità di fase (trasformata di Fourier) dal quale è possibile estrarre la curva di dispersione sperimentale. Si procede quindi alla definizione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio  $S$ .

*Dati tecnici: n° geofoni: 24, lunghezza profilo: 50 m, spazio intergeofonico: 2m*

Su ognuna di tali acquisizioni è stata eseguita un'analisi  $\omega$ - $p$  (trasformata  $\tau$ - $p$  & trasformata di Fourier) al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh.

L'inversione della curva di dispersione è stata effettuata con il metodo *phase shift* utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.



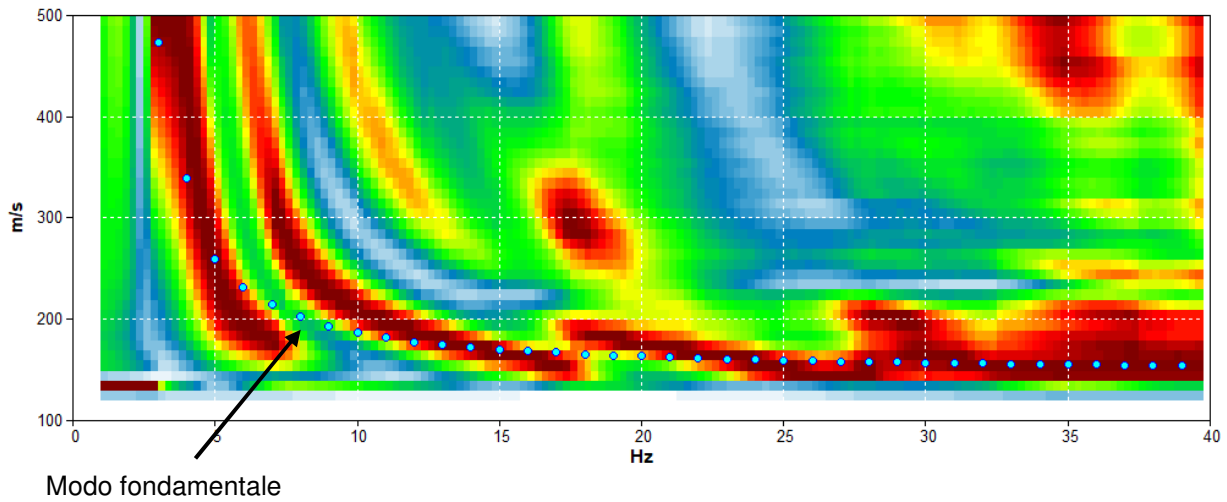


Figura 4 – Grafici a isolinee del dominio velocità di fase – frequenza

La modellazione numerica della curva di dispersione prevede che alla base del modello sia posto un semispazio a spessore infinito.

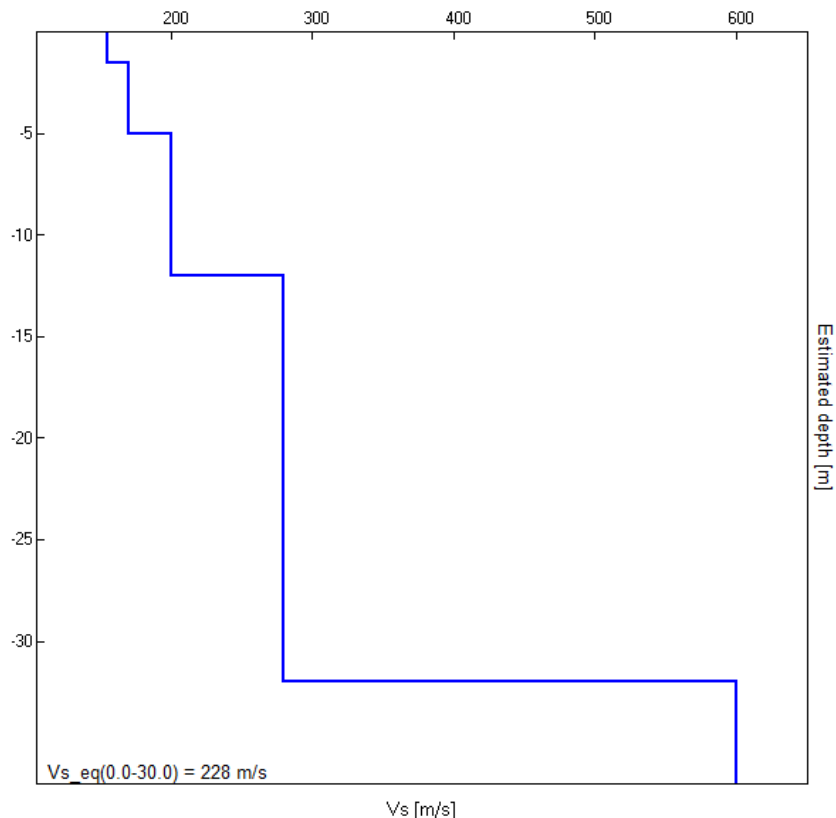


Figura 5 – profilo di velocità delle onde S stimato nel sito in esame

L'andamento delle  $V_s$  mostrato nel profilo di velocità viene confrontato con i dati sperimentali della curva teorica in modo da ottenere un modello stratigrafico del terreno (tabella 1).

In ottemperanza alla nuova normativa NTC 2018, il terreno di fondazione viene classificato in base al valore della  $V_s$  equivalente ( $V_{seq}$ ) corrispondente alla “velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $S$ ” entro una profondità pari ad  $H$ , ovvero corrispondente alla profondità del bedrock sismico (substrato caratterizzato da velocità  $V_s$  maggiori di 800 m/s), o comunque non oltre i 30m di profondità:

$$V_{SH} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N h_i/V_{Si}}$$

	Thickn. [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	Poiss.	Dens. [t/m <sup>3</sup> ]
1	1.5	514	155	0.45	1.8
2	3.5	564	170	0.45	1.9
3	7	663	200	0.45	2.0
4	20	929	280	0.45	2.0
5	0	1990	600	0.45	2.0

*Tabella 1 – Modello di velocità delle onde S per il sito in esame*

**$V_{seq} = 228 \text{ m/s} \rightarrow$  suolo di tipo C**

In base alla prova MASW realizzata, è possibile classificare il suolo al di sotto dell'area in esame come “suolo di categoria C”, ossia con valori di  $V_{seq}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

#### 9.4 Modello geotecnico

I diagrammi relativi alle risultanze della prova penetrometrica CPT1-CPTU 2-3 sono stati inseriti nell'**allegato 1**. Di seguito la rappresentazione grafiche ottenute dalle prove effettuate

#### PARAMETRI MEDI e CARATTERISTICI

##### CPT 1

Nr.	Prof.	Tipo	Rp	Rp/Fs	Cu	Cuk	Mo	Puv/ $\gamma'$	Dr	Fi/ $\phi'$	Fi/ $\phi'$ k
1	0.00 – 2.80	CI	15.38	15.69	0.66	0.55	50/102	1.71	66.5	29	28
2	2.80 – 6.60	C-CO	6.16	18.95	0.33	0.28	22	0.69	-	-	-
3	6.60 – 8.80	C	9.42	13.42	0.48	0.40	38.5	0.88	-	-	-
4	8.80 – 23.00	C-CI	30.00	17.84	1.04	0.95	92	0.96	25	29	28

**LEGENDA** Nr: Numero progressivo strato/Prof: Profondità strato (m)/Tipo: C: Coesivo/ I: Incoerente/ CI: Coesivo-Incoerente /CO: Coesivo-Organico /Rp: Resistenza alla punta media dello strato (Kg/cm<sup>2</sup>)/Fs: Resistenza laterale media dello strato (Kg/cm<sup>2</sup>) /Cu: Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>) – Begemann/Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>) Mitchell & Gardner (1975)/Puv/ $\gamma'$ : Peso unità di volume efficace (t/m<sup>3</sup>) – Terzaghi e Peck + Bowles/Dr: Densità relativa (%) – Lancellotta /Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) – Schmertmann

##### CPTU2

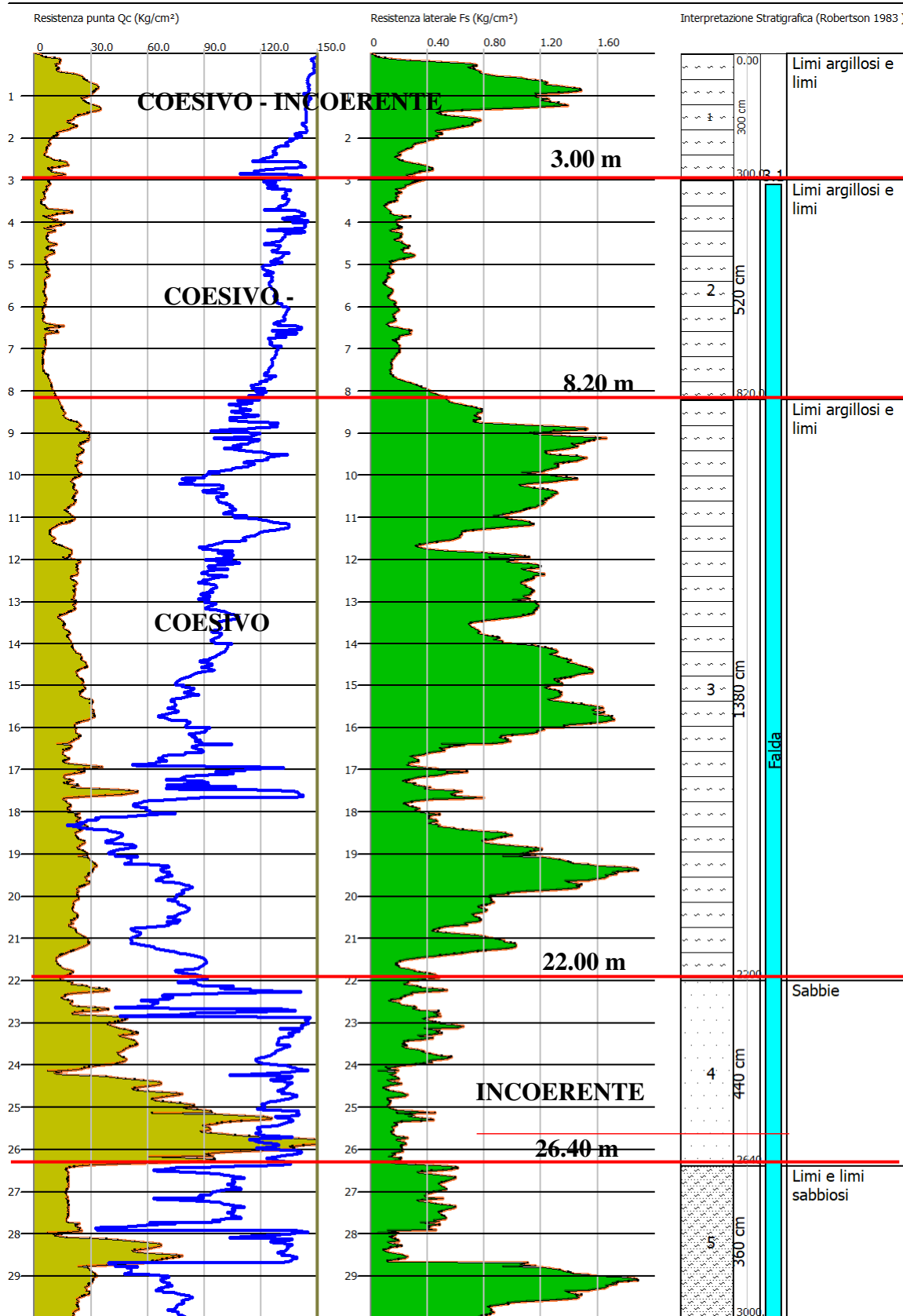
Nr.	Prof.	Tipo	Rp	Fs	Cu	Cuk	Mo	Puv	PuvS	Dr	Fi/ $\phi'$	Fi/ $\phi'$ k
1	0.00 – 3.00	CI	21.7	0.68	1.5	1.3	54.3	2	2.1	39.6	34.6	33.5
2	3.00 - 8.20	CI	8.43	0.22	0.5	0.4	42.2	1.8	1.9			
3	8.20 – 20.00	CI	21.6	0.99	1.4	1.2	54	2	2.1			

##### CPTU3

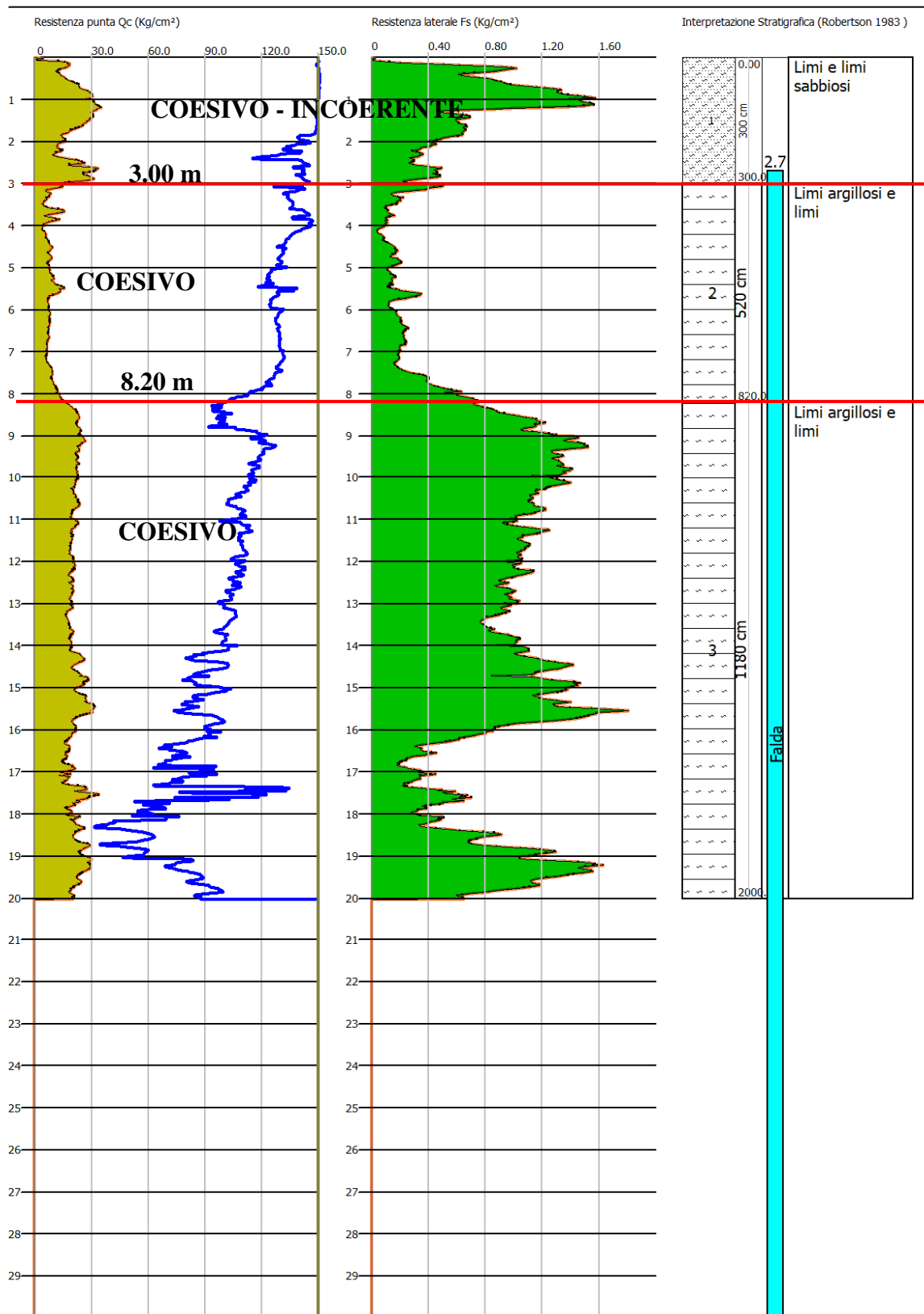
Nr.	Prof.	Tipo	Rp	Fs	Cu	Cuk	Mo	Puv	PuvS	Dr	Fi/ $\phi'$	Fi/ $\phi'$ k
1	0.00 – 3.00	CI	17.7	0.65	1.2	1	88.8	2	2	34.6	33.8	32.8
2	3.00 - 8.20	CI	7.12	0.20	0.5	0.4	57	1.8	1.9			
3	8.20 – 22.00	CI	21.7	0.98	1.4	1.3	54.4	2	2.1	25	29	28
4	22.00 - 26.40	I	62.2	0.27			105.8	1.9	2.2	38.7	31.9	
5	26.4 – 30.00	CI	28.3	0.72	1.8	11.7	71	2	2.1	25	29	28

**LEGENDA** Nr: Numero progressivo strato - Prof: Profondità strato (m)/Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente-Granulare. CI: Coesivo-Incoerente/ Rp: Resistenza alla punta media dello strato (Kg/cm<sup>2</sup>) / Fs: Resistenza laterale media dello strato (Kg/cm<sup>2</sup>). /Cu: Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>) – Terzaghi/ Cuk: Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>) – Parametro Caratteristico/ Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>) - Mitchell & Gardner (1975)/ Puv: Peso unità di volume (t/m<sup>3</sup>)/PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m<sup>3</sup>)/ Dr: Densità relativa (%) – Lancellotta (1983)/ Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) – Schmertmann /Fik: Angolo di resistenza al taglio (°) – Parametro Caratteristico

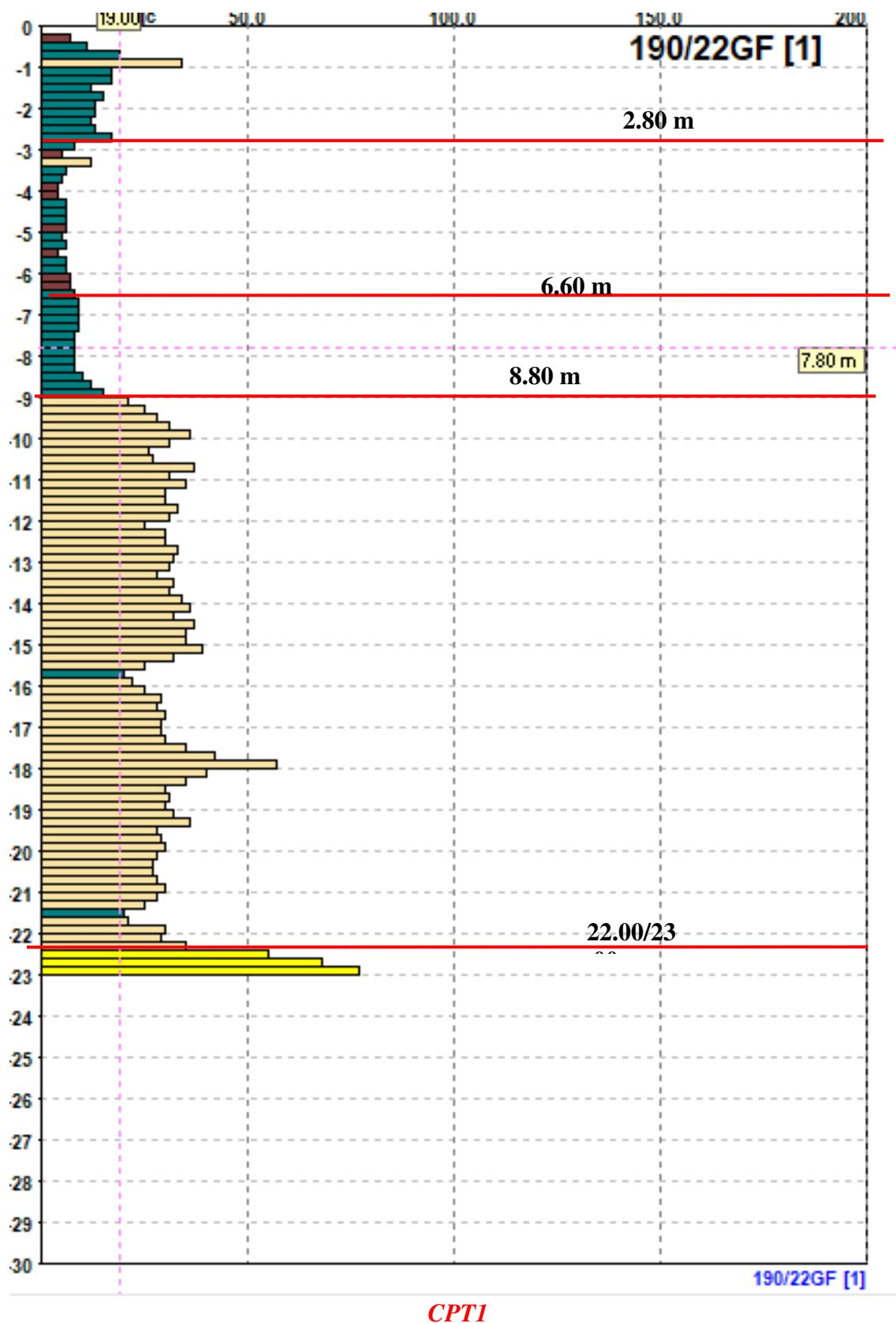




**CPTU 3**



**CPTU 2**





<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

## 10. CLASSIFICAZIONE SECONDO L'O.P.C.M. 3274

Il sito in esame, come richiesto dalle NTC 2018, dovrebbe essere classificato sulla base del valore di  $V_{s30}$ ,

### 10.1 Determinazione della categoria di suolo

Dalla elaborazione dei dati raccolti:

- a) nel corso delle prove HVSr - MASW, è stata ricavata la  $V_{seq}$

Nel caso specifico, risulta un valore di  $V_{seq} = 220.0 \text{ m/s}$  (HVSr),  $228 \text{ m/s}$  (MASW)

**In base alle risultanze di cui sopra il sito esaminato potrebbe rientrare nella categoria di suolo tipo C**

C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Nelle pagine seguenti vengono fornite le tabelle recanti la classificazione del sito (NTC 2018) e le categorie topografiche.

#### Categorie di suolo di fondazione

		Ss	Cc	S= Ss * St
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, 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 (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fine)	1.20	1.42	1.20
<b>C</b>	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori ai 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero <math>15 &lt; NSPT_{30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; Cu_{30} &lt; 250 \text{ kPa}</math> nei terreni a grana fine)</i></b>	1.42	1.61	1.42

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30}$ kPa nei terreni a grana fina)	1.69	2.38	1.69
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s)	1.48	1.92	1.48
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori ai 100 m/s (ovvero $170 < Cu_{30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	Servono studi speciali		
<b>S2</b>	Deposito di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

I parametri  $a/g$ ,  $F_0$  e  $T^c$  vengono forniti dalla normativa

Nella tabella seguente vengono riportate le *Categorie Topografiche*, riferite a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, che devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 metri.

**St**

<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i \leq 15^\circ$	<b>1</b>	
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	<b>1.2</b>	Valore alla sommità del pendio
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	<b>1.2</b>	Valore della cresta del rilievo
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	<b>1.4</b>	Valore della cresta del rilievo

## 10.2 Parametri sismici (*Pericolosità sismica di base e di sito*)

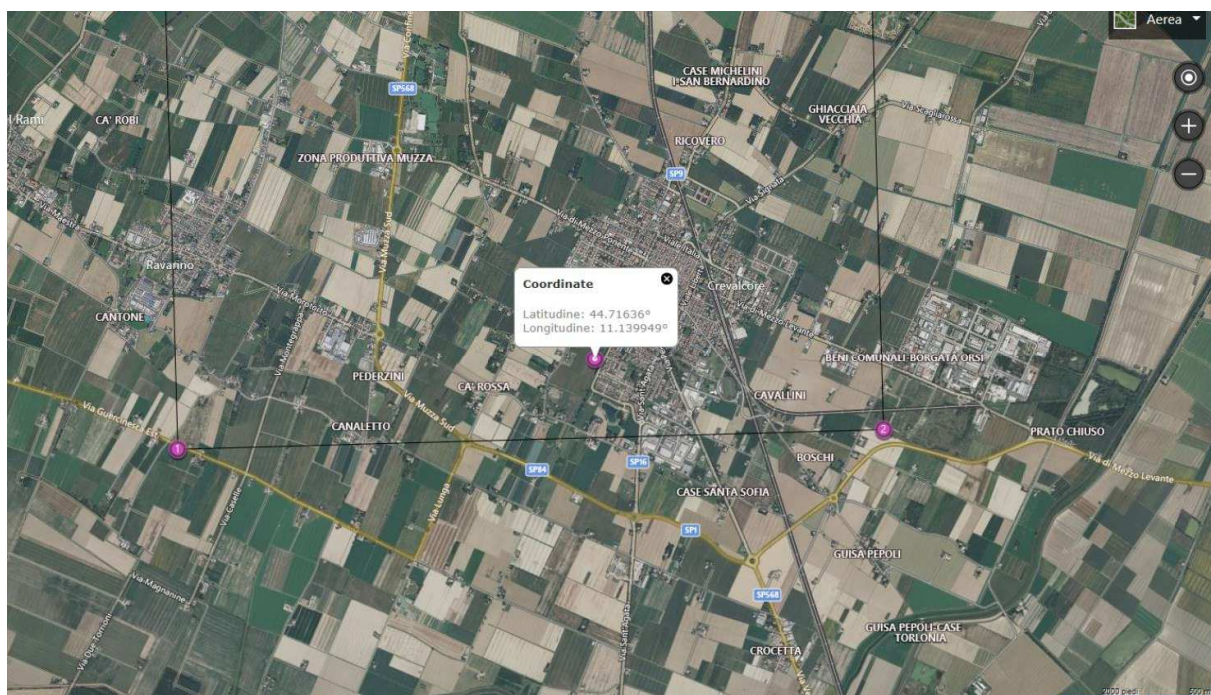
Tramite programma per PC (**Geostru PS advanced**) dopo aver inserito:

- le coordinate geografiche del sito in oggetto;
  - la vita nominale dell'opera;
  - la classe d'uso;
  - la tipologia (nel nostro caso fondazioni);
  - la categoria di suolo;
  - la categoria topografica (nel nostro caso T1)
- si passa al calcolo dei coefficienti sismici.

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	<b>REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E</b> <b>ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE</b> <b>UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)</b>  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	---

Riassumendo

TIPO DI COSTRUZIONE (opere ordinarie.....)	2
VITA NOMINALE $V_N$	$\geq 50$ ANNI
CLASSE D'USO (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi...)	III
COEFFICIENTE D'USO $C_U$	1.5
PERIODO DI RIFERIMENTO per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U$	75 anni



Vita nominale ( $V_N$ ): 50 [anni]  
 Classe d'uso: III  
 Coefficiente d'uso ( $C_U$ ): 1.5  
 Periodo di riferimento ( $V_R$ ): 75 [anni]

Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLO: 45 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLD: 75 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLV: 712 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLC: 1462 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44.7163582 [°]  
 Longitudine (WGS84): 11.1399488 [°]  
 Latitudine (ED50): 44.7172966 [°]  
 Longitudine (ED50): 11.1409502 [°]



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	15839	44.710880	11.099430	3357.52
2	15840	44.712270	11.169690	2338.66
3	15618	44.762250	11.167840	5431.18
4	15617	44.760860	11.097480	5937.55

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

#### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.481	0.254
	45	0.054	2.515	0.266
	50	0.056	2.524	0.269
	72	0.068	2.443	0.276
SLD	75	0.070	2.448	0.275
	101	0.081	2.480	0.270
	140	0.095	2.539	0.269
	201	0.111	2.578	0.268
SLV	475	0.157	2.589	0.273
	712	0.185	2.551	0.277
	975	0.210	2.522	0.281
	1462	0.244	2.487	0.286
SLC	2475	0.297	2.441	0.293

#### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.490	0.255
	45	0.054	2.491	0.266
	50	0.057	2.491	0.270
	72	0.068	2.450	0.278
SLD	75	0.069	2.461	0.276
	101	0.080	2.540	0.266
	140	0.094	2.573	0.268
	201	0.111	2.588	0.269
SLV	475	0.157	2.593	0.273
	712	0.185	2.556	0.277
	975	0.210	2.529	0.280

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

SLC	1462	0.244	2.489	0.286
	2475	0.298	2.439	0.294

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.043	2.525	0.255
SLO	45	0.052	2.484	0.265
	50	0.055	2.474	0.268
	72	0.065	2.494	0.276
SLD	75	0.067	2.500	0.275
	101	0.079	2.545	0.264
	140	0.091	2.608	0.263
	201	0.108	2.581	0.269
	475	0.156	2.591	0.271
SLV	712	0.184	2.561	0.275
	975	0.209	2.538	0.278
SLC	1462	0.243	2.493	0.285
	2475	0.297	2.436	0.294

### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.043	2.522	0.254
SLO	45	0.052	2.481	0.265
	50	0.055	2.470	0.268
	72	0.065	2.474	0.277
SLD	75	0.067	2.485	0.275
	101	0.078	2.564	0.263
	140	0.092	2.600	0.264
	201	0.109	2.586	0.269
	475	0.156	2.592	0.271
SLV	712	0.184	2.560	0.275
	975	0.209	2.535	0.278
SLC	1462	0.243	2.492	0.284
	2475	0.297	2.436	0.293

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0.053	2.495	0.266
SLD	75	0.069	2.468	0.275
SLV	712	0.185	2.556	0.276
SLC	1462	0.244	2.489	0.286

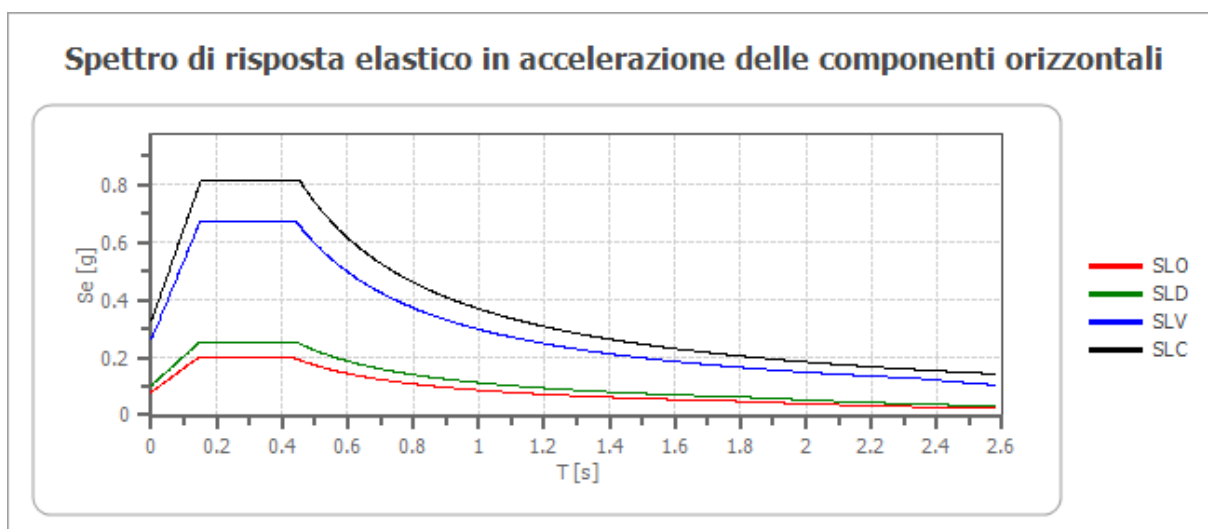
## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000  
 Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica:  
 T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.016	0.021	0.063	0.091
kv	0.008	0.010	0.031	0.046
amax [m/s²]	0.786	1.009	2.570	3.204
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



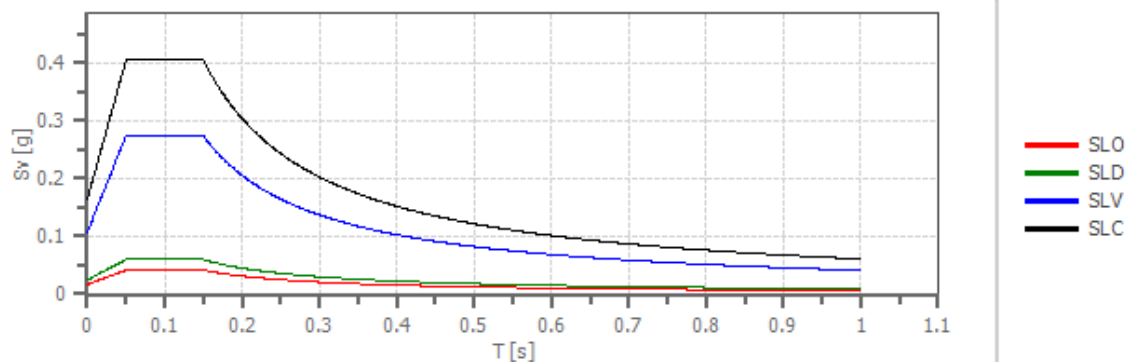
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.5	0.053	2.495	0.266	1.500	1.630	1.000	1.500	1.000	0.144	0.433	1.814	0.080	0.200
SLD	1.5	0.069	2.468	0.275	1.500	1.610	1.000	1.500	1.000	0.148	0.444	1.874	0.103	0.254
SLV	1.5	0.185	2.556	0.276	1.420	1.610	1.000	1.420	1.000	0.148	0.445	2.338	0.262	0.670
SLC	1.5	0.244	2.489	0.286	1.340	1.590	1.000	1.340	1.000	0.151	0.454	2.575	0.327	0.813

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000



### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.5	0.053	2.495	0.266	1	1.630	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.042
SLD	1.5	0.069	2.468	0.275	1	1.610	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.024	0.060
SLV	1.5	0.185	2.556	0.276	1	1.610	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.107	0.274
SLC	1.5	0.244	2.489	0.286	1	1.590	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.163	0.405

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

## 11. RISPOSTA SISMICA LOCALE AL III LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Data la destinazione d'uso dell'opera (classe d'uso III – Costruzione il cui uso preveda affollamenti significativi) è necessario procedere con la verifica della risposta sismica locale al III livello di approfondimento.

Per la definizione della funzione di trasferimento *bedrock*-superficie e dei parametri da utilizzare si procede all'analisi numerica ai sensi delle NTC18 e delle DGR 476-564/2021 della Regione Emilia-Romagna.

### 11.1 Introduzione

La procedura di calcolo impiegata per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, o uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo.

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare un solo spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
  - 2.1. Stima della funzione di trasferimento;
  - 2.2. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
  - 2.3. Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;

Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane sotto a una soglia ritenuta accettabile;

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro in precedenza calcolato e opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile “trasferire” l’accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato è corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove  $M$  rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, si considera un suolo variamente stratificato composto da  $N$  strati orizzontali di cui l’ $N$ -esimo è il letto di roccia (*bedrock*).

Ponendo come ipotesi che ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt

$\tau = G\gamma + \mu \frac{\partial \gamma(z,t)}{\partial z \partial t}$ , la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall’equazione dell’onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \mu \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove:  $u$  rappresenta lo spostamento;  $t$  il tempo;  $\rho$  la densità;  $G$  il modulo di deformazione al taglio;  $\mu$  la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z,t) = U(z) e^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\mu) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho\omega^2 U \quad (3)$$

Dove  $\omega$  rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho\omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto  $G^* = G + i\omega\mu$ , ovvero il modulo di deformazione al taglio complesso. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\mu = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove  $\xi$  rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l’apice \* indichi la natura complessa delle variabili in gioco, la soluzione dell’equazione generica dell’onda è la seguente:

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

$$u(z, t) = E e^{i(\omega t + k^* z)} + F e^{i(\omega t - k^* z)} \quad (7)$$

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre  $k^*$  rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{du}{dz} e^{i\omega t} = i k^* G^* [E e^{i(\omega t + k^* z)} - F e^{i(\omega t - k^* z)}] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore  $h_m$  gli spostamenti, rispettivamente in sommità ( $z = 0$ ) e al fondo ( $z = h_m$ ), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = (E_m e^{i k_m^* h_m} + F_m e^{-i k_m^* h_m}) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{i k_m^* h_m} + F_m e^{-i k_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità e al fondo dell'm-esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = i k_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = i k_m^* G_m^* [E_m e^{i k_m^* h_m} - F_m e^{-i k_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{i k_m^* h_m} - F_m e^{-i k_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{i k_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-i k_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{i k_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-i k_m^* h_m} \quad (19)$$

Dove  $\alpha_m^*$  rappresenta il rapporto di impedenza complesso all'interfaccia tra i piani m ed m+1, ed è dato dalla seguente espressione:



$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} = \sqrt{\frac{\rho_m G_m^*}{\rho_{m+1} G_{m+1}^*}} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = i k_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

Da cui  $E_1 = F_1$ .

Le equazioni (18) e (19) possono essere poi applicate agli strati successivi da 2 ad m. La funzione di trasferimento  $A_{mn}$  che lega gli spostamenti in sommità dei piani m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

La velocità  $u'(z, t)$  e l'accelerazione  $u''(z, t)$  sono legati allo spostamento dalle relazioni

$$u'(z, t) = \frac{\delta u}{\delta t} = i\omega u(z, t) \quad u''(z, t) = \frac{\delta^2 u}{\delta t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento  $A_{mn}$  può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m:

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{u'_m}{u'_n} = \frac{u''_m}{u''_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale  $\gamma$  alla profondità z e al tempo t è definita dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\delta u}{\delta z} = i k^* (E e^{i k^* z} - F e^{-i k^* z}) e^{i\omega t} \quad (24)$$

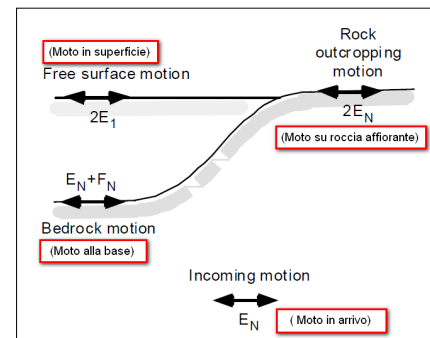
e la corrispondente tensione alla profondità z ed al tempo t dalla:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, è utile riprodurre la rappresentazione schematica di figura in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad  $E_N$ ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a  $E_N + F_N$ . Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ( $E_N = F_N$ ), il moto avrà ampiezza pari a  $2E_N$ . La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$



A è non lineare poiché G è funzione di  $\gamma$ . Nella procedura di calcolo, infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di  $\gamma$ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione è ritenuta accettabile. Il modello per  $G(\gamma)$  adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (27)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[ \ln \left( \frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (28)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[ \ln \left( \frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (29)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.00 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 \leq PI \leq 70 \\ 2.70 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (30)$$

Dove  $G_{max}$  è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (31)$$

Dove  $\rho$  è la densità del terreno e  $V_s$  la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (31) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.3})}{2} \left[ 0.586 \left( \frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (32)$$

da cui si deduce che anche  $\xi$  deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

## 11.2 Dati generali

### Stratigrafia

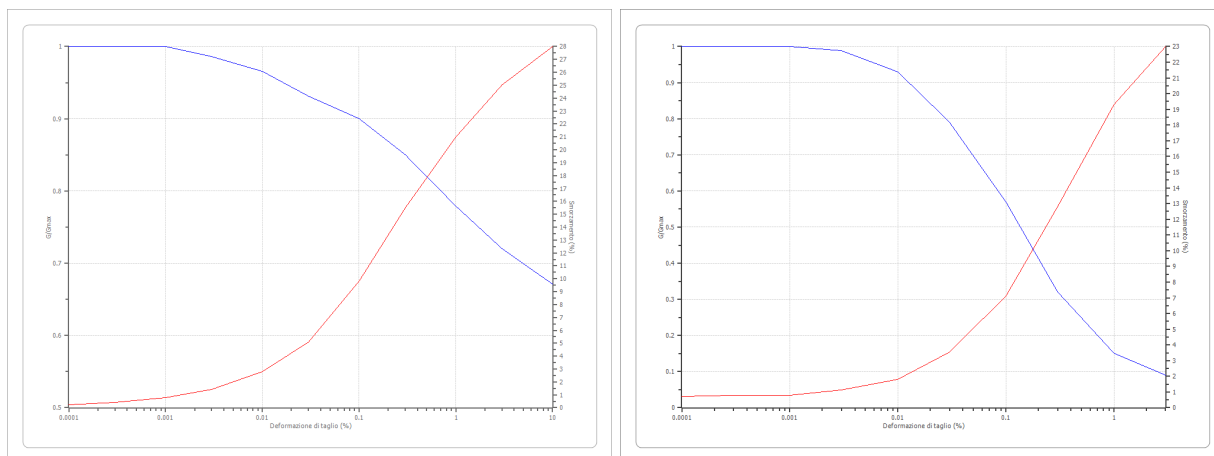
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Gmax [MPa]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	--	2.3	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	35.96	18.0	140.0	20.7
2	2.3	27.5	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	102.46	19.0	230.0	167.8
3	29.8	60.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	235.68	20.0	340.0	599.8
4	89.8	165.0	EPRI Sand (1993) 76,50-152,40 metri	395.81	21.0	430.0	1828.7
5	254.8	∞	Idriss (1990) Rock	1435.27	22.0	800.0	2751.9

Strato rilevamento accelerogramma: 5 - Bedrock – Affiorante (*outcrop*)

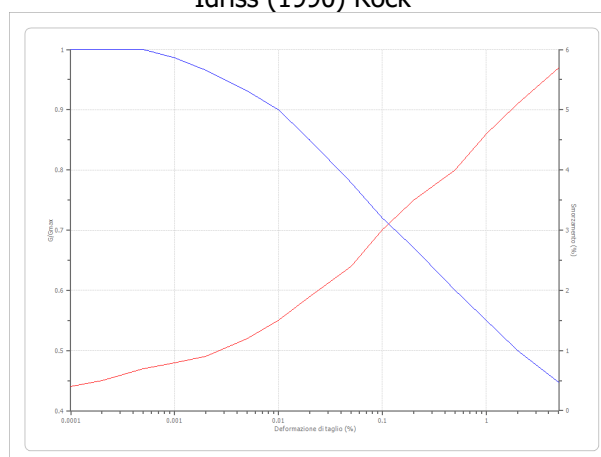
Agli strati sono state applicate le seguenti curve di decadimento.

Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

EPRI Sand (1993) 76,50-152,40 metri



**Idriss (1990) Rock**



### 11.3 Elaborazione

Sono stati utilizzati i seguenti accelerogrammi:

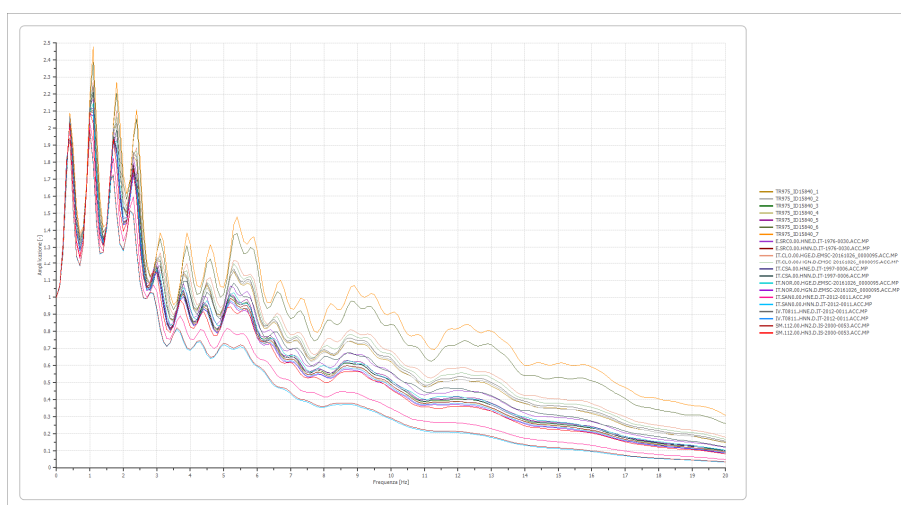
- sette accelerogrammi estratti con la procedura SeismHome realizzata da Eucentre (Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica) per la Regione Emilia-Romagna nell'ambito dell'accordo "*Acquisizione del servizio di rilevamento a scala regionale del rischio sismico degli edifici residenziali ordinari e aggiornamento dei segnali di riferimento per la stima della risposta sismica locale negli studi di microzonazione sismica di terzo livello di approfondimento*".
- quattordici accelerogrammi, estratti con la procedura REXELweb (Sgobba, S., Felicetta, C., Russo, E., D'Amico, M., Lanzano, G., Pacor F., Luzi, L., Baraschino, R., Baltzopoulos, G., Iervolino, I. *The online graphical user interface of REXELweb for the selection of accelerograms from the Engineering Strong Motion database (ESM)*. 39° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida (GNGTS), 22 – 24 giugno 2021);

I requisiti di selezione degli accelerogrammi dal *database*, tutti scalati alla  $PGA_0^9$  relativa allo stato limite di sito considerato, sono stati così fissati:

- Categoria di suolo A
- Classe d'uso III
- Intervallo di Magnitudo 4.5÷6.5
- Distanza 0÷40 km
- Meccanismo focale: *thrust*

Numero di iterazioni	50
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima: [(M-1)/10]	0.514
Tipo di modulo elastico	Shake 91
Massimo errore percentuale di convergenza	$1.55 \times 10^{-4}$

Il grafico seguente rappresenta le curve di amplificazione rispetto alla frequenza per ogni accelerogramma elaborato.



Determinazione del rapporto  $Pga/Pga_0$

Dall'analisi si sono ottenuti i valori riassunti in tabella.

Profondità	0	2.3	29.8	89.8	254.8	--
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	--
Accelerogramma	Pga				Pga <sub>0</sub>	Pga/Pga <sub>0</sub>
TR975_ID15840_1 [g]	0.213	0.197	0.121	0.167	0.185	1.15
TR975_ID15840_2 [g]	0.181	0.166	0.126	0.112	0.184	0.98
TR975_ID15840_3 [g]	0.209	0.195	0.129	0.108	0.185	1.13
TR975_ID15840_4 [g]	0.238	0.230	0.114	0.137	0.185	1.29
TR975_ID15840_5 [g]	0.214	0.204	0.126	0.120	0.185	1.16
TR975_ID15840_6 [g]	0.193	0.153	0.099	0.095	0.189	1.02
TR975_ID15840_7 [g]	0.227	0.208	0.154	0.095	0.184	1.23
E.SRC0.00.HNE.D.IT-1976-0030.ACC.MP [g]	0.226	0.211	0.092	0.088	0.185	1.22
E.SRC0.00.HNN.D.IT-1976-0030.ACC.MP [g]	0.213	0.201	0.126	0.105	0.185	1.15
IT.CLO.00.HGE.D.EMSC-20161026_0000095.ACC.MP [g]	0.200	0.192	0.117	0.104	0.187	1.07
IT.CLO.00.HGN.D.EMSC-20161026_0000095.ACC.MP [g]	0.159	0.146	0.122	0.085	0.181	0.88

<sup>9</sup> Al *bedrock*, suolo di categoria A e categoria topografica T1.



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

IT.CSA.00.HNE.D.IT-1997-0006.ACC.MP [g]	0.228	0.216	0.123	0.104	0.184	1.24
IT.CSA.00.HNN.D.IT-1997-0006.ACC.MP [g]	0.274	0.267	0.092	0.120	0.185	1.48
IT.NOR.00.HGE.D.EMSC-20161026_0000095.ACC.MP [g]	0.257	0.246	0.106	0.112	0.186	1.38
IT.NOR.00.HGN.D.EMSC-20161026_0000095.ACC.MP [g]	0.227	0.219	0.136	0.156	0.185	1.23
IT.SAN0.00.HNE.D.IT-2012-0011.ACC.MP [g]	0.215	0.212	0.131	0.153	0.187	1.15
IT.SAN0.00.HNN.D.IT-2012-0011.ACC.MP [g]	0.219	0.212	0.158	0.129	0.187	1.17
IV.T0811..HNE.D.IT-2012-0011.ACC.MP [g]	0.191	0.170	0.095	0.082	0.183	1.04
IV.T0811..HNN.D.IT-2012-0011.ACC.MP [g]	0.241	0.228	0.147	0.084	0.184	1.31
SM.112.00.HN2.D.IS-2000-0053.ACC.MP [g]	0.222	0.219	0.129	0.124	0.187	1.19
SM.112.00.HN3.D.IS-2000-0053.ACC.MP [g]	0.190	0.176	0.108	0.126	0.187	1.02
<b>Valore medio</b>	<b>0.22</b>	<b>0.20</b>	<b>0.12</b>	<b>0.11</b>	<b>0.19</b>	<b>1.17</b>

## Fattori di amplificazione

I fattori di amplificazione sono così determinati (procedura sec. Linee Guida Protezione Civile).

1. Si determina il periodo di massimo valore dello spettro medio di input  $T_{ai}$  e dello spettro medio di output  $T_{ao}$ ;
2. Si ricavano i valori medi degli spettri di input ( $S_{ai}$ ) e di output ( $S_{ao}$ ) nell'intorno  $T_{ai}$  e  $T_{ao}$  come:

$$S_{am} = \frac{1}{T_{\alpha}} \int_{0.5T_{\alpha}}^{1.5T_{\alpha}} SA(T) dT$$

dove  $S_{am}$  è lo spettro medio, e può essere  $S_{ai}$  o  $S_{ao}$

$SA(T)$  è lo spettro di risposta elastico in accelerazione pari a  $S_{ai}$  per l'input,  $S_{ao}$  per l'output

$T_{\alpha}$  vale  $T_{ai}$  per l'input  $T_{ao}$  per l'output

3. Si determinano i periodi propri  $T_{vi}$  e  $T_{vo}$  di massimo valore degli spettri di pseudovelocità così definiti

$$S_v(T) = SA(T) \frac{T}{2\pi}$$

dove  $S_v(T)$  corrisponde rispettivamente a  $S_{vi}(T)$  per l'input e  $S_{vo}(T)$  per l'output

4. Si calcolano i valori medi degli spettri medi di pseudovelocità ( $S_{vmi}$ ) e ( $S_{vmo}$ ) nell'intorno di  $T_{vi}$  e  $T_{vo}$

$$S_{vm} = \frac{1}{0.4T_v} \int_{0.8T_v}^{1.2T_v} S_v(T) dT$$

dove

$S_{vm}$  è il valore medio dello spettro e può essere  $S_{vmi}$  o  $S_{vmo}$ , rispettivamente per l'input e l'output

$T_v$  può essere  $T_{vi}$  e  $T_{vo}$ , rispettivamente per l'input e l'output

L'intervallo di integrazione è ridotto rispetto a quello dell'accelerazione perché lo spettro di velocità ha,

generalmente, un andamento più regolare.

5. Il valore di  $F_a$  è pari a

$$F_a = \frac{S_{vmo}}{S_{vmi}}$$

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

6. Il valore di  $F_v$  è pari a

$$F_v = \frac{S_{vmo}}{S_{vml}}$$

7. Per determinare i valori dello spettro normalizzato valgono le seguenti relazioni:

Periodo TC

$$TC = 2\pi \frac{S_{vml} * F_v}{S_{ami} * F_a}$$

Periodo TB

$$TB = \frac{1}{3} TC$$

Il ramo iniziale dello spettro fra  $T=0$  e  $T=TB$  si assume lineare con

$$SA(0) = S_{ai}(0) * F_a$$

$$SA(TB) = S_{ami} * F_a$$

Il ramo dello spettro ad accelerazione spettrale costante, tra TB e TC, ha ordinata pari a

$$SA = S_{ami} * F_a$$

Il ramo dello spettro a velocità costante per  $T > TC$  ha ordinate pari a

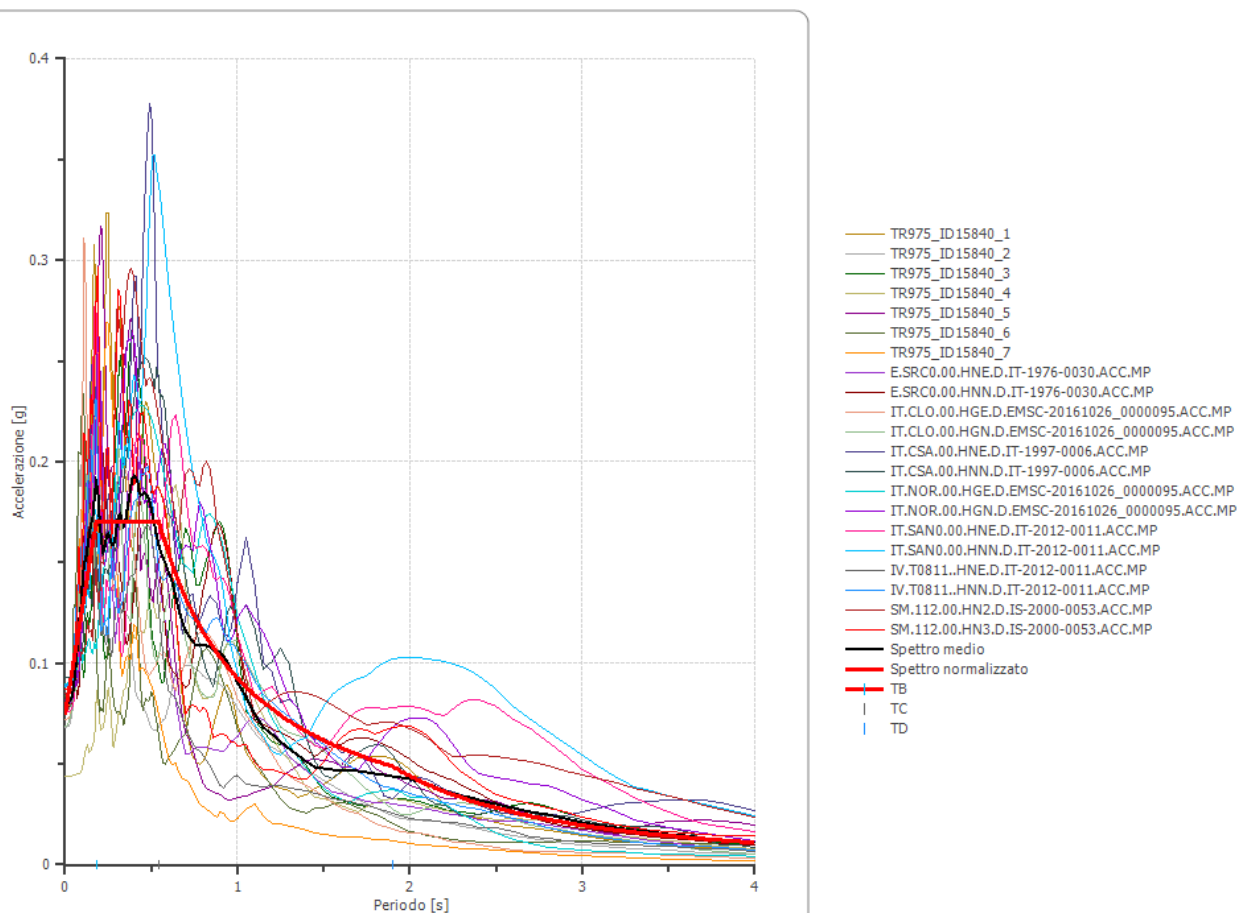
$$SA = S_{ami} * F_a * \frac{TC}{T}$$

### SLO

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.150	[s]
Tvi	2.050	[s]
Tao	0.400	[s]
Tvo	0.960	[s]
Sami	1.172	[m/s <sup>2</sup> ]
Svml	0.082	[m/s]
Samo	1.673	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.145	[m/s]
Fa	1.427	[-]
Fv	1.770	[-]
TB	0.181	[s]
TC	0.543	[s]
TD	1.898	[s]
SA(0)	0.075	[g]
SA(TB)	0.171	[g]

Confronto tra spettri elaborati, spettro medio e spettro normalizzato SLO



Spettro di accelerazione medio SLO

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.0798	0.26	0.1622	0.52	0.1683	0.98	0.0940	2.25	0.0354
0.01	0.0798	0.27	0.1584	0.53	0.1636	1.00	0.0905	2.30	0.0343
0.02	0.0804	0.28	0.1582	0.54	0.1599	1.05	0.0830	2.35	0.0331
0.03	0.0815	0.29	0.1624	0.55	0.1563	1.10	0.0748	2.40	0.0320
0.04	0.0833	0.30	0.1681	0.56	0.1539	1.15	0.0683	2.50	0.0301
0.05	0.0885	0.31	0.1735	0.57	0.1518	1.20	0.0645	2.60	0.0282
0.06	0.0967	0.32	0.1739	0.58	0.1497	1.25	0.0608	2.70	0.0262
0.07	0.1076	0.33	0.1708	0.60	0.1455	1.30	0.0579	2.80	0.0246
0.08	0.1206	0.34	0.1681	0.62	0.1405	1.35	0.0545	2.90	0.0227
0.09	0.1257	0.35	0.1703	0.64	0.1338	1.40	0.0508	3.00	0.0210
0.10	0.1388	0.36	0.1760	0.66	0.1262	1.45	0.0487	3.10	0.0195
0.11	0.1495	0.37	0.1813	0.68	0.1203	1.50	0.0476	3.20	0.0181
0.12	0.1521	0.38	0.1873	0.70	0.1160	1.55	0.0469	3.30	0.0169
0.13	0.1575	0.39	0.1916	0.72	0.1132	1.60	0.0463	3.40	0.0161
0.14	0.1636	0.40	0.1932	0.74	0.1104	1.65	0.0467	3.50	0.0152
0.15	0.1691	0.41	0.1922	0.76	0.1089	1.70	0.0465	3.60	0.0143

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.16	0.1725	0.42	0.1896	0.78	0.1087	1.75	0.0459	3.70	0.0134
0.17	0.1818	0.43	0.1848	0.80	0.1092	1.80	0.0453	3.80	0.0125
0.18	0.1898	0.44	0.1830	0.82	0.1087	1.85	0.0447	3.90	0.0117
0.19	0.1857	0.45	0.1841	0.84	0.1083	1.90	0.0440	4.00	0.0110
0.20	0.1717	0.46	0.1845	0.86	0.1069	1.95	0.0432		
0.21	0.1609	0.47	0.1839	0.88	0.1059	2.00	0.0424		
0.22	0.1553	0.48	0.1825	0.90	0.1053	2.05	0.0413		
0.23	0.1575	0.49	0.1802	0.92	0.1034	2.10	0.0399		
0.24	0.1632	0.50	0.1769	0.94	0.1010	2.15	0.0384		
0.25	0.1642	0.51	0.1730	0.96	0.0975	2.20	0.0368		

#### Spettro di velocità medio SLO

Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]
0.00	0.0000	0.26	6.0205	0.52	13.6394	0.98	15.2523	2.25	14.3318
0.01	0.0057	0.27	5.9799	0.53	13.5661	1.00	15.1727	2.30	14.2616
0.02	0.0231	0.28	6.1112	0.54	13.4208	1.05	14.6191	2.35	14.1765
0.03	0.0549	0.29	6.5183	0.55	13.3212	1.10	13.9881	2.40	14.1352
0.04	0.1091	0.30	7.0262	0.56	13.3605	1.15	13.2533	2.50	13.9621
0.05	0.2166	0.31	7.5234	0.57	13.4694	1.20	13.1737	2.60	13.8294
0.06	0.3785	0.32	7.8941	0.58	13.5724	1.25	13.1135	2.70	13.7344
0.07	0.6245	0.33	7.9681	0.60	13.8419	1.30	12.9607	2.80	13.3719
0.08	0.9480	0.34	8.1308	0.62	13.7630	1.35	12.7270	2.90	12.9772
0.09	1.1634	0.35	8.5959	0.64	13.5378	1.40	12.3704	3.00	12.6279
0.10	1.5244	0.36	9.1318	0.66	13.1180	1.45	12.0467	3.10	12.3986
0.11	1.9087	0.37	9.6106	0.68	12.8204	1.50	12.0682	3.20	12.1996
0.12	2.2020	0.38	10.0349	0.70	12.7309	1.55	12.3515	3.30	12.0463
0.13	2.4289	0.39	10.4719	0.72	12.8276	1.60	12.6707	3.40	11.9962
0.14	2.8159	0.40	10.8433	0.74	12.8913	1.65	12.9993	3.50	11.8759
0.15	3.1943	0.41	11.2178	0.76	13.1052	1.70	13.3568	3.60	11.7386
0.16	3.5006	0.42	11.4607	0.78	13.3460	1.75	13.8697	3.70	11.5028
0.17	4.0510	0.43	11.5844	0.80	13.6296	1.80	14.2267	3.80	11.2822
0.18	4.4691	0.44	11.8930	0.82	14.0304	1.85	14.4575	3.90	11.1067
0.19	4.6673	0.45	12.1047	0.84	14.4265	1.90	14.5625	4.00	10.9477
0.20	4.5030	0.46	12.3779	0.86	14.6124	1.95	14.7716		
0.21	4.5005	0.47	12.7114	0.88	14.6823	2.00	14.9493		
0.22	4.5910	0.48	13.0006	0.90	14.8368	2.05	14.9503		
0.23	4.9621	0.49	13.2374	0.92	15.0270	2.10	14.8703		
0.24	5.4870	0.50	13.4872	0.94	15.2224	2.15	14.7169		
0.25	5.8330	0.51	13.6584	0.96	15.2526	2.20	14.5401		

#### Spettro di spostamento medio SLO

Periodo [s]	Spostamento [cm]	Periodo [s]	Spostamento [cm]	Periodo [s]	Spostamento [cm]	Periodo [s]	Spostamento [cm]	Periodo [s]	Spostamento [cm]
0.00	0.0000	0.26	0.2714	0.52	1.1253	0.98	2.2310	2.25	4.4232
0.01	0.0002	0.27	0.2858	0.53	1.1365	1.00	2.2350	2.30	4.4752
0.02	0.0008	0.28	0.3070	0.54	1.1532	1.05	2.2606	2.35	4.5156
0.03	0.0018	0.29	0.3380	0.55	1.1693	1.10	2.2355	2.40	4.5520



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.04	0.0033	0.30	0.3745	0.56	1.1932	1.15	2.2311	2.50	4.6428
0.05	0.0055	0.31	0.4127	0.57	1.2199	1.20	2.2943	2.60	4.6991
0.06	0.0086	0.32	0.4405	0.58	1.2448	1.25	2.3476	2.70	4.7127
0.07	0.0131	0.33	0.4603	0.60	1.2946	1.30	2.4175	2.80	4.7492
0.08	0.0191	0.34	0.4809	0.62	1.3344	1.35	2.4517	2.90	4.7046
0.09	0.0252	0.35	0.5163	0.64	1.3548	1.40	2.4569	3.00	4.6577
0.10	0.0344	0.36	0.5645	0.66	1.3588	1.45	2.5270	3.10	4.6161
0.11	0.0448	0.37	0.6140	0.68	1.3739	1.50	2.6405	3.20	4.5530
0.12	0.0543	0.38	0.6690	0.70	1.4052	1.55	2.7790	3.30	4.5329
0.13	0.0659	0.39	0.7211	0.72	1.4509	1.60	2.9269	3.40	4.5702
0.14	0.0795	0.40	0.7649	0.74	1.4937	1.65	3.1347	3.50	4.5783
0.15	0.0942	0.41	0.7994	0.76	1.5555	1.70	3.3144	3.60	4.5567
0.16	0.1093	0.42	0.8274	0.78	1.6355	1.75	3.4704	3.70	4.5053
0.17	0.1301	0.43	0.8452	0.80	1.7274	1.80	3.6244	3.80	4.4316
0.18	0.1522	0.44	0.8763	0.82	1.8062	1.85	3.7723	3.90	4.3753
0.19	0.1660	0.45	0.9224	0.84	1.8882	1.90	3.9210	4.00	4.3231
0.20	0.1701	0.46	0.9656	0.86	1.9543	1.95	4.0513		
0.21	0.1755	0.47	1.0050	0.88	2.0280	2.00	4.1811		
0.22	0.1860	0.48	1.0397	0.90	2.1074	2.05	4.2839		
0.23	0.2063	0.49	1.0698	0.92	2.1625	2.10	4.3416		
0.24	0.2329	0.50	1.0936	0.94	2.2043	2.15	4.3772		
0.25	0.2539	0.51	1.1123	0.96	2.2208	2.20	4.3917		

#### Spettro normalizzato SLO

Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]
0.00	0.0745	0.26	0.1705	0.52	0.1705	0.98	0.0945	2.25	0.0412
0.01	0.0798	0.27	0.1705	0.53	0.1705	1.00	0.0926	2.30	0.0403
0.02	0.0851	0.28	0.1705	0.54	0.1705	1.05	0.0882	2.35	0.0394
0.03	0.0904	0.29	0.1705	0.55	0.1684	1.10	0.0842	2.40	0.0386
0.04	0.0957	0.30	0.1705	0.56	0.1653	1.15	0.0805	2.50	0.0370
0.05	0.1010	0.31	0.1705	0.57	0.1624	1.20	0.0772	2.60	0.0356
0.06	0.1063	0.32	0.1705	0.58	0.1596	1.25	0.0741	2.70	0.0343
0.07	0.1116	0.33	0.1705	0.60	0.1543	1.30	0.0712	2.80	0.0331
0.08	0.1169	0.34	0.1705	0.62	0.1493	1.35	0.0686	2.90	0.0319
0.09	0.1222	0.35	0.1705	0.64	0.1447	1.40	0.0661	3.00	0.0309
0.10	0.1276	0.36	0.1705	0.66	0.1403	1.45	0.0639	3.10	0.0299
0.11	0.1329	0.37	0.1705	0.68	0.1362	1.50	0.0617	3.20	0.0289
0.12	0.1382	0.38	0.1705	0.70	0.1323	1.55	0.0597	3.30	0.0281
0.13	0.1435	0.39	0.1705	0.72	0.1286	1.60	0.0579	3.40	0.0272
0.14	0.1488	0.40	0.1705	0.74	0.1251	1.65	0.0561	3.50	0.0265
0.15	0.1541	0.41	0.1705	0.76	0.1218	1.70	0.0545	3.60	0.0257
0.16	0.1594	0.42	0.1705	0.78	0.1187	1.75	0.0529	3.70	0.0250
0.17	0.1647	0.43	0.1705	0.80	0.1157	1.80	0.0514	3.80	0.0244
0.18	0.1700	0.44	0.1705	0.82	0.1129	1.85	0.0501	3.90	0.0237
0.19	0.1705	0.45	0.1705	0.84	0.1102	1.90	0.0487	4.00	0.0231
0.20	0.1705	0.46	0.1705	0.86	0.1077	1.95	0.0475		

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

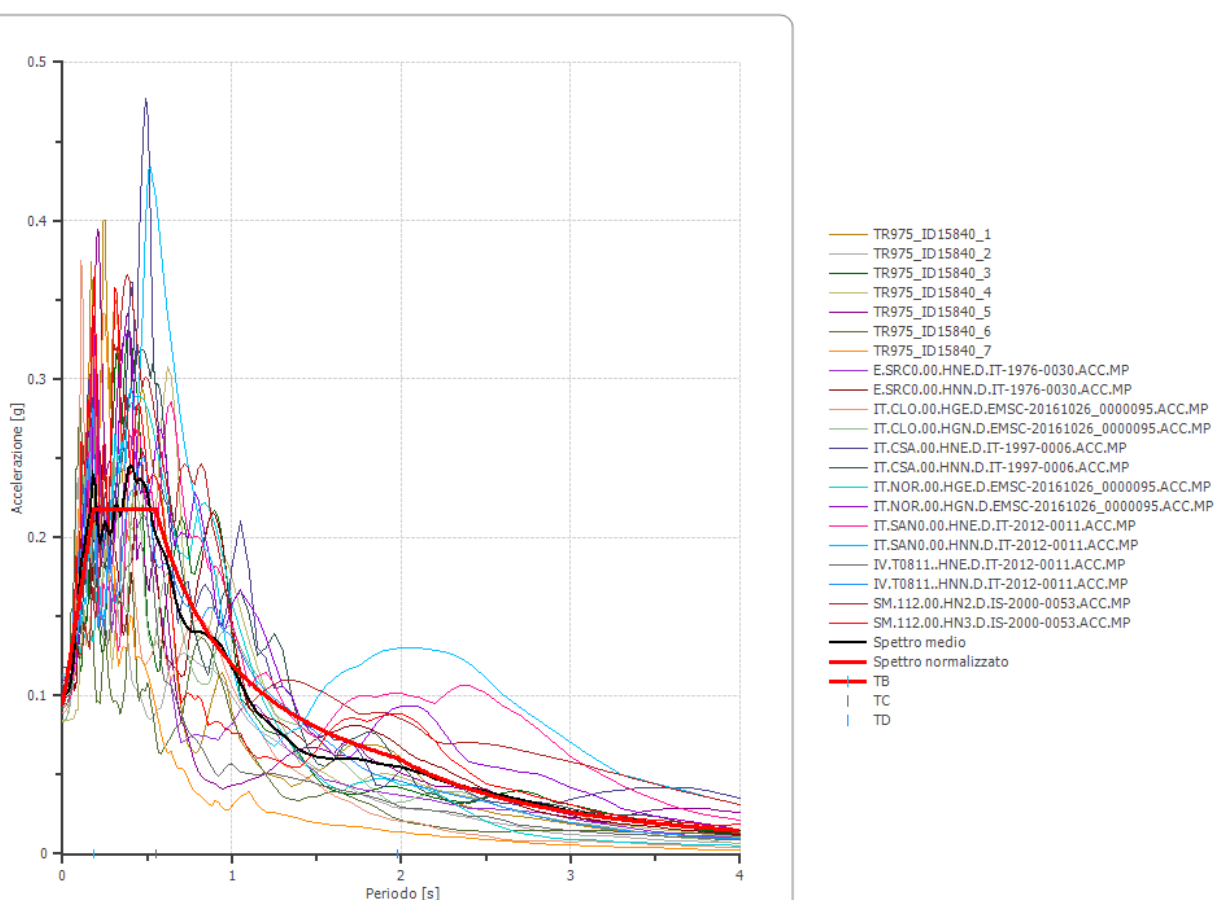
0.21	0.1705	0.47	0.1705	0.88	0.1052	2.00	0.0463		
0.22	0.1705	0.48	0.1705	0.90	0.1029	2.05	0.0452		
0.23	0.1705	0.49	0.1705	0.92	0.1006	2.10	0.0441		
0.24	0.1705	0.50	0.1705	0.94	0.0985	2.15	0.0431		
0.25	0.1705	0.51	0.1705	0.96	0.0965	2.20	0.0421		

### SLD

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.150	[s]
Tvi	2.050	[s]
Tao	0.400	[s]
Tvo	0.980	[s]
Sami	1.526	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.106	[m/s]
Samo	2.137	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.187	[m/s]
Fa	1.401	[-]
Fv	1.757	[-]
TB	0.183	[s]
TC	0.550	[s]
TD	1.975	[s]
SA(0)	0.094	[g]
SA(TB)	0.218	[g]

Confronto tra spettri elaborati, spettro medio e spettro normalizzato SLD



Spettro di accelerazione medio SLD

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1006	0.26	0.2072	0.52	0.2158	0.98	0.1224	2.25	0.0459
0.01	0.1006	0.27	0.2033	0.53	0.2097	1.00	0.1178	2.30	0.0445
0.02	0.1013	0.28	0.2016	0.54	0.2052	1.05	0.1083	2.35	0.0430
0.03	0.1026	0.29	0.2049	0.55	0.2012	1.10	0.0978	2.40	0.0416
0.04	0.1046	0.30	0.2119	0.56	0.1988	1.15	0.0892	2.50	0.0391
0.05	0.1103	0.31	0.2193	0.57	0.1967	1.20	0.0842	2.60	0.0366
0.06	0.1188	0.32	0.2207	0.58	0.1943	1.25	0.0791	2.70	0.0341
0.07	0.1313	0.33	0.2176	0.60	0.1895	1.30	0.0752	2.80	0.0320
0.08	0.1467	0.34	0.2144	0.62	0.1831	1.35	0.0706	2.90	0.0296
0.09	0.1542	0.35	0.2170	0.64	0.1739	1.40	0.0658	3.00	0.0274
0.10	0.1712	0.36	0.2242	0.66	0.1637	1.45	0.0631	3.10	0.0254
0.11	0.1846	0.37	0.2309	0.68	0.1556	1.50	0.0616	3.20	0.0235
0.12	0.1893	0.38	0.2384	0.70	0.1498	1.55	0.0606	3.30	0.0220
0.13	0.1959	0.39	0.2436	0.72	0.1458	1.60	0.0599	3.40	0.0210
0.14	0.2031	0.40	0.2457	0.74	0.1426	1.65	0.0603	3.50	0.0198
0.15	0.2101	0.41	0.2446	0.76	0.1404	1.70	0.0601	3.60	0.0187
0.16	0.2144	0.42	0.2415	0.78	0.1399	1.75	0.0594	3.70	0.0175

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.17	0.2269	0.43	0.2359	0.80	0.1404	1.80	0.0585	3.80	0.0163
0.18	0.2386	0.44	0.2345	0.82	0.1398	1.85	0.0577	3.90	0.0153
0.19	0.2353	0.45	0.2361	0.84	0.1389	1.90	0.0568	4.00	0.0144
0.20	0.2181	0.46	0.2366	0.86	0.1373	1.95	0.0558		
0.21	0.2027	0.47	0.2359	0.88	0.1364	2.00	0.0547		
0.22	0.1973	0.48	0.2342	0.90	0.1359	2.05	0.0534		
0.23	0.2002	0.49	0.2313	0.92	0.1338	2.10	0.0516		
0.24	0.2073	0.50	0.2271	0.94	0.1309	2.15	0.0496		
0.25	0.2094	0.51	0.2217	0.96	0.1267	2.20	0.0476		

#### Spettro di velocità medio SLD

Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]
0.00	0.0000	0.26	7.6922	0.52	17.4134	0.98	19.8364	2.25	18.5582
0.01	0.0068	0.27	7.6443	0.53	17.3214	1.00	19.7404	2.30	18.4684
0.02	0.0277	0.28	7.8122	0.54	17.1613	1.05	19.0285	2.35	18.3705
0.03	0.0667	0.29	8.2480	0.55	17.0728	1.10	18.2021	2.40	18.3491
0.04	0.1306	0.30	8.8702	0.56	17.1731	1.15	17.2169	2.50	18.1318
0.05	0.2510	0.31	9.4924	0.57	17.3467	1.20	17.1064	2.60	17.9753
0.06	0.4369	0.32	9.9847	0.58	17.5329	1.25	17.0082	2.70	17.8714
0.07	0.7250	0.33	10.0921	0.60	17.9546	1.30	16.7440	2.80	17.3907
0.08	1.1121	0.34	10.3066	0.62	17.8529	1.35	16.4213	2.90	16.8798
0.09	1.3823	0.35	10.8903	0.64	17.5229	1.40	15.9788	3.00	16.4409
0.10	1.8321	0.36	11.5777	0.66	16.9682	1.45	15.5733	3.10	16.1594
0.11	2.2972	0.37	12.1781	0.68	16.5514	1.50	15.5945	3.20	15.9201
0.12	2.6780	0.38	12.7022	0.70	16.4386	1.55	15.9555	3.30	15.7001
0.13	2.9836	0.39	13.2514	0.72	16.5761	1.60	16.3767	3.40	15.6286
0.14	3.4522	0.40	13.7575	0.74	16.6831	1.65	16.7851	3.50	15.4651
0.15	3.9581	0.41	14.2445	0.76	16.9138	1.70	17.2408	3.60	15.2829
0.16	4.3204	0.42	14.5977	0.78	17.1773	1.75	17.8643	3.70	14.9710
0.17	5.0126	0.43	14.7762	0.80	17.5310	1.80	18.3060	3.80	14.6680
0.18	5.5778	0.44	15.2228	0.82	18.0260	1.85	18.6037	3.90	14.4392
0.19	5.8886	0.45	15.5193	0.84	18.5238	1.90	18.7665	4.00	14.2345
0.20	5.7163	0.46	15.8272	0.86	18.7887	1.95	19.0808		
0.21	5.6935	0.47	16.2705	0.88	18.8946	2.00	19.3327		
0.22	5.8137	0.48	16.6637	0.90	19.1351	2.05	19.3325		
0.23	6.2799	0.49	16.9667	0.92	19.4241	2.10	19.2310		
0.24	6.9424	0.50	17.2360	0.94	19.7385	2.15	19.0330		
0.25	7.4279	0.51	17.4184	0.96	19.8185	2.20	18.8062		

#### Spettro di spostamento medio SLD

Periodo [s]	Spostamen to [cm]	Periodo [s]	Spostamen to [cm]	Periodo [s]	Spostamen to [cm]	Periodo [s]	Spostamen to [cm]	Periodo [s]	Spostamen to [cm]
0.00	0.0000	0.26	0.3468	0.52	1.4420	0.98	2.9043	2.25	5.7374
0.01	0.0002	0.27	0.3668	0.53	1.4562	1.00	2.9112	2.30	5.8084
0.02	0.0010	0.28	0.3913	0.54	1.4795	1.05	2.9508	2.35	5.8638
0.03	0.0023	0.29	0.4265	0.55	1.5051	1.10	2.9217	2.40	5.9145
0.04	0.0042	0.30	0.4721	0.56	1.5422	1.15	2.9124	2.50	6.0359



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.05	0.0068	0.31	0.5217	0.57	1.5805	1.20	2.9939	2.60	6.1061
0.06	0.0106	0.32	0.5592	0.58	1.6158	1.25	3.0548	2.70	6.1288
0.07	0.0160	0.33	0.5864	0.60	1.6869	1.30	3.1405	2.80	6.1839
0.08	0.0233	0.34	0.6133	0.62	1.7394	1.35	3.1787	2.90	6.1331
0.09	0.0310	0.35	0.6577	0.64	1.7602	1.40	3.1813	3.00	6.0771
0.10	0.0424	0.36	0.7190	0.66	1.7623	1.45	3.2758	3.10	6.0215
0.11	0.0553	0.37	0.7820	0.68	1.7789	1.50	3.4186	3.20	5.9336
0.12	0.0675	0.38	0.8517	0.70	1.8149	1.55	3.5945	3.30	5.9008
0.13	0.0821	0.39	0.9171	0.72	1.8680	1.60	3.7853	3.40	5.9515
0.14	0.0986	0.40	0.9726	0.74	1.9307	1.65	4.0483	3.50	5.9646
0.15	0.1171	0.41	1.0172	0.76	2.0051	1.70	4.2795	3.60	5.9377
0.16	0.1360	0.42	1.0540	0.78	2.1049	1.75	4.4860	3.70	5.8699
0.17	0.1625	0.43	1.0789	0.80	2.2210	1.80	4.6770	3.80	5.7718
0.18	0.1913	0.44	1.1231	0.82	2.3236	1.85	4.8699	3.90	5.6991
0.19	0.2102	0.45	1.1826	0.84	2.4237	1.90	5.0640	4.00	5.6314
0.20	0.2160	0.46	1.2382	0.86	2.5103	1.95	5.2328		
0.21	0.2213	0.47	1.2888	0.88	2.6095	2.00	5.4009		
0.22	0.2364	0.48	1.3340	0.90	2.7206	2.05	5.5349		
0.23	0.2622	0.49	1.3732	0.92	2.7981	2.10	5.6143		
0.24	0.2956	0.50	1.4037	0.94	2.8587	2.15	5.6630		
0.25	0.3241	0.51	1.4260	0.96	2.8853	2.20	5.6852		

**Spettro normalizzato SLD**

Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]
0.00	0.0938	0.26	0.2179	0.52	0.2179	0.98	0.1222	2.25	0.0532
0.01	0.1006	0.27	0.2179	0.53	0.2179	1.00	0.1197	2.30	0.0521
0.02	0.1073	0.28	0.2179	0.54	0.2179	1.05	0.1140	2.35	0.0509
0.03	0.1141	0.29	0.2179	0.55	0.2177	1.10	0.1088	2.40	0.0499
0.04	0.1209	0.30	0.2179	0.56	0.2138	1.15	0.1041	2.50	0.0479
0.05	0.1277	0.31	0.2179	0.57	0.2100	1.20	0.0998	2.60	0.0460
0.06	0.1344	0.32	0.2179	0.58	0.2064	1.25	0.0958	2.70	0.0443
0.07	0.1412	0.33	0.2179	0.60	0.1995	1.30	0.0921	2.80	0.0428
0.08	0.1480	0.34	0.2179	0.62	0.1931	1.35	0.0887	2.90	0.0413
0.09	0.1548	0.35	0.2179	0.64	0.1871	1.40	0.0855	3.00	0.0399
0.10	0.1615	0.36	0.2179	0.66	0.1814	1.45	0.0826	3.10	0.0386
0.11	0.1683	0.37	0.2179	0.68	0.1761	1.50	0.0798	3.20	0.0374
0.12	0.1751	0.38	0.2179	0.70	0.1710	1.55	0.0772	3.30	0.0363
0.13	0.1818	0.39	0.2179	0.72	0.1663	1.60	0.0748	3.40	0.0352
0.14	0.1886	0.40	0.2179	0.74	0.1618	1.65	0.0726	3.50	0.0342
0.15	0.1954	0.41	0.2179	0.76	0.1575	1.70	0.0704	3.60	0.0333
0.16	0.2022	0.42	0.2179	0.78	0.1535	1.75	0.0684	3.70	0.0324
0.17	0.2089	0.43	0.2179	0.80	0.1496	1.80	0.0665	3.80	0.0315
0.18	0.2157	0.44	0.2179	0.82	0.1460	1.85	0.0647	3.90	0.0307
0.19	0.2179	0.45	0.2179	0.84	0.1425	1.90	0.0630	4.00	0.0299
0.20	0.2179	0.46	0.2179	0.86	0.1392	1.95	0.0614		
0.21	0.2179	0.47	0.2179	0.88	0.1360	2.00	0.0599		

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

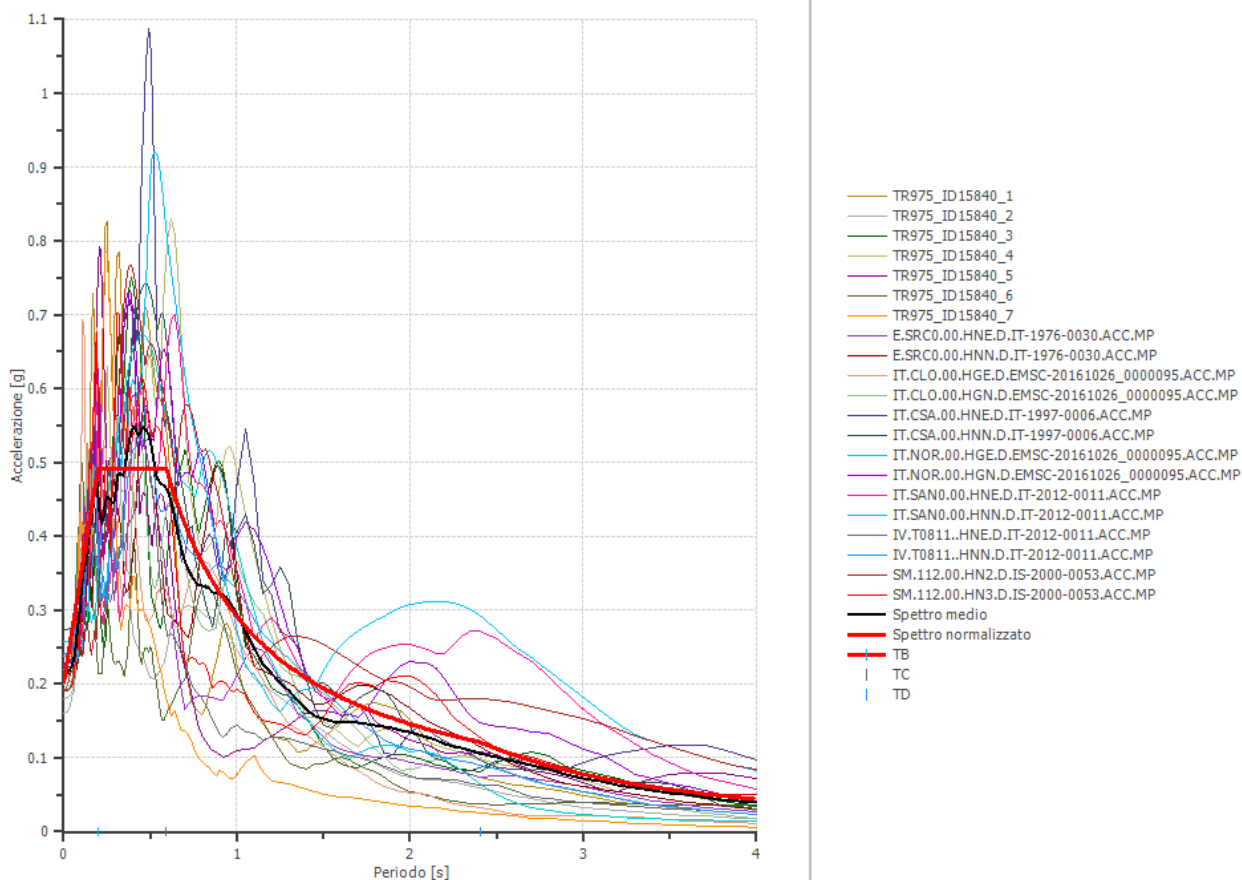
0.22	0.2179	0.48	0.2179	0.90	0.1330	2.05	0.0584		
0.23	0.2179	0.49	0.2179	0.92	0.1301	2.10	0.0570		
0.24	0.2179	0.50	0.2179	0.94	0.1274	2.15	0.0557		
0.25	0.2179	0.51	0.2179	0.96	0.1247	2.20	0.0544		

### SLV

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.150	[s]
Tvi	2.050	[s]
Tao	0.400	[s]
Tvo	0.980	[s]
Sami	4.091	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.285	[m/s]
Samo	4.829	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.455	[m/s]
Fa	1.180	[-]
Fv	1.595	[-]
TB	0.197	[s]
TC	0.592	[s]
TD	2.405	[s]
SA(0)	0.201	[g]
SA(TB)	0.492	[g]

Confronto tra spettri elaborati, spettro medio e spettro normalizzato SLV



Spettro di accelerazione medio SLV

Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]
0.00	0.2161	0.26	0.4520	0.52	0.5015	0.98	0.3017	2.25	0.1157
0.01	0.2161	0.27	0.4495	0.53	0.4886	1.00	0.2934	2.30	0.1126
0.02	0.2170	0.28	0.4453	0.54	0.4786	1.05	0.2724	2.35	0.1093
0.03	0.2186	0.29	0.4471	0.55	0.4749	1.10	0.2484	2.40	0.1062
0.04	0.2211	0.30	0.4630	0.56	0.4724	1.15	0.2270	2.50	0.1009
0.05	0.2269	0.31	0.4800	0.57	0.4702	1.20	0.2143	2.60	0.0952
0.06	0.2366	0.32	0.4838	0.58	0.4678	1.25	0.2008	2.70	0.0893
0.07	0.2525	0.33	0.4846	0.60	0.4625	1.30	0.1902	2.80	0.0842
0.08	0.2759	0.34	0.4820	0.62	0.4482	1.35	0.1776	2.90	0.0782
0.09	0.2924	0.35	0.4880	0.64	0.4265	1.40	0.1650	3.00	0.0728
0.10	0.3203	0.36	0.5035	0.66	0.4014	1.45	0.1571	3.10	0.0677
0.11	0.3478	0.37	0.5188	0.68	0.3813	1.50	0.1524	3.20	0.0628
0.12	0.3590	0.38	0.5320	0.70	0.3662	1.55	0.1492	3.30	0.0589
0.13	0.3730	0.39	0.5418	0.72	0.3553	1.60	0.1476	3.40	0.0560
0.14	0.3927	0.40	0.5482	0.74	0.3459	1.65	0.1480	3.50	0.0531
0.15	0.4123	0.41	0.5480	0.76	0.3382	1.70	0.1473	3.60	0.0500

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.16	0.4194	0.42	0.5426	0.78	0.3335	1.75	0.1465	3.70	0.0469
0.17	0.4412	0.43	0.5358	0.80	0.3331	1.80	0.1444	3.80	0.0438
0.18	0.4719	0.44	0.5376	0.82	0.3321	1.85	0.1421	3.90	0.0411
0.19	0.4770	0.45	0.5440	0.84	0.3292	1.90	0.1400	4.00	0.0388
0.20	0.4505	0.46	0.5472	0.86	0.3246	1.95	0.1376		
0.21	0.4250	0.47	0.5462	0.88	0.3228	2.00	0.1353		
0.22	0.4204	0.48	0.5426	0.90	0.3227	2.05	0.1322		
0.23	0.4265	0.49	0.5383	0.92	0.3211	2.10	0.1280		
0.24	0.4441	0.50	0.5293	0.94	0.3171	2.15	0.1235		
0.25	0.4534	0.51	0.5163	0.96	0.3103	2.20	0.1192		

#### Spettro di velocità medio SLV

Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]
0.00	0.0000	0.26	16.3286	0.52	39.5542	0.98	48.4307	2.25	45.9413
0.01	0.0121	0.27	16.5176	0.53	39.3810	1.00	48.3387	2.30	45.8702
0.02	0.0486	0.28	16.9803	0.54	39.2230	1.05	47.3918	2.35	45.8808
0.03	0.1173	0.29	17.7134	0.55	39.2203	1.10	45.5455	2.40	45.9762
0.04	0.2154	0.30	18.9447	0.56	39.9017	1.15	42.9654	2.50	45.5343
0.05	0.3798	0.31	20.3182	0.57	40.7140	1.20	42.5862	2.60	45.3799
0.06	0.6196	0.32	21.3958	0.58	41.7314	1.25	42.3538	2.70	45.2071
0.07	1.0476	0.33	21.8004	0.60	43.1212	1.30	41.4985	2.80	43.7690
0.08	1.6246	0.34	22.3365	0.62	43.1225	1.35	40.4978	2.90	42.8089
0.09	2.1286	0.35	23.7321	0.64	42.4645	1.40	39.2357	3.00	41.8314
0.10	2.9033	0.36	25.3164	0.66	41.1752	1.45	38.1285	3.10	41.4526
0.11	3.7501	0.37	26.8721	0.68	40.2226	1.50	38.1126	3.20	40.9043
0.12	4.5230	0.38	28.1382	0.70	39.8164	1.55	38.8116	3.30	40.3688
0.13	5.2014	0.39	29.0975	0.72	40.0440	1.60	39.9465	3.40	39.9036
0.14	6.1132	0.40	30.2561	0.74	40.2719	1.65	40.9392	3.50	39.3308
0.15	7.1600	0.41	31.3210	0.76	40.3876	1.70	41.8845	3.60	38.7993
0.16	7.9267	0.42	32.2229	0.78	40.7900	1.75	43.2374	3.70	37.9520
0.17	9.1697	0.43	32.9879	0.80	41.5806	1.80	44.3770	3.80	37.1224
0.18	10.6613	0.44	34.1148	0.82	42.5312	1.85	45.2078	3.90	36.4971
0.19	11.5195	0.45	35.0755	0.84	43.6605	1.90	45.7791	4.00	35.9845
0.20	11.4332	0.46	35.9114	0.86	44.3699	1.95	46.6333		
0.21	11.4590	0.47	37.0627	0.88	44.6246	2.00	47.3293		
0.22	11.9224	0.48	38.0814	0.90	45.4887	2.05	47.4025		
0.23	13.0359	0.49	38.8665	0.92	46.7027	2.10	47.1878		
0.24	14.4094	0.50	39.3539	0.94	47.5738	2.15	46.8193		
0.25	15.6415	0.51	39.5510	0.96	48.2193	2.20	46.3203		

#### Spettro di spostamento medio SLV

Periodo [s]	Spostamento [cm]	Periodo [s]	Spostamento [cm]	Periodo [s]	Spostamento [cm]	Periodo [s]	Spostamento [cm]	Periodo [s]	Spostamento [cm]
0.00	0.0000	0.26	0.7560	0.52	3.3545	0.98	7.1617	2.25	14.4633
0.01	0.0005	0.27	0.8107	0.53	3.3948	1.00	7.2499	2.30	14.7052



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.02	0.0022	0.28	0.8643	0.54	3.4521	1.05	7.4184	2.35	14.8923
0.03	0.0049	0.29	0.9304	0.55	3.5531	1.10	7.4249	2.40	15.0967
0.04	0.0088	0.30	1.0314	0.56	3.6634	1.15	7.4174	2.50	15.5624
0.05	0.0141	0.31	1.1418	0.57	3.7780	1.20	7.6235	2.60	15.8870
0.06	0.0211	0.32	1.2257	0.58	3.8928	1.25	7.7497	2.70	16.0628
0.07	0.0307	0.33	1.3062	0.60	4.1169	1.30	7.9438	2.80	16.2917
0.08	0.0438	0.34	1.3792	0.62	4.2597	1.35	7.9927	2.90	16.2248
0.09	0.0588	0.35	1.4791	0.64	4.3191	1.40	7.9851	3.00	16.1634
0.10	0.0793	0.36	1.6149	0.66	4.3227	1.45	8.1566	3.10	16.0417
0.11	0.1043	0.37	1.7583	0.68	4.3579	1.50	8.4625	3.20	15.8505
0.12	0.1282	0.38	1.9009	0.70	4.4343	1.55	8.8477	3.30	15.7860
0.13	0.1562	0.39	2.0386	0.72	4.5521	1.60	9.3236	3.40	15.9198
0.14	0.1906	0.40	2.1703	0.74	4.6820	1.65	9.9387	3.50	15.9885
0.15	0.2297	0.41	2.2793	0.76	4.8295	1.70	10.5032	3.60	15.9453
0.16	0.2658	0.42	2.3673	0.78	5.0164	1.75	11.0720	3.70	15.7743
0.17	0.3161	0.43	2.4510	0.80	5.2718	1.80	11.5477	3.80	15.5343
0.18	0.3783	0.44	2.5753	0.82	5.5211	1.85	12.0052	3.90	15.3560
0.19	0.4275	0.45	2.7246	0.84	5.7430	1.90	12.4769	4.00	15.2577
0.20	0.4460	0.46	2.8635	0.86	5.9365	1.95	12.9183		
0.21	0.4642	0.47	2.9843	0.88	6.1778	2.00	13.3604		
0.22	0.5034	0.48	3.0924	0.90	6.4586	2.05	13.7158		
0.23	0.5584	0.49	3.1956	0.92	6.7185	2.10	13.9327		
0.24	0.6333	0.50	3.2737	0.94	6.9242	2.15	14.0997		
0.25	0.7016	0.51	3.3198	0.96	7.0670	2.20	14.2438		

Spettro normalizzato SLV

Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]
0.00	0.2014	0.26	0.4923	0.52	0.4923	0.98	0.2974	2.25	0.1295
0.01	0.2161	0.27	0.4923	0.53	0.4923	1.00	0.2914	2.30	0.1267
0.02	0.2308	0.28	0.4923	0.54	0.4923	1.05	0.2775	2.35	0.1240
0.03	0.2456	0.29	0.4923	0.55	0.4923	1.10	0.2649	2.40	0.1214
0.04	0.2603	0.30	0.4923	0.56	0.4923	1.15	0.2534	2.50	0.1166
0.05	0.2751	0.31	0.4923	0.57	0.4923	1.20	0.2428	2.60	0.1121
0.06	0.2898	0.32	0.4923	0.58	0.4923	1.25	0.2331	2.70	0.1079
0.07	0.3046	0.33	0.4923	0.60	0.4857	1.30	0.2242	2.80	0.1041
0.08	0.3193	0.34	0.4923	0.62	0.4700	1.35	0.2159	2.90	0.1005
0.09	0.3341	0.35	0.4923	0.64	0.4553	1.40	0.2082	3.00	0.0971
0.10	0.3488	0.36	0.4923	0.66	0.4415	1.45	0.2010	3.10	0.0940
0.11	0.3636	0.37	0.4923	0.68	0.4285	1.50	0.1943	3.20	0.0911
0.12	0.3783	0.38	0.4923	0.70	0.4163	1.55	0.1880	3.30	0.0883
0.13	0.3930	0.39	0.4923	0.72	0.4047	1.60	0.1821	3.40	0.0857
0.14	0.4078	0.40	0.4923	0.74	0.3938	1.65	0.1766	3.50	0.0833
0.15	0.4225	0.41	0.4923	0.76	0.3834	1.70	0.1714	3.60	0.0809
0.16	0.4373	0.42	0.4923	0.78	0.3736	1.75	0.1665	3.70	0.0788
0.17	0.4520	0.43	0.4923	0.80	0.3643	1.80	0.1619	3.80	0.0767
0.18	0.4668	0.44	0.4923	0.82	0.3554	1.85	0.1575	3.90	0.0747

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

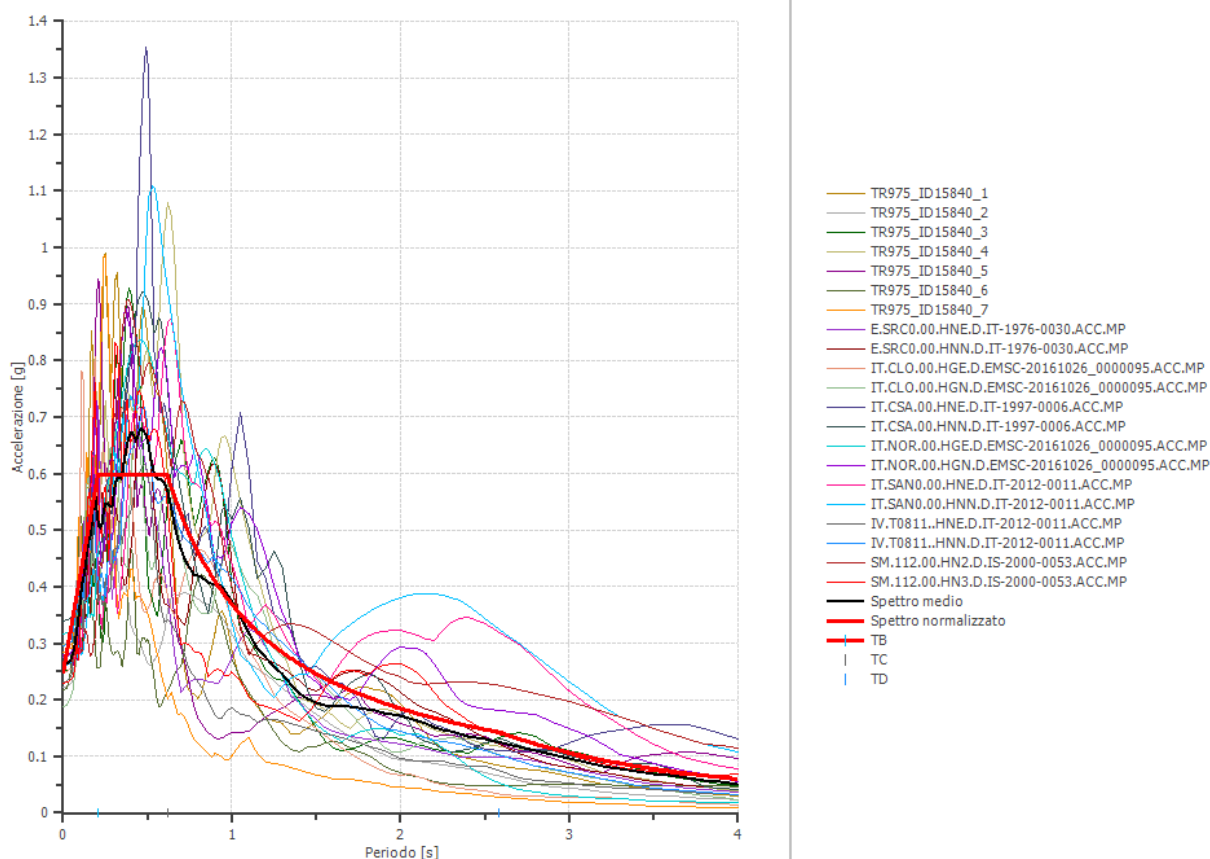
0.19	0.4815	0.45	0.4923	0.84	0.3469	1.90	0.1534	4.00	0.0729
0.20	0.4923	0.46	0.4923	0.86	0.3389	1.95	0.1494		
0.21	0.4923	0.47	0.4923	0.88	0.3312	2.00	0.1457		
0.22	0.4923	0.48	0.4923	0.90	0.3238	2.05	0.1422		
0.23	0.4923	0.49	0.4923	0.92	0.3168	2.10	0.1388		
0.24	0.4923	0.50	0.4923	0.94	0.3100	2.15	0.1355		
0.25	0.4923	0.51	0.4923	0.96	0.3036	2.20	0.1325		

## SLC

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.150	[s]
Tvi	2.050	[s]
Tao	0.460	[s]
Tvo	1.000	[s]
Sami	5.396	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.376	[m/s]
Samo	5.857	[m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.576	[m/s]
Fa	1.085	[-]
Fv	1.532	[-]
TB	0.206	[s]
TC	0.618	[s]
TD	2.586	[s]
SA(0)	0.246	[g]
SA(TB)	0.597	[g]

Confronto tra spettri elaborati, spettro medio e spettro normalizzato SLC



Spettro di accelerazione medio SLC

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.2634	0.26	0.5445	0.52	0.6257	0.98	0.3834	2.25	0.1477
0.01	0.2634	0.27	0.5444	0.53	0.6109	1.00	0.3733	2.30	0.1441
0.02	0.2644	0.28	0.5409	0.54	0.5979	1.05	0.3483	2.35	0.1400
0.03	0.2661	0.29	0.5418	0.55	0.5932	1.10	0.3189	2.40	0.1363
0.04	0.2687	0.30	0.5641	0.56	0.5904	1.15	0.2917	2.50	0.1299
0.05	0.2738	0.31	0.5836	0.57	0.5891	1.20	0.2757	2.60	0.1234
0.06	0.2832	0.32	0.5903	0.58	0.5887	1.25	0.2582	2.70	0.1161
0.07	0.2982	0.33	0.5939	0.60	0.5835	1.30	0.2447	2.80	0.1097
0.08	0.3209	0.34	0.5919	0.62	0.5672	1.35	0.2277	2.90	0.1021
0.09	0.3409	0.35	0.5982	0.64	0.5413	1.40	0.2114	3.00	0.0953
0.10	0.3681	0.36	0.6177	0.66	0.5091	1.45	0.2009	3.10	0.0887
0.11	0.4000	0.37	0.6369	0.68	0.4840	1.50	0.1940	3.20	0.0824
0.12	0.4137	0.38	0.6528	0.70	0.4650	1.55	0.1894	3.30	0.0774
0.13	0.4313	0.39	0.6642	0.72	0.4502	1.60	0.1874	3.40	0.0737
0.14	0.4573	0.40	0.6721	0.74	0.4378	1.65	0.1879	3.50	0.0698
0.15	0.4787	0.41	0.6724	0.76	0.4274	1.70	0.1872	3.60	0.0659
0.16	0.4878	0.42	0.6657	0.78	0.4193	1.75	0.1862	3.70	0.0618

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.17	0.5107	0.43	0.6606	0.80	0.4182	1.80	0.1836	3.80	0.0578
0.18	0.5499	0.44	0.6651	0.82	0.4167	1.85	0.1805	3.90	0.0544
0.19	0.5635	0.45	0.6737	0.84	0.4135	1.90	0.1775	4.00	0.0514
0.20	0.5318	0.46	0.6783	0.86	0.4077	1.95	0.1746		
0.21	0.5081	0.47	0.6776	0.88	0.4046	2.00	0.1718		
0.22	0.5046	0.48	0.6741	0.90	0.4039	2.05	0.1679		
0.23	0.5113	0.49	0.6691	0.92	0.4040	2.10	0.1629		
0.24	0.5328	0.50	0.6591	0.94	0.4001	2.15	0.1575		
0.25	0.5447	0.51	0.6432	0.96	0.3926	2.20	0.1520		

#### Spettro di velocità medio SLC

Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]	Periodo [s]	Velocità [cm/s]
0.00	0.0000	0.26	19.4289	0.52	48.8072	0.98	61.1809	2.25	58.4173
0.01	0.0138	0.27	19.7834	0.53	48.6203	1.00	61.2102	2.30	58.4201
0.02	0.0551	0.28	20.5235	0.54	48.4673	1.05	60.4122	2.35	58.5118
0.03	0.1322	0.29	21.2909	0.55	48.7616	1.10	58.2448	2.40	58.6604
0.04	0.2427	0.30	22.7076	0.56	49.5970	1.15	54.9128	2.50	58.2645
0.05	0.4171	0.31	24.4835	0.57	50.8258	1.20	54.4084	2.60	58.2207
0.06	0.6571	0.32	25.7572	0.58	52.2011	1.25	54.0965	2.70	57.9744
0.07	1.0909	0.33	26.3933	0.60	54.0994	1.30	53.0021	2.80	56.2724
0.08	1.6897	0.34	27.0817	0.62	54.2802	1.35	51.6226	2.90	55.2759
0.09	2.2393	0.35	28.8401	0.64	53.5289	1.40	49.9297	3.00	54.0638
0.10	3.0665	0.36	30.8133	0.66	52.1365	1.45	48.4378	3.10	53.5559
0.11	4.0255	0.37	32.7622	0.68	50.8141	1.50	48.3707	3.20	52.8529
0.12	4.9281	0.38	34.3620	0.70	50.2937	1.55	49.2116	3.30	52.2420
0.13	5.7673	0.39	35.5317	0.72	50.5227	1.60	50.5621	3.40	51.5827
0.14	6.8316	0.40	36.9103	0.74	50.7830	1.65	51.8292	3.50	50.7545
0.15	8.0392	0.41	38.1669	0.76	50.9187	1.70	53.0343	3.60	50.0179
0.16	8.9497	0.42	39.3781	0.78	51.2269	1.75	54.6790	3.70	48.9233
0.17	10.3610	0.43	40.4392	0.80	52.1425	1.80	56.1010	3.80	47.8160
0.18	12.1393	0.44	41.8219	0.82	53.2298	1.85	57.1265	3.90	46.9608
0.19	13.2187	0.45	43.1378	0.84	54.5852	1.90	57.7967	4.00	46.3581
0.20	13.3608	0.46	44.2925	0.86	55.5613	1.95	58.8629		
0.21	13.4428	0.47	45.6744	0.88	55.8920	2.00	59.8185		
0.22	14.0287	0.48	46.9772	0.90	57.0050	2.05	59.9797		
0.23	15.4015	0.49	47.9846	0.92	58.7359	2.10	59.7282		
0.24	17.0211	0.50	48.7119	0.94	59.9281	2.15	59.3379		
0.25	18.5037	0.51	48.8456	0.96	60.8632	2.20	58.7134		

#### Spettro di spostamento medio SLC

Periodo [s]	Spostamen to [cm]	Periodo [s]	Spostamen to [cm]	Periodo [s]	Spostamen to [cm]	Periodo [s]	Spostamen to [cm]	Periodo [s]	Spostamen to [cm]
0.00	0.0000	0.26	0.9111	0.52	4.1836	0.98	9.1026	2.25	18.4750
0.01	0.0007	0.27	0.9828	0.53	4.2432	1.00	9.2268	2.30	18.8148
0.02	0.0026	0.28	1.0491	0.54	4.3116	1.05	9.4871	2.35	19.0854
0.03	0.0059	0.29	1.1287	0.55	4.4380	1.10	9.5349	2.40	19.3748
0.04	0.0107	0.30	1.2573	0.56	4.5803	1.15	9.5318	2.50	20.0487



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.05	0.0170	0.31	1.3878	0.57	4.7347	1.20	9.8058	2.60	20.5939
0.06	0.0253	0.32	1.4963	0.58	4.8956	1.25	9.9696	2.70	20.8960
0.07	0.0363	0.33	1.6008	0.60	5.1931	1.30	10.2156	2.80	21.2338
0.08	0.0510	0.34	1.6935	0.62	5.3917	1.35	10.2482	2.90	21.1849
0.09	0.0685	0.35	1.8140	0.64	5.4814	1.40	10.2281	3.00	21.1596
0.10	0.0914	0.36	1.9806	0.66	5.4840	1.45	10.4256	3.10	21.0160
0.11	0.1201	0.37	2.1572	0.68	5.5326	1.50	10.7762	3.20	20.7949
0.12	0.1478	0.38	2.3330	0.70	5.6342	1.55	11.2356	3.30	20.7582
0.13	0.1807	0.39	2.5011	0.72	5.7696	1.60	11.8401	3.40	20.9634
0.14	0.2219	0.40	2.6597	0.74	5.9263	1.65	12.6194	3.50	21.0558
0.15	0.2670	0.41	2.7978	0.76	6.1034	1.70	13.3515	3.60	21.0138
0.16	0.3093	0.42	2.9053	0.78	6.3089	1.75	14.0737	3.70	20.7951
0.17	0.3654	0.43	3.0234	0.80	6.6177	1.80	14.6855	3.80	20.5053
0.18	0.4414	0.44	3.1865	0.82	6.9285	1.85	15.2531	3.90	20.3408
0.19	0.5040	0.45	3.3765	0.84	7.2125	1.90	15.8197	4.00	20.2012
0.20	0.5275	0.46	3.5515	0.86	7.4548	1.95	16.3929		
0.21	0.5544	0.47	3.7013	0.88	7.7445	2.00	16.9609		
0.22	0.6054	0.48	3.8416	0.90	8.0857	2.05	17.4220		
0.23	0.6699	0.49	3.9744	0.92	8.4506	2.10	17.7388		
0.24	0.7593	0.50	4.0743	0.94	8.7385	2.15	17.9784		
0.25	0.8417	0.51	4.1385	0.96	8.9427	2.20	18.1718		

Spettro normalizzato SLC

Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]	Perio do [s]	Accelerazi one [g]
0.00	0.2464	0.26	0.5970	0.52	0.5970	0.98	0.3765	2.25	0.1640
0.01	0.2634	0.27	0.5970	0.53	0.5970	1.00	0.3690	2.30	0.1604
0.02	0.2804	0.28	0.5970	0.54	0.5970	1.05	0.3514	2.35	0.1570
0.03	0.2974	0.29	0.5970	0.55	0.5970	1.10	0.3354	2.40	0.1537
0.04	0.3145	0.30	0.5970	0.56	0.5970	1.15	0.3208	2.50	0.1476
0.05	0.3315	0.31	0.5970	0.57	0.5970	1.20	0.3075	2.60	0.1419
0.06	0.3485	0.32	0.5970	0.58	0.5970	1.25	0.2952	2.70	0.1367
0.07	0.3655	0.33	0.5970	0.60	0.5970	1.30	0.2838	2.80	0.1318
0.08	0.3826	0.34	0.5970	0.62	0.5951	1.35	0.2733	2.90	0.1272
0.09	0.3996	0.35	0.5970	0.64	0.5765	1.40	0.2635	3.00	0.1230
0.10	0.4166	0.36	0.5970	0.66	0.5590	1.45	0.2545	3.10	0.1190
0.11	0.4336	0.37	0.5970	0.68	0.5426	1.50	0.2460	3.20	0.1153
0.12	0.4507	0.38	0.5970	0.70	0.5271	1.55	0.2380	3.30	0.1118
0.13	0.4677	0.39	0.5970	0.72	0.5124	1.60	0.2306	3.40	0.1085
0.14	0.4847	0.40	0.5970	0.74	0.4986	1.65	0.2236	3.50	0.1054
0.15	0.5017	0.41	0.5970	0.76	0.4855	1.70	0.2170	3.60	0.1025
0.16	0.5188	0.42	0.5970	0.78	0.4730	1.75	0.2108	3.70	0.0997
0.17	0.5358	0.43	0.5970	0.80	0.4612	1.80	0.2050	3.80	0.0971
0.18	0.5528	0.44	0.5970	0.82	0.4499	1.85	0.1994	3.90	0.0946
0.19	0.5698	0.45	0.5970	0.84	0.4392	1.90	0.1942	4.00	0.0922
0.20	0.5868	0.46	0.5970	0.86	0.4290	1.95	0.1892		
0.21	0.5970	0.47	0.5970	0.88	0.4193	2.00	0.1845		

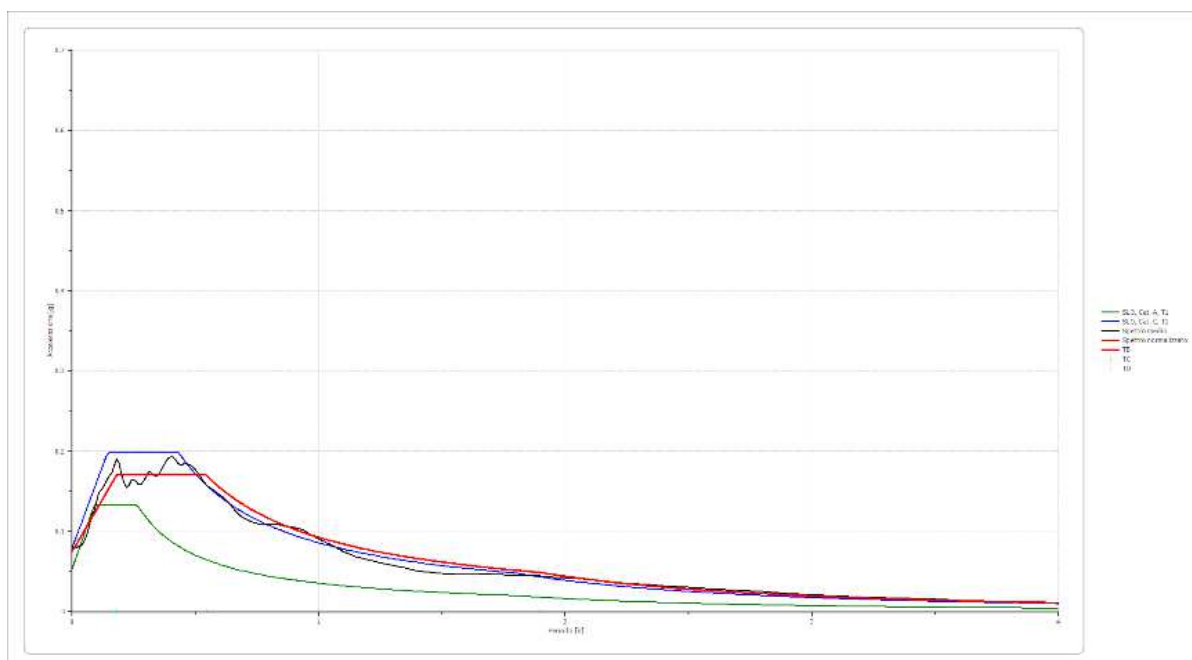
<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

0.22	0.5970	0.48	0.5970	0.90	0.4100	2.05	0.1800		
0.23	0.5970	0.49	0.5970	0.92	0.4010	2.10	0.1757		
0.24	0.5970	0.50	0.5970	0.94	0.3925	2.15	0.1716		
0.25	0.5970	0.51	0.5970	0.96	0.3843	2.20	0.1677		

#### 11.4 Riassunto dei risultati dell'analisi numerica

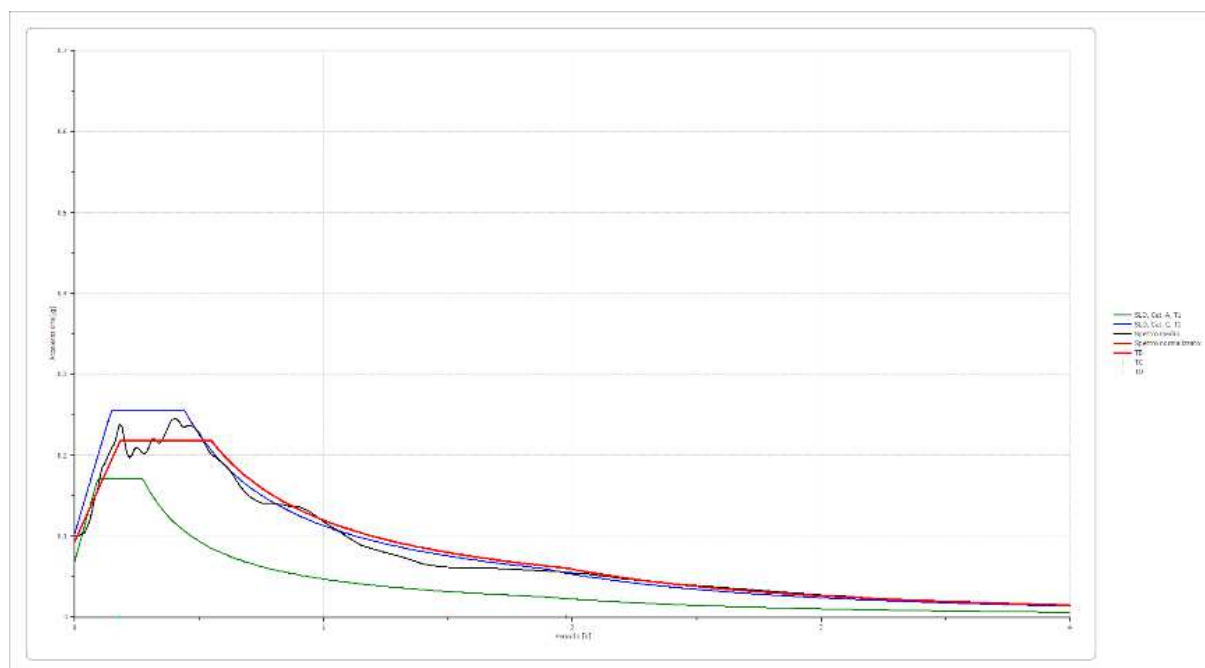
Parametri spettro normalizzato SLO

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.075	2.289	--	0.181	0.543	1.898	0.075	0.171



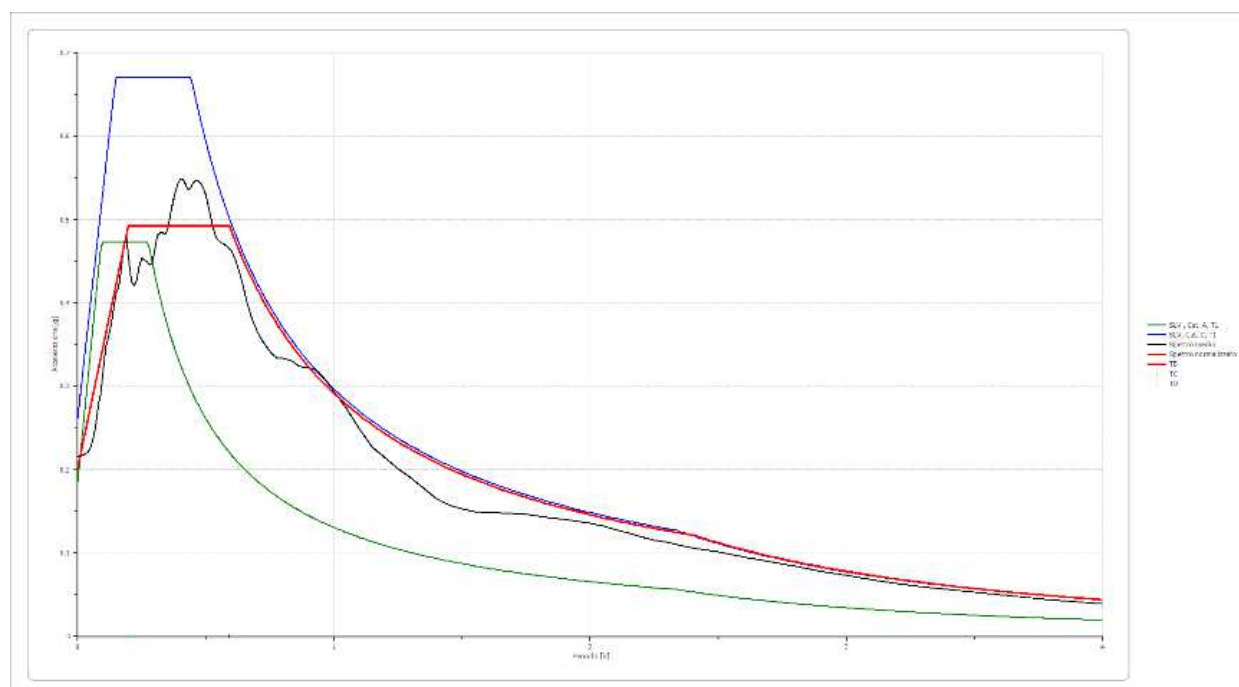
Parametri spettro normalizzato SLD

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.094	2.323	--	0.183	0.55	1.975	0.094	0.218



Parametri spettro normalizzato SLV

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.201	2.445	--	0.197	0.592	2.405	0.201	0.492



(nello spettro allo SLV vi è anche il confronto, in blu, con lo spettro ricavabile dalla procedura semplificata per un terreno di categoria C).

Essendo  $PGA_{max}$  al sito pari a 0.201 g, per il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Beta si ricava il valore di 0.24 (Tab. 7.11.I NTC18).

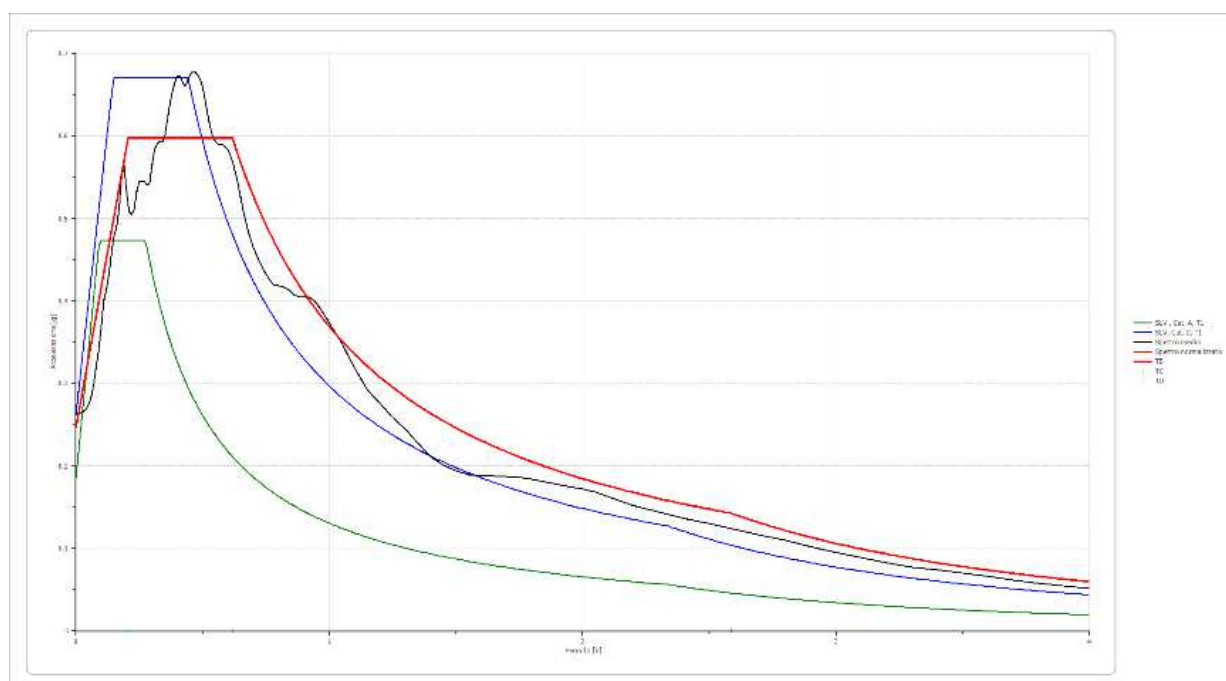
Applicando Beta a  $PGA_{max}$  nella formula 7.11.3 NTC18 si ottiene:

$$kh = 0.24 \times 0.201 = 0.04824$$

$$kv = kh / 2 = 0.02412$$

Parametri spettro normalizzato SLC

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.246	2.423	--	0.206	0.618	2.586	0.246	0.597



La scelta definitiva in merito agli spettri da utilizzarsi nella progettazione rimane comunque di competenza esclusiva del Progettista.

**Tabella riassuntiva sec. DGR 476/2021 RER ( $T_r = 475$  aa,  $\zeta = 5\%$ )**

<b>Fattore di amplificazione</b>	
<b><math>F_{PGA}</math></b>	<b>1.20</b>
<b>Fattori di amplificazione int. Spettrale acc.</b>	
<b>FA SA1 (0.1-0.5)</b>	<b>1.201</b>
<b>FA SA2 (0.4-0.8)</b>	<b>1.537</b>
<b>FA SA3 (0.7-1.1)</b>	<b>1.649</b>
<b>FA SA4 (0.5-1.5)</b>	<b>1.588</b>
<b>Fattori di amplificazione int. Spettrale vel.</b>	
<b>FH SI1 (0.1-0.5)</b>	<b>1.209</b>



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

<b>FH SI2</b> (0.5-1.0)	<b>1.593</b>
<b>FH SI3</b> (0.5-1.5)	<b>1.591</b>

<b>HSM</b>	<b>413.1</b>
<b>H04_08</b>	<b>295.8</b>
<b>H07_1.1</b>	<b>120.9</b>
<b>H05_1.5</b>	<b>115.6</b>

## 12. PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO

La pericolosità del lotto è stata effettuata sulla base dell'individuazione di:

- spessori potenzialmente liquefacibili;
- presenza di terreni con caratteristiche portanti scarse;
- condizioni idrogeologiche particolari;
- presenza di rilevati.

Per il terreno in esame, fino alla massima profondità d'indagine (mt. 30.00):

1. sono stati individuati livelli a natura granulare, potenzialmente liquefacibili compresi tra piano campagna e mt 30.00 “ipotizzati in via cautelativa continui”, le cui verifiche verranno calcolate nel capitolo 13;
2. sono stati individuati livelli centimetrici, caratterizzati da bassi valori di resistenza alla punta del penetrometro e bassa coesione, come da tabella:

Prova CPTU effettuata	Profondità (mt)	Valore (kg/cm <sup>2</sup> )
CPT1	3.60 – 6.00	4/6
CPTU2	3.90 – 4.34	3/6
CPTU2	6.54 – 7.22	6/7
CPTU3	3.14 – 7.22	4/6

Da segnalare la presenza nella parte settentrionale del sito di uno scolo, originariamente forse un ex macero o vasca di accumulo come indicato nella ctr che si riporta di seguito



3. per quanto riguarda le condizioni idrogeologiche, si segnala la presenza di terreni superficiali a natura coesiva e coesiva-granulare, mentre l'andamento altimetrico presenta una generale debole pendenza verso sud-est;
4. presenti piccolo argine in corrispondenza nel lato sud del sedime dell'area.

### 12.1 Caratteri idrogeologici e idrologici

Nei fori residuali delle indagini eseguite in data 21-25/11/2022, è stata misurata la quota della superficie di saturazione, alle seguenti profondità riferita al piano campagna.

<b>Prova CPTU effettuata</b>	<b>Profondità del livello di saturazione dal p.c. (m) durante la prova 21/11/2022-25/11/2022</b>
CPT 1	-2.50
CPTU 1	-2.70
CPTU 1	-3.10

Vista la situazione al contorno, l'acqua presente all'interno dei fori residuali delle indagini eseguite, corrisponde in questo caso ad acqua di infiltrazione superficiale o di saturazione, a movimento

prevalentemente verticale, regimata principalmente dall'evapotraspirazione e dall'infiltrazione efficace (di fatto la componente coesiva-granulare presente a tale profondità non può essere considerata "serbatoio della falda", che invece si trova però a maggiori profondità). In ogni caso, in virtù di una consuetudine comune acquisita da tempo, nel presente testo tale acqua di infiltrazione potrà essere comunque denominata "falda superficiale" o "falda freatica".

Per quanto riguarda le acque di superficie, va evidenziata la presenza del canale Torbido che scorre lungo il confine est-sud/est del sito e del Coletore Panerazzi, in direzione nord, che scorre a circa 190 mt, dal sito.

Come già indicato, in base alla situazione al contorno è possibile definire che i due principali fattori di regimazione della falda corrispondono all'evapotraspirazione ed all'infiltrazione efficace nelle aree non pavimentate, anche se in periodi di particolare piovosità i canali di cui sopra (soprattutto il Torbido), potrebbe concorrere in maniera diretta alla regimazione della falda superficiale.

*Si ricorda che L'individuazione della falda è legata al tipo d'incarico ricevuto e al periodo di osservazione strettamente connesso con l'incarico*

Da segnalare la presenza nella parte settentrionale del sito di uno scolo, originariamente forse un ex macero o vasca di accumulo come indicato nella ctr che si riporta di seguito



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

### 13. LIQUEFAZIONE

Poiché il territorio in oggetto risulta caratterizzato da andamento orizzontale, gli unici problemi che possono verificarsi in occasione di eventi sismici, sono legati unicamente a particolari caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni costituenti il substrato.

Il fenomeno della liquefazione, interessa sedimenti con falda superficiale, costituiti da materiali granulari fini (limi e sabbie fini) saturi, non consolidati, con granulometria uniforme ( $U = \frac{D_{60}}{D_{10}} < 5$ ) e con densità da media a bassa.

Con l'aumentare della profondità, diminuisce la probabilità di liquefazione durante il sisma, poiché vengono richiesti valori di  $\langle U \rangle$  sempre più elevati per annullare la pressione litostatica crescente, oltre alla diminuzione dell'intensità delle sollecitazioni indotte dal sisma.

In generale le dimensioni dei granuli di un terreno sabbioso, controllano in maniera determinante il comportamento di questo materiale nei confronti delle sollecitazioni derivanti da vibrazioni.

Le sabbie con granulometrie fini ed uniformi hanno più facilità alla liquefazione, a parità di condizioni, delle sabbie con granulometrie più grossolane e meno uniformemente distribuite.

Il fenomeno si spiega con una maggiore capacità di dissipazione delle tensioni interstiziali che hanno le sabbie con granulometrie più grosse, nei confronti di sabbie con granulometrie più fini.

La liquefazione avviene se si verificano contemporaneamente le seguenti condizioni:

“suscettibilità” del sottosuolo (caratteri predisponenti): presenza di sabbie sciolte ( $D_r < 60\%$ ) a profondità  $< 15-20$  m; profondità della tavola d'acqua  $< 15$  m; diametro medio dei grani  $0.02$  mm  $< D_{50} < 2$  mm; contenuto di fini (diametro  $< 0.05$  mm)  $< 15\%$ ;

“sismicità” (fattore scatenante): terremoto  $M > 5.5$ ,  $PGA > 0.15g$ , durata dello scuotimento  $> 15 - 20$  s.

Facendo riferimento ai classici schemi di Tsuchida (1970), incorporati in numerose normative nazionali e procedure di valutazione del rischio, vengono definiti due fusi granulometrici corrispondenti a depositi con diverso valore del coefficiente di uniformità.

Si ricorda che per coefficiente di uniformità si intende il rapporto:

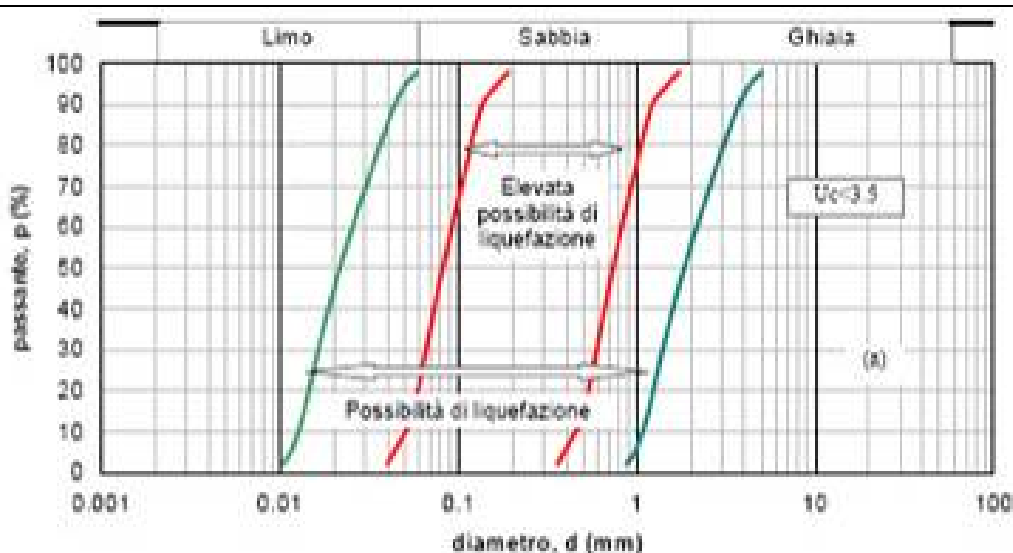
$$U = d_{60} / d_{10}$$



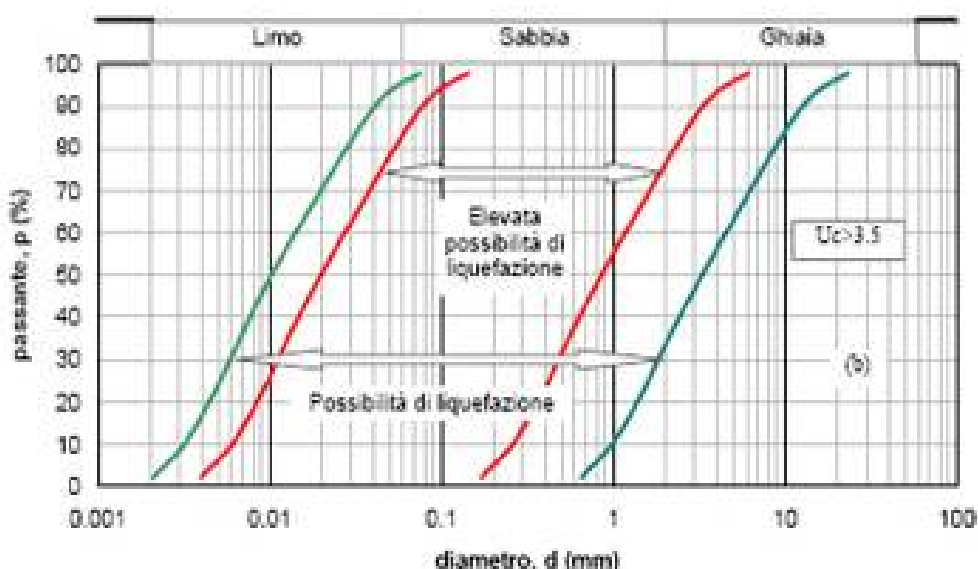
in cui  $d_{60}$  e  $d_{10}$  sono, rispettivamente, i diametri corrispondenti al 10% e al 60% del peso del campione letti sulla curva granulometrica.

Secondo il DM 14/01/2008, che riprende le indicazioni dell'Eurocodice 8, si può omettere la verifica alla liquefazione, quando la curva granulometrica del terreno risulta esterna alle zone indicate.

a)



b)



Nello specifico, è stata valutata la suscettibilità alla liquefazione applicando un criterio indiretto corrispondente al metodo di Idriss & Boulanger (2014) come suggerito dalla determinazione n° 1105 del 03/02/2014 della Regione Emilia Romagna.

Questo metodo utilizza le seguenti correlazioni:

In base alla deliberazione dell'assemblea legislativa della Regione Emilia Romagna n. 112 del 2 maggio 2007, è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione quando  $FL < 1$ . La circolare del C.S.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009, demanda invece al progettista la decisione in merito alla scelta del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione. Per quanto riguarda infine l'OPCM 3274 del 20 marzo 2003, un terreno deve essere considerato suscettibile a liquefazione, allorché lo sforzo di taglio generato dal terremoto a una data profondità, supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato la liquefazione durante terremoti passati alla medesima profondità; il livello di sforzo di taglio implica un fattore di sicurezza pari a 1.25.

Viste le tipologie di indagine eseguite e le peculiarità delle valutazioni introdotte dall'OPCM 3274, si ritiene corretto nella presente definire che un deposito non è suscettibile a liquefazione quando  $FL > 1$  in linea con quanto riportato nel DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna.

Il calcolo dell'Indice del potenziale di Liquefazione (LPI), invece, viene utilizzato per interpretare il calcolo della valutazione in termini di gravità del fenomeno liquefazione sulla profondità.

La procedura di calcolo si basa sul metodo elaborato da Iwasaki (1982).

Per valutare la gravità di liquefazione misurata in un dato sito, LPI è calcolato sulla base della seguente equazione:

$$LPI = \int_0^{20} (10 - 0,5z) \times F_L \times d_z$$

Dove:

$FL = 1$  – F.S. quando F.S. è minore di 1

$FL = 0$  quando F.S. è maggiore di 1

$z$  è la profondità misurata in metri

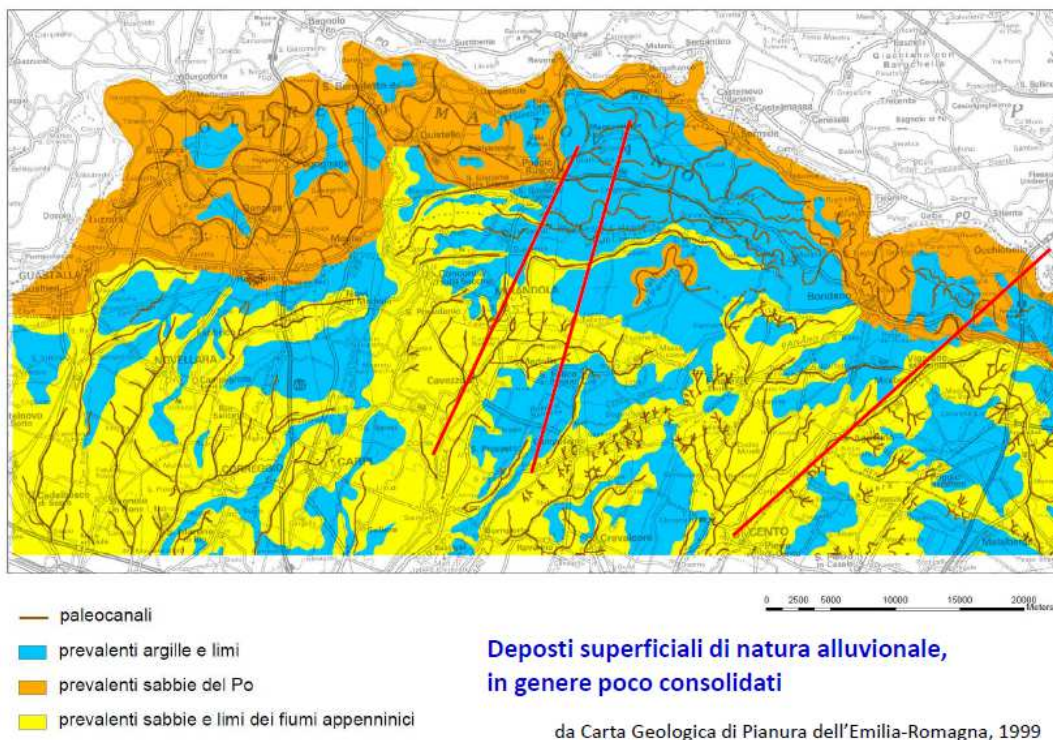
Iwasaki propone 4 categorie basate sul valore numerico di LPI:

- $LPI = 0$  : il rischio di liquefazione è molto basso
- $0 < LPI \leq 5$  : il rischio di liquefazione è basso
- $5 < LPI \leq 15$  : il rischio di liquefazione è alto
- $LPI > 15$  : il rischio di liquefazione è molto alto

Poiché dai risultati delle prove effettuate, sono stati individuati orizzonti tendenzialmente granulari e potenzialmente liquefacibili nei primi 20 metri, è stata quindi condotta la verifica a liquefazione, per questi livelli.

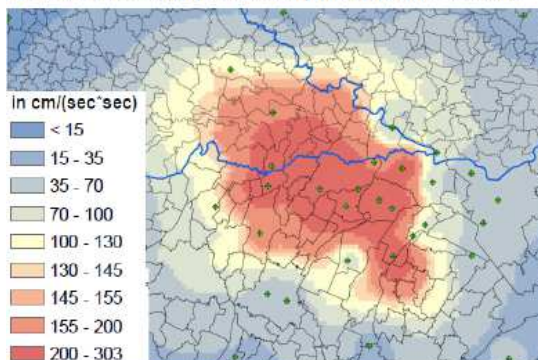
Di seguito alcuni dati presi dall'elaborato: “La Microzonazione sismica: Esperienze e Indirizzi” – Regione Emilia Romagna (Luca Martelli)

Schema geologico semplificato dell'area colpita dal sisma Emilia 2012

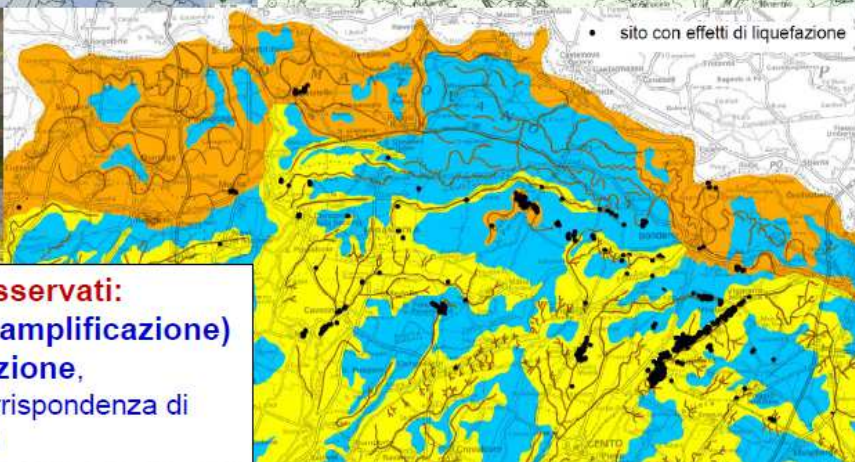
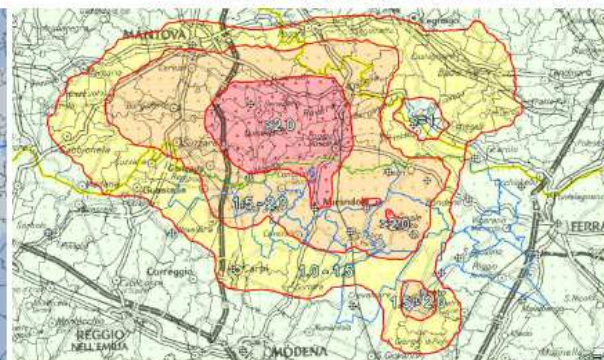




PGA osservate (solo componenti orizzontali)



Stima  $FA_{PGA}$  (PGA osservate/ $PGA_0$ )



**Principali effetti osservati:**

- elevate PGA (= amplificazione)
- effetti di liquefazione, in particolare in corrispondenza di canali abbandonati

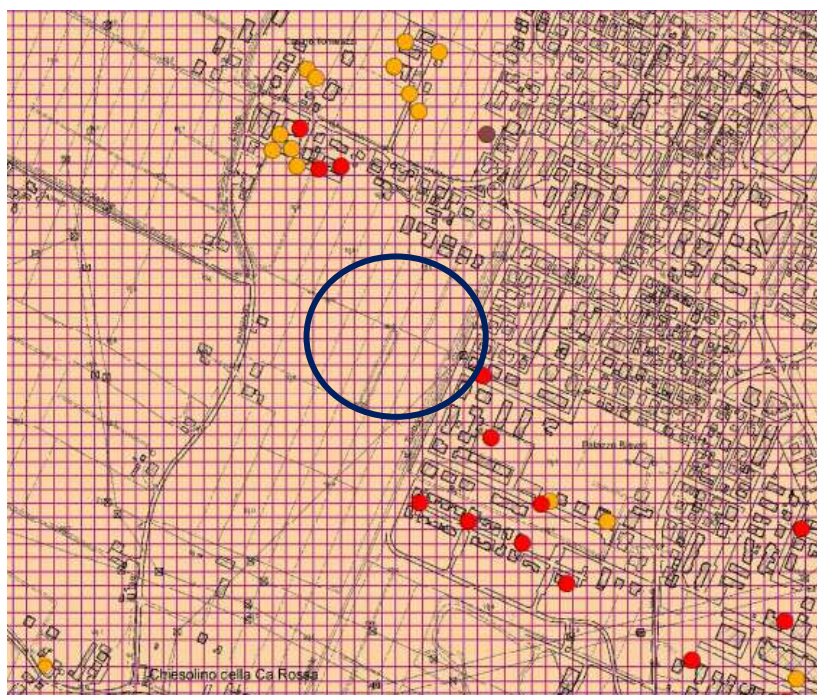


fig. 27 - Stralcio Carta Microzonazione Sismica fattori di amplificazione e del rischio di liquefazione: Crevalcore (BO) ○ Area in esame



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

Zone suscettibili di amplificazione e liquefazione.



Substrato a profondità  $\geq 120$  m  
 Presenza di terreni suscettibili di liquefazione già nei primi 10 m dal piano campagna



Substrato a profondità  $\geq 120$  m  
 Presenza di terreni suscettibili di liquefazione tra 10 e 20 m dal piano campagna

Prove geotecniche utilizzate per la stima della profondità degli orizzonti liquefacibili

- L1 - orizzonti liquefacibili (minimo 20 cm) presenti sotto falda già nei primi 5 m dal piano campagna
- L2 - orizzonti liquefacibili (minimo 1 m) presenti tra 5 m e 10 m dal piano campagna
- L3 - orizzonti liquefacibili (minimo 2 m) presenti tra 10 m e 15 m dal piano campagna
- L4 - orizzonti liquefacibili (minimo 2 m) presenti tra 15 m e 20 m dal piano campagna
- N - assenza di orizzonti liquefacibili (valutazione nei primi 20 m)
- X - dato non interpretabile
- punti di liquefazione

—— fratture o allineamenti di punti di liquefazione

Da questa carta si evince che l'area ricade in “Zona suscettibile di amplificazione e di liquefazione”. Zona LQ1, presunto Substrato a profondità maggiori di 120 m. Presenza di terreni suscettibili alla liquefazione già nei primi 10m dal piano campagna, con orizzonti potenzialmente liquefacibili compresi tra 20cm e 1m.

In corrispondenza delle prove CPTU/CPT, la verifica è stata condotta per singolo strato, con il metodo di Robertson (prima fase) e Idriss & Boulanger 2014 (Calcolo definitivo), e complessivamente fino a 20 metri. L'elaborazione della verifica alla liquefazione è stata realizzata attraverso il programma **Cliq**



In base al valore di IL ottenuto attraverso le prove è possibile fornire un'indicazione del rischio di liquefazione riportato nella seguente tabella e nelle figure di seguito (output del programma):

**In definitiva è stata considerata per il calcolo un'accelerazione 0.24g, data dalla RISPOSTA SISMICA LOCALE DI II Livello ( scelta + conservativa, infatti dalla RISPOSTA SISMICA LOCALE DI III Livello è risultata un'accelerazione di 0.21 g.**

IL	Rischio di liquefazione	CPT 1	CPTU2	CPTU4
IL = 0	Molto basso			
$0 < IL \leq 2$	Basso	<b>0.15</b>	<b>1.06</b>	<b>0.30</b>
$2 < IL \leq 5$	Medio			
$5 < IL \leq 15$	Alto			
$15 < IL$	Molto alto			

**Considerando lo strato complessivo, l'indice di liquefazione (IL) risulta inferiore a 2, in tutte le prove, equivalente a un rischio di liquefazione "BASSO".**

Di seguito i diagrammi degli output del programma delle prove effettuate, con i anche i dati di input utilizzati.

- Magnitudo utilizzata: 6.14
- Falda in condizione statiche: 2.50 mt da p.c. - Falda durante terremoto: 1.50 mt da p.c.
- Metodo di Calcolo: Boulanger e Idriss
- Massima Accelerazione: 0.24g

Liquefaction Assessment Parameters

General parameters

Calculation method: Boulanger & Idriss (2014)

Max. acceleration: 0.24 (g) Earthquake magnitude: 6.14

G.W.T. (insitu): 2.50 (m) Display points that do not meet criteria: ☐

G.W.T. (earthquake): 1.50 (m)

☐ Non-hydrostatic in situ piezom. profile Tune in situ ...

☐ Non-hydrostatic quake piezom. profile Tune quake ...

☐ Variable PGA

Bedrock depth: 0.00 (m)

Bedrock PGA: 0.00 (g) Surface PGA: 0.00 (g)

☐ Custom Profile PGA Profile

Apply to all OK Cancel

Figura 29 Dati input del Programma Cliq per il calcolo della liquefazione

Liquefaction Assessment Parameters

General parameters

Calculation Parameters

User defined fines content: ☐ 1.0 % ☒ Default BI

CRR PL: 16 % C(Fc): 0.00

(Please visit the I&B 2008 tab for other available options)

Apply to all OK Cancel

Figura 30 Dati input del Programma Cliq per il calcolo della liquefazione

**CPT file : CPTU 2**

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	2.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.50 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude $M_w$ :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.24	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_u$ applied:	No	MSF method:	Method

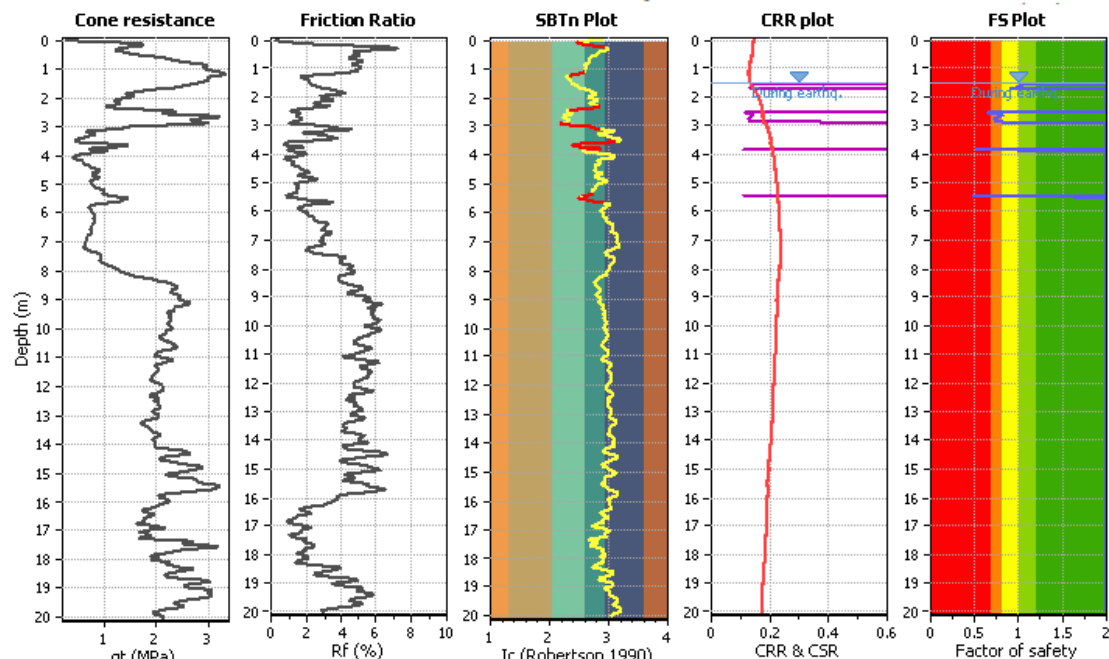


Figura 31 Dati Output del Programma Cliq per il calcolo della liquefazione – CPTU2

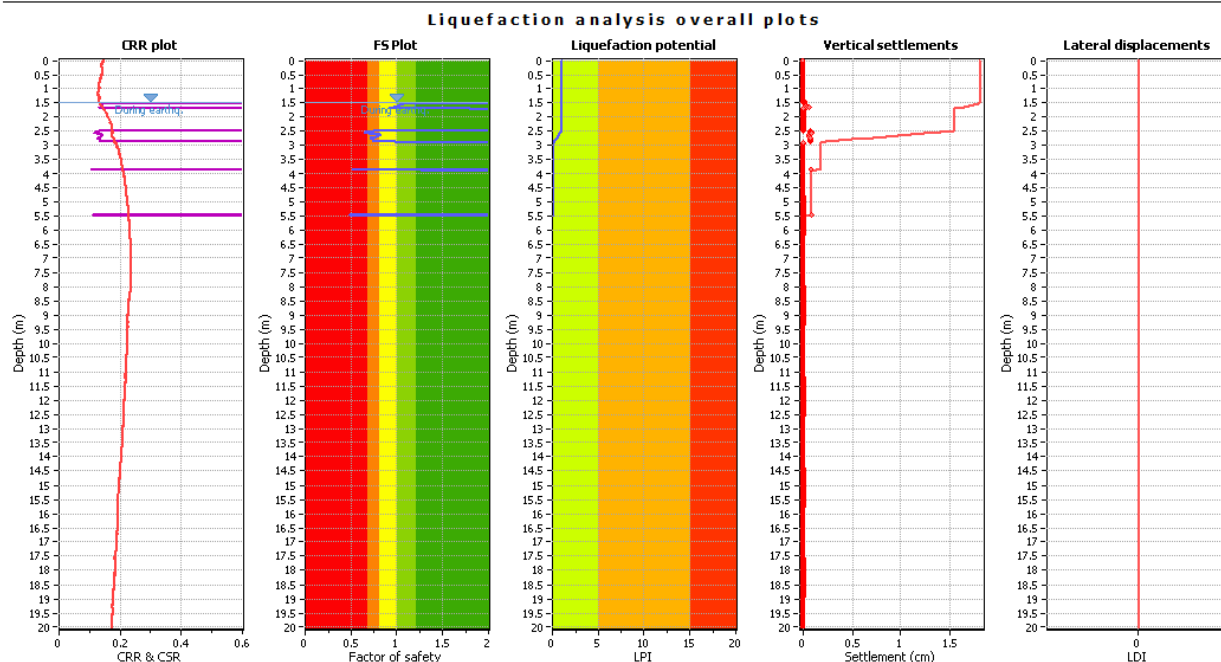


Figura 32 Dati Output del Programma Cliq per il calcolo della liquefazione – CPTU2



Considerando i singoli strati, gli orizzonti risultano non liquefacibili, quando il Fattore di sicurezza alla liquefazione  $FS > 1.00$ . Nello specifico è stato utilizzato sempre attraverso il software Clig, il metodo di Idriss & Boulanger (2014), che permette di correlare la resistenza al taglio mobilitata nel terreno con i risultati delle prove penetrometriche statiche, esprimendo la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un fattore di liquefazione  $F_s$  dato dal rapporto tra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico (CSR lim) e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma (CSR max)

**Un deposito non è suscettibile a liquefazione quando  $FL$  (o  $FS$ )  $\geq 1.00$**

Di seguito vengono riportare in tabella le risultanze ottenute prendendo come riferimento per tutte le prove lo spessore coesivo-granulare presente da 0.00 a 2.80/3.00 mt di profondità, utilizzando come dato di input di accelerazione le condizioni riscontrate con analisi di II livello. 0.24g. (SCELTA CONSERVATIVA). Ricordiamo che dopo i 15 massimo 20 metri di profondità da piano campagna la liquefazione è nulla o inesistente

**CPT 1 – CPTU 2 – CPTU 3**

Profondità strato (mt)	Spessore (mt)	F. S. (acc.:0,24g)	Suscettibilità
0.00 – 2.80/3.00	3.00	<b>1.90</b>	<b>Non liquefacibile</b>

Per quanto riguarda i cedimenti post sismici calcolati sempre con programma Clig:

**CEDIMENTI POST SISMICI -  $M_w$  pari a 6.14 acc 0.24**

Prova	Cedimento (cm)
CPT 1	0.10
CPTU 2	1.80
CPTU 3	0.40

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

## 14. FONDAZIONI

Le scelte progettuali per le opere di fondazione, vanno fatte contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevato.

La scelta del tipo di fondazioni da adottare dipende:

- dalla disposizione planimetrica dei montanti della costruzione (pilastri, muri continui, ecc.);
- dall'entità dei carichi applicati, in relazione alla capacità portante offerta dai terreni di posa;
- dai cedimenti differenziali ammissibili, e quindi da un'analisi dell'interazione che si sviluppa tra terreno e struttura, nel suo insieme.

Le fondazioni dirette o superficiali, sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato, agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche ed alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni idrogeologiche e posto, quindi, al di fuori del campo di variazioni significative del contenuto d'acqua del terreno e a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Dalla misura diretta della falda freatica, effettuata nel corso delle indagini risultano profondità intorno a -2,5./-2.70/3.10 (Prova CPT1-CPTu2-3) m da piano campagna.

Per evitare che a causa di eventi meteorici particolarmente intensi, il livello statico della falda possa risalire fino ad interferire con il piano di posa delle fondazioni, sarà utile prevedere opportuni accorgimenti di impermeabilizzazione, utili ad evitare fenomeni di risalita capillare lungo i muri perimetrali.

### 14.1 Calcolo RD

Nelle verifiche (SLU) nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa due diversi approcci progettuali:

APPROCCIO 1 (DA1)		APPROCCIO 2 (DA2)
Combinazione 1	Combinazione 2	Combinazione 1 o unica
(A1+M1+R1)	(A2+M2+R2)	(A1+M1+R3)
(STR)	(GEO)	(STR+GEO)

Le combinazioni sono formate da gruppi di *coefficienti parziali*  $\gamma$  con

A = Azioni  $\gamma_F$  (Progettista)

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

$M$  = resistenza dei materiali (terreno)  $\gamma M$  (*parametri del terreno*)

$R$  = resistenza globale del sistema  $\gamma R$  (*coefficienti di sicurezza*)

- **Approccio 1 (DA1):** si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le *azioni* ( $A$ ), per la *resistenza dei materiali* ( $M$ ) e, eventualmente, per la *resistenza globale del sistema* ( $R$ ).
- Nella combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 della tabella 6.2.I (NTC 2018);
- Nella combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A2 della tabella 6.2.I (NTC 2018);
- **Approccio 2 (DA2):** si impiega *un'unica combinazione* dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni ( $A$ ), per la resistenza dei materiali ( $M$ ) ed, eventualmente per la resistenza globale ( $R$ ). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 della tabella 6.2.I (NTC 2018).

**Tabella 6.2.I**

		Coefficiente	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi perm. non struttu.	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

*Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.*

**In accordo con il Progettista, è stato scelto:**

- **Approccio 2 Combinazione unica:** tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I. e 6.2.II per azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali(NTC 2018).

**Tabella 6.2.I Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

	Coefficiente	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
<b>Tipologia carichi</b>	$\gamma_F$			

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi perm. non struttu.	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8 1,5	0,8 1,5	0,8 1,3
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3
<i>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.</i>					

<b>Tabella 6.2.II Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno</b>				
PARAMETRO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente Parziale $\gamma_M$	(M1) STR	(M2) GEO
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_k$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

<b>Tabella 6.8.I Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo</b>	
Coefficiente	R3
$\gamma_R$	2,3

Stratigrafia media del terreno: falda a -2.50 (CPT1) metri dal p.c.

Caratteristiche medie del terreno, fino alla profondità interessata dal *bulbo d'influenza* (20.00 metri).

Il valore caratteristico  $k$ , rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove.

Il valore caratteristico di  $c_u'$  è determinabile con la seguente relazione:

$$c_{uk} = c_{um} (1 + X V c_u)$$

dove:



<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

$c_{uk}$  = valore caratteristico della coesione

$c_{um}$  = valore medio della coesione

$V_{cu}$  = coefficiente di variazione (COV) di  $c_u$ , definito come rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di  $c_u$

$X$  = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata.

L'Eurocodice 7 fissa, per i parametri di resistenza, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di  $X$  uguale a -1.645.

Frattile %	50	25	10	5
$X$	0	0,674	1,282	-1,645

Di conseguenza la precedente relazione  $c_{uk} = c_{um} (1 + X V_{cu})$

Diventa

$$c_{uk} = c_{um} (1 - 1,645 V_{cu})$$

Dall'analisi delle indagini effettuate, sono stati ricavati i valori della coesione non drenata  $c_u$ , considerati nell'ambito del volume significativo;

il valore medio della coesione non drenata risulta  $c_{um} = 0,60 \text{ kg/cm}^2$  (6,0 t/m<sup>2</sup>).

Il valore caratteristico della  $c_u$  diventa:

$$c_{uk} = c_{um} (1 + X V_{cu}), \text{ dove } X \text{ rappresenta il parametro adottato e } V_{cu} = \frac{\sigma}{c_{um}}$$

$$c_{uk} = c_{um} (1 + X V_{cu}) = 0,5 \text{ kg/cm}^2 \text{ ( 5 t/m}^2\text{)}$$

Per lo stato limite di resistenza del terreno (GEO), nella combinazione 1 si amplificano tutte le azioni in condizioni statiche, mentre in condizioni sismiche  $\gamma_F = 1$

Le **verifiche della sicurezza** nei confronti degli **stati limite ultimi** di resistenza (SLU), vengono verificate tramite l'equazione

$$Ed \leq Rd$$

con  $Ed$  = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

$R_d$  = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico (terreno)

Il calcolo della **resistenza di progetto  $R_d$**  (finalizzata al dimensionamento geotecnico delle opere di fondazione) viene effettuata considerando carico verticale centrato, base piana della fondazione e poiché il bulbo d'influenza si sviluppa all'interno di terreni essenzialmente coesivi, si considera  $\phi = 0^\circ$ . In virtù di quanto sopra esposto, per la posizione della falda coincidente con il piano di posa della fondazione, la formula generale risulta

$$q_{lim} = R_d = (c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q) \cdot A'$$

indicando con  $s_c, s_q, s_\gamma$ , i fattori di forma e con  $d_c, d_q, d_\gamma$ , i fattori di profondità.

Il calcolo della **resistenza di progetto  $R_d$**  (finalizzata al dimensionamento geotecnico delle opere di fondazione) viene effettuata in condizioni a breve termine (condizioni non drenate) per  $c_{uk} = 5 \text{ T/m}^2$ , (valore medio all'interno del bulbo d'influenza carico verticale centrato, base piana della fondazione e poiché il bulbo d'influenza si sviluppa all'interno di terreni essenzialmente coesivi, si considera cautelativamente  $\phi = 0^\circ$ ).

#### TRAVE DI FONDAZIONE B=1.25 mt piano di posa 1.50 mt

##### Nc - Nq - Ny

$\phi$	0.01
rad	0.000175
$\tan \phi$	0.000175
$45 + \phi/2$	45.005
rad	0.785485
$\tan$	1.000175
$\tan^2$	1.000349
e	2.718282
$\pi$	3.141593
$e^{\pi \cdot \tan \phi}$	1.000548
$\cot \phi$	5729.578
<b>Nc</b>	<b>5.14</b>
<b>Nq</b>	<b>1.00</b>
<b>Ny</b>	<b>0.00</b>

##### FORMA

B =	1.25	mt
L =	20	mt
$\phi^\circ$	0.01	
$\phi^{rad}$	0.000175	
$\sin \phi$	0.000175	
$1 + \sin \phi$	1.000175	
$1 - \sin \phi$	0.999825	
B/L =	0.0625	
<b><math>s_c</math></b>	<b>1.012504</b>	
<b><math>s_q</math></b>	<b>1.006252</b>	
<b><math>s_\gamma</math></b>	<b>1.006252</b>	

##### PROFONDITA'

D =	1.5	mt
B =	1.25	mt
<b>Nc</b>	<b>5.14</b>	
$\phi^\circ$	0.01	°
$\phi^{rad}$	0.000175	
$\tan \phi$	0.000175	
$\sin \phi$	0.000175	
$(1 - \sin \phi)^2$	0.999651	
<b><math>d_c</math></b>	<b>1.467182</b>	
<b><math>d_q</math></b>	<b>1.000419</b>	
<b><math>d_\gamma</math></b>	<b>1</b>	

$$R_d = 3 \text{ kg/cm}^2$$

Ancora da dividere per  $R_3$

$$3/2.3$$

$$RD = 1.2 \text{ kg/cm}^2$$

## 15. CONSIDERAZIONI SUI CEDIMENTI

Per la valutazione indicativa dei cedimenti, in condizioni statiche, sono stati utilizzati i dati ricavati dalla prova penetrometrica statica effettuata, in corrispondenza del sito in oggetto.

Lo spessore dello strato comprimibile, valutato attraverso l'analisi del bulbo d'influenza, è stato considerato cautelativamente pari a 20.00 metri, considerando, secondo i dati del Progettista, fondazioni tipo Trave rovescia pari a  $B = 1.25 \text{ m} \times L = 20 \text{ m}$ . Il piano di posa è stato valutato a -1.50 di profondità da piano campagna.

Suddiviso l'intero spessore del terreno investigato in strati di 20 cm, è stata valutata per ciascun livello la tensione verticale " $\sigma_v$ " in corrispondenza del centro della superficie di carico, secondo la teoria dell'elasticità di Boussinesq.

Il relativo valore del modulo edometrico " $M_o$ " viene ottenuto, per i vari livelli, in base alla relazione:

$$M_o = \alpha * R_p$$

dove:  $\alpha$  = coefficiente tabulato in funzione della litologia.

$R_p$  = resistenza alla punta in corrispondenza del livello considerato

La valutazione, dei cedimenti è stata condotta ipotizzando un carico di esercizio compatibile con quello realmente applicato, e utilizzando i dati di progetto per il tipo di fondazioni.

Il calcolo è stato ottenuto in base all'espressione:

$$S = n * \Sigma (h * \sigma_v / M_o)$$

in cui

$S$  = cedimento esteso alla profondità  $H_c$  (metri)

$n$  = coefficiente di riduzione ( $n = 0.85$ ) che tiene conto della flessibilità del piano di posa

$\Sigma$  = somm. degli strati di 20 cm fino alla profondità  $H_c$

$h$  = spessore degli strati considerati (= 20cm)

$\sigma_v$  = tensione verticale al centro della superficie di carico

$M_o$  = modulo edometrico

<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

<i><b>CPT</b></i>	<i><b>Tipo di fondazioni TRAVE B (mt)</b></i>	<i><b>Piano di posa da p.c. (mt)</b></i>	<i><b>Carico (kg/cm<sup>2</sup>) Ipotizzato</b></i>	<i><b>Banco comprimibile (in mt da p.c.)</b></i>	<i><b>Cedimento (cm)</b></i>
<b>CPT1</b>	<b>1.25</b>	<b>-1.50</b>	<b>0.6</b>	<b>20</b>	<b>3.95</b>
<b>CPTU2</b>	<b>1.25</b>	<b>-1.50</b>	<b>0.6</b>	<b>20</b>	<b>2.10</b>
<b>CPTU2</b>	<b>1.25</b>	<b>-1.50</b>	<b>0.6</b>	<b>20</b>	<b>2.09</b>

Programma utilizzato per il calcolo: CPTe- It

## 16. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Su incarico della Committenza, sono state effettuate una serie di indagini geologiche in un'area dove vi è una progettazione per la realizzazione di una nuova scuola materna e asilo nido per il comune di Crevalcore, ubicata in via Di Vittorio (BO).

Lo scrivente ha redatto la suddetta relazione di “Modellazione Geologica”, comprensiva dei parametri geotecnici e sismici, ai sensi del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018 (NTC), incaricato dalla ditta Geologia Ferrara Snc.

Le indagini, eseguite in data 21-25/11/2022, sono state programmate tramite l'esecuzione di:

- n° 1 CPTU prova penetrometrica elettrica, realizzata fino a mt 30.00 da p.c.
- n° 1 CPTU prova penetrometrica elettrica, realizzata fino a mt 20.00 da p.c.
- n° 1 CPT prova penetrometrica statica meccanica, realizzata fino a mt 23.00 da p.c.
- n. 1 HVSR indagine tromografica
- n° 1 MASW

I dati ottenuti dalle prove eseguite hanno permesso di caratterizzare l'area in esame, dal punto di vista geotecnico, stratigrafico, geologico e sismico.

*Riva del Po (FE), 28/11/2022*

*Dr. Geol. Fabio Zanella*





<b>Geo.Fe. srl - Dott. Geol. Fabio Zanella</b> <b>GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'artigianato, 3 44033 – Ro di Riva del Po (FE) cell. +39.3383646278 - <a href="mailto:info@geofe.it">info@geofe.it</a> – <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> P. IVA: 01926240381	REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO PER IL COMUNE DI CREVALCORE UBICATA IN VIA DI VITTORIO A CREVALCORE (BO)  NTC 18 – D.M. 17/01/08
---	--

# ALLEGATO 1

## RAPPORTO PROVA PENETROMETRICA CPT1–CPTU 2-3

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>						<b>CPT</b>	<b>1</b>
						Riferimento	<b>190/22GF</b>

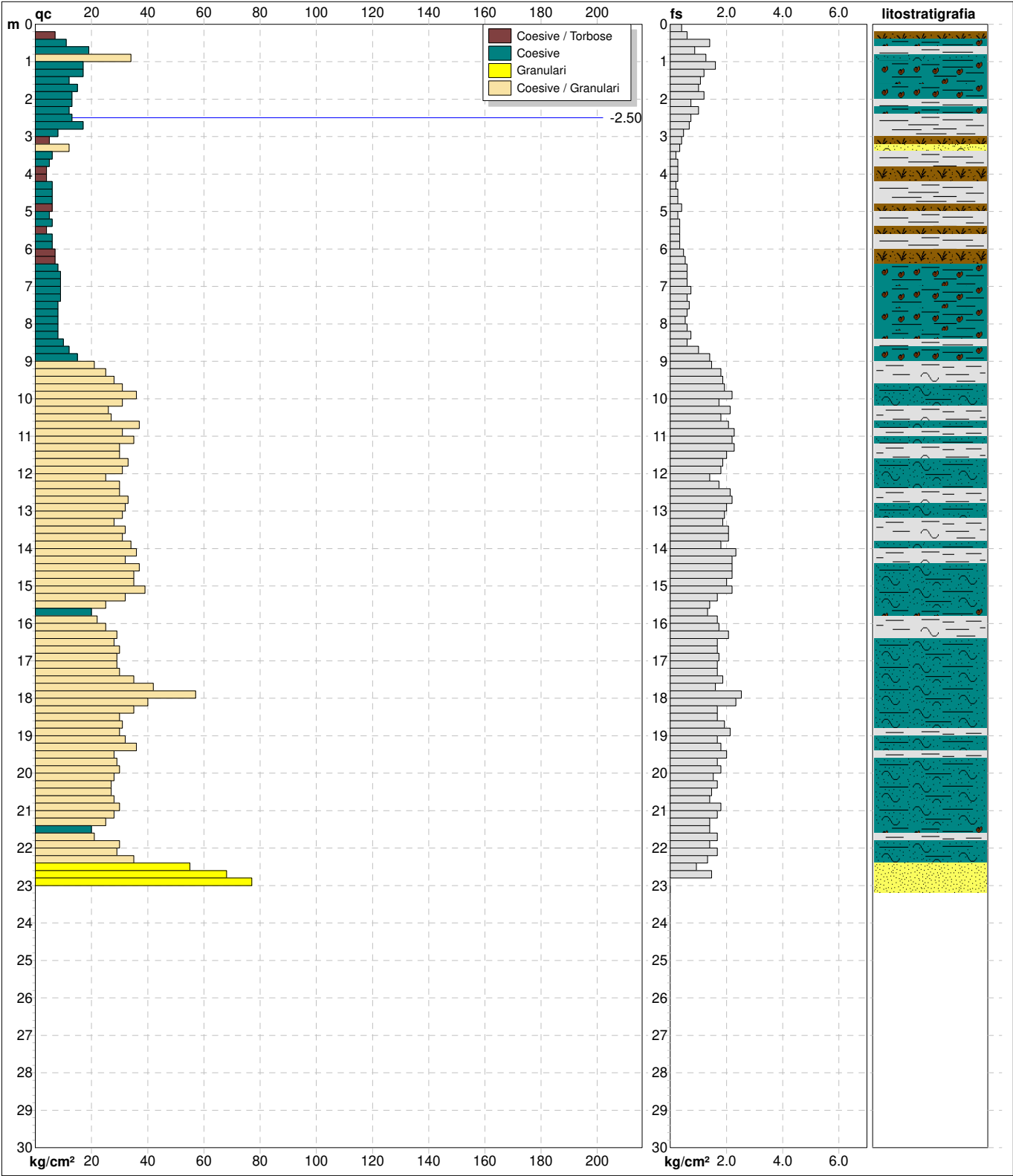
Committente	Comune di Crevalcore	U.M.:	kg/cm <sup>2</sup>	Data eseg.	25/11/2022
Cantiere	Nuova scuola via di Vittorio	Pagina	1		
Località	Crevalcore (BO)	Elaborato		Falda	-2.50 m da p.c.

H	-	-	Tot	qc	fs	F	Rf	H	-	-	Tot	qc	fs	F	Rf
m			-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%	m			-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%
0.20	0.0	0.0		0.0	0.40	0		15.20	39.0	69.0		39.0	2.20	18	5.6
0.40	7.0	13.0		7.0	0.60	12	8.6	15.40	32.0	65.0		32.0	1.67	19	5.2
0.60	11.0	20.0		11.0	1.40	8	12.7	15.60	25.0	50.0		25.0	1.40	18	5.6
0.80	19.0	40.0		19.0	0.87	22	4.6	15.80	20.0	41.0		20.0	1.33	15	6.7
1.00	34.0	47.0		34.0	1.27	27	3.7	16.00	22.0	42.0		22.0	1.67	13	7.6
1.20	17.0	36.0		17.0	1.60	11	9.4	16.20	25.0	50.0		25.0	1.73	14	6.9
1.40	17.0	41.0		17.0	1.20	14	7.1	16.40	29.0	55.0		29.0	2.07	14	7.1
1.60	12.0	30.0		12.0	1.07	11	8.9	16.60	28.0	59.0		28.0	1.67	17	6.0
1.80	15.0	31.0		15.0	1.00	15	6.7	16.80	30.0	55.0		30.0	1.67	18	5.6
2.00	13.0	28.0		13.0	1.20	11	9.2	17.00	29.0	54.0		29.0	1.73	17	6.0
2.20	13.0	31.0		13.0	0.73	18	5.6	17.20	29.0	55.0		29.0	1.67	17	5.8
2.40	12.0	23.0		12.0	1.00	12	8.3	17.40	30.0	55.0		30.0	1.67	18	5.6
2.60	13.0	28.0		13.0	0.73	18	5.6	17.60	35.0	60.0		35.0	1.87	19	5.3
2.80	17.0	28.0		17.0	0.67	25	3.9	17.80	42.0	70.0		42.0	1.60	26	3.8
3.00	8.0	18.0		8.0	0.47	17	5.9	18.00	57.0	81.0		57.0	2.53	23	4.4
3.20	5.0	12.0		5.0	0.40	13	8.0	18.20	40.0	78.0		40.0	2.33	17	5.8
3.40	12.0	18.0		12.0	0.33	36	2.8	18.40	35.0	70.0		35.0	1.67	21	4.8
3.60	6.0	11.0		6.0	0.20	30	3.3	18.60	30.0	55.0		30.0	1.67	18	5.6
3.80	5.0	8.0		5.0	0.27	19	5.4	18.80	31.0	56.0		31.0	1.93	16	6.2
4.00	4.0	8.0		4.0	0.27	15	6.8	19.00	30.0	59.0		30.0	2.13	14	7.1
4.20	4.0	8.0		4.0	0.27	15	6.8	19.20	32.0	64.0		32.0	1.67	19	5.2
4.40	6.0	10.0		6.0	0.20	30	3.3	19.40	36.0	61.0		36.0	1.80	20	5.0
4.60	6.0	9.0		6.0	0.27	22	4.5	19.60	28.0	55.0		28.0	2.00	14	7.1
4.80	6.0	10.0		6.0	0.27	22	4.5	19.80	29.0	59.0		29.0	1.67	17	5.8
5.00	6.0	10.0		6.0	0.40	15	6.7	20.00	30.0	55.0		30.0	1.80	17	6.0
5.20	5.0	11.0		5.0	0.27	19	5.4	20.20	28.0	55.0		28.0	1.53	18	5.5
5.40	6.0	10.0		6.0	0.33	18	5.5	20.40	27.0	50.0		27.0	1.67	16	6.2
5.60	4.0	9.0		4.0	0.33	12	8.3	20.60	27.0	52.0		27.0	1.47	18	5.4
5.80	6.0	11.0		6.0	0.33	18	5.5	20.80	28.0	50.0		28.0	1.40	20	5.0
6.00	6.0	11.0		6.0	0.33	18	5.5	21.00	30.0	51.0		30.0	1.80	17	6.0
6.20	7.0	12.0		7.0	0.47	15	6.7	21.20	28.0	55.0		28.0	1.67	17	6.0
6.40	7.0	14.0		7.0	0.53	13	7.6	21.40	25.0	50.0		25.0	1.40	18	5.6
6.60	8.0	16.0		8.0	0.60	13	7.5	21.60	20.0	41.0		20.0	1.40	14	7.0
6.80	9.0	18.0		9.0	0.60	15	6.7	21.80	21.0	42.0		21.0	1.67	13	8.0
7.00	9.0	18.0		9.0	0.60	15	6.7	22.00	30.0	55.0		30.0	1.40	21	4.7
7.20	9.0	18.0		9.0	0.73	12	8.1	22.20	29.0	50.0		29.0	1.67	17	5.8
7.40	9.0	20.0		9.0	0.60	15	6.7	22.40	35.0	60.0		35.0	1.33	26	3.8
7.60	8.0	17.0		8.0	0.67	12	8.4	22.60	55.0	75.0		55.0	0.93	59	1.7
7.80	8.0	18.0		8.0	0.60	13	7.5	22.80	68.0	82.0		68.0	1.47	46	2.2
8.00	8.0	17.0		8.0	0.53	15	6.6	23.00	77.0	99.0		77.0			
8.20	8.0	16.0		8.0	0.60	13	7.5	23.20					0.00		
8.40	8.0	17.0		8.0	0.73	11	9.1	23.40				0.0			
8.60	10.0	21.0		10.0	0.60	17	6.0	23.60							
8.80	12.0	21.0		12.0	1.00	12	8.3	23.80							
9.00	15.0	30.0		15.0	1.40	11	9.3	24.00							
9.20	21.0	42.0		21.0	1.47	14	7.0	24.20							
9.40	25.0	47.0		25.0	1.80	14	7.2	24.40							
9.60	28.0	55.0		28.0	1.87	15	6.7	24.60							
9.80	31.0	59.0		31.0	1.93	16	6.2	24.80							
10.00	36.0	65.0		36.0	2.20	16	6.1	25.00							
10.20	31.0	64.0		31.0	1.73	18	5.6	25.20							
10.40	26.0	52.0		26.0	2.13	12	8.2	25.40							
10.60	27.0	59.0		27.0	1.80	15	6.7	25.60							
10.80	37.0	64.0		37.0	2.07	18	5.6	25.80							
11.00	31.0	62.0		31.0	2.27	14	7.3	26.00							
11.20	35.0	69.0		35.0	2.20	16	6.3	26.20							
11.40	30.0	63.0		30.0	2.27	13	7.6	26.40							
11.60	30.0	64.0		30.0	2.00	15	6.7	26.60							
11.80	33.0	63.0		33.0	1.87	18	5.7	26.80							
12.00	31.0	59.0		31.0	1.80	17	5.8	27.00							
12.20	25.0	52.0		25.0	1.40	18	5.6	27.20							
12.40	30.0	51.0		30.0	1.73	17	5.8	27.40							
12.60	30.0	56.0		30.0	2.13	14	7.1	27.60							
12.80	33.0	65.0		33.0	2.20	15	6.7	27.80							
13.00	32.0	65.0		32.0	2.00	16	6.3	28.00							
13.20	31.0	61.0		31.0	1.93	16	6.2	28.20							
13.40	28.0	57.0		28.0	1.87	15	6.7	28.40							
13.60	32.0	60.0		32.0	2.07	15	6.5	28.60							
13.80	31.0	62.0		31.0	2.07	15	6.7	28.80							
14.00	34.0	65.0		34.0	1.80	19	5.3	29.00							
14.20	36.0	63.0		36.0	2.33	15	6.5	29.20							
14.40	32.0	67.0		32.0	2.20	15	6.9	29.40							
14.60	37.0	70.0		37.0	2.20	17	5.9	29.60							
14.80	35.0	68.0		35.0	2.20	16	6.3	29.80							
15.00	35.0	68.0		35.0	2.00	18	5.7	30.00							

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	0.20 m sopra quota qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10.00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	Riferimento	<b>190/22GF</b>

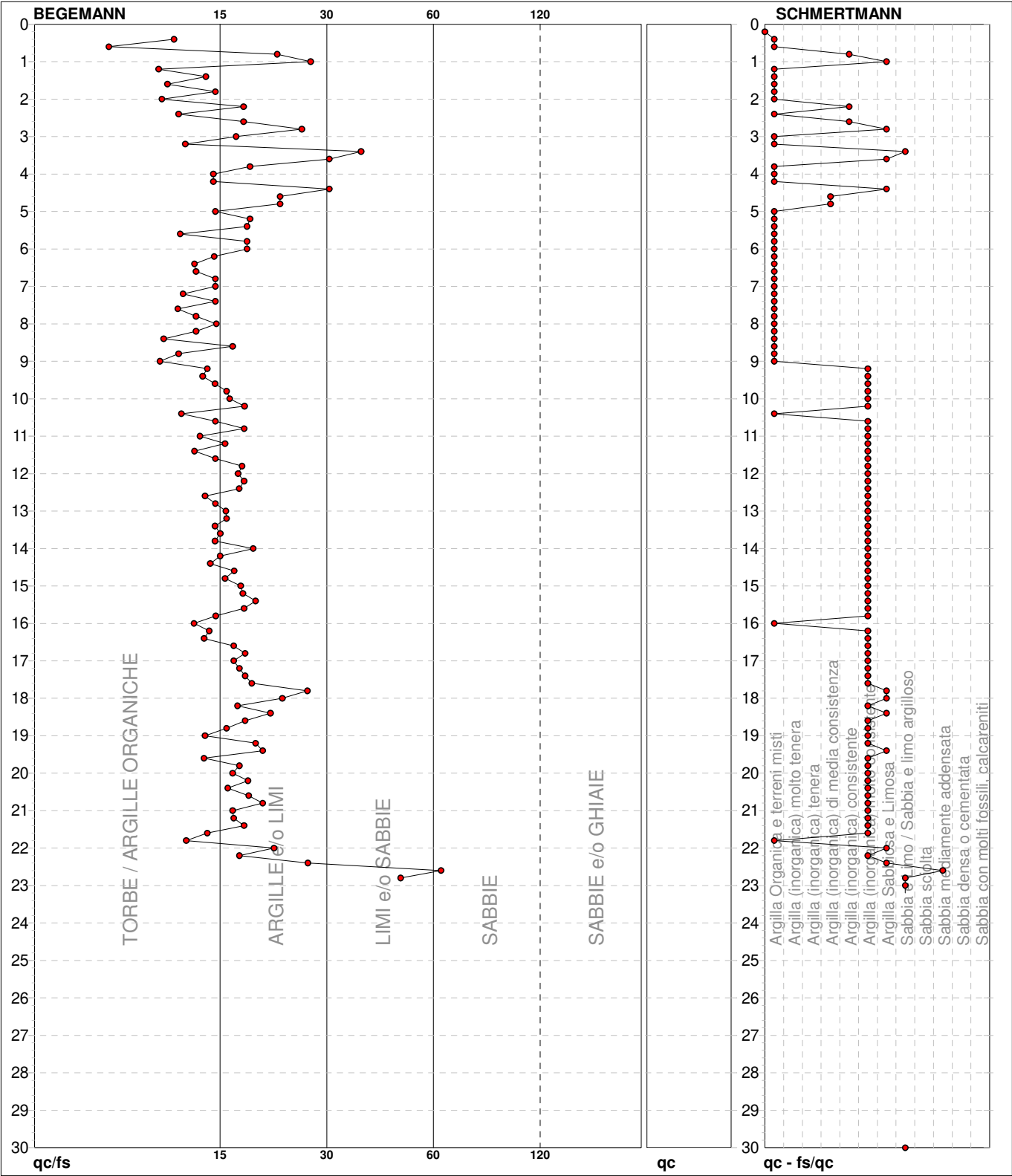
Committente	Comune di Crevalcore	U.M.: <b>kg/cm²</b>	Data eseg.	25/11/2022
Cantiere	Nuova scuola via di Vittorio	Scala: 1:150	Quota inizio: Piano Campagna	
Località	Crevalcore (BO)	Pagina 1		
		Elaborato	Falda -2.50 m	da p.c.



		Litology: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	preforo m
		Penetrometro: SP100	Corr.astine: kg/ml
		Responsabile:	Cod. tip:
		Assistente:	

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA	CPT	1
	Riferimento	190/22GF

Committente	Comune di Crevalcore	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	25/11/2022
Cantiere	Nuova scuola via di Vittorio	Scala:	1:150		
Località	Crevalcore (BO)	Pagina	1		
		Elaborato		Falda -2.50 m da p.c.	



● 190/22GF [1] : 30.00 m
--------------------------


PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA											CPT		1										
PARAMETRI GEOTECNICI											Riferimento		190/22GF										
Committente	Comune di Crevalcore										U.M.:	kg/cm²	Data esec.	25/11/2022									
Cantiere	Nuova scuola via di Vittorio										Pagina	1											
Località	Crevalcore (BO)										Elaborato		Falda	-2.50 m da p.c.									
NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE												
H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	1	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	7.0	11.7	1	1.85	0.07	--	0.35	43.8	14.0	21.0	10.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	11.0	7.9	2	1.85	0.11	--	0.54	45.0	91.2	136.8	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	19.0	21.8	2	1.85	0.15	--	0.78	49.8	131.8	197.8	58.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	34.0	26.8	4	1.85	0.19	--	1.13	60.5	192.7	289.0	102.0	76	40	36	33	31	40	29	56.7	85.0	102.0	--	--
1.20	17.0	10.6	2	1.85	0.22	--	0.72	27.5	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	17.0	14.2	2	1.85	0.26	--	0.72	22.7	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	12.0	11.2	2	1.85	0.30	--	0.57	14.3	97.1	145.7	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	15.0	15.0	2	1.85	0.33	--	0.67	15.0	113.3	170.0	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	13.0	10.8	2	1.85	0.37	--	0.60	11.6	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	13.0	17.8	2	1.85	0.41	--	0.60	10.3	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	12.0	12.0	2	1.85	0.44	--	0.57	8.6	105.3	157.9	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.60	13.0	17.8	2	0.93	0.46	--	0.60	8.8	109.6	164.4	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.80	17.0	25.4	2	0.97	0.48	--	0.72	10.4	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	8.0	17.0	2	0.86	0.50	--	0.40	4.8	138.6	207.9	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	5.0	12.5	1	0.46	0.51	--	0.25	2.6	27.4	41.1	7.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	12.0	36.4	4	0.88	0.53	--	0.57	7.0	132.2	198.3	44.6	15	33	25	22	21	29	26	20.0	30.0	36.0	--	--
3.60	6.0	30.0	4	0.82	0.54	--	0.30	3.0	148.1	222.1	28.8	--	31	22	18	17	25	26	10.0	15.0	18.0	--	--
3.80	5.0	18.5	2	0.80	0.56	--	0.25	2.3	135.7	203.5	25.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.00	4.0	14.8	1	0.46	0.57	--	0.20	1.7	24.8	37.2	6.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	4.0	14.8	1	0.46	0.58	--	0.20	1.7	24.9	37.3	6.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	6.0	30.0	4	0.82	0.59	--	0.30	2.7	155.3	232.9	28.8	--	31	21	18	17	25	26	10.0	15.0	18.0	--	--
4.60	6.0	22.2	2	0.82	0.61	--	0.30	2.6	157.2	235.8	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.80	6.0	22.2	2	0.82	0.63	--	0.30	2.5	158.9	238.4	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.00	6.0	15.0	1	0.46	0.63	--	0.30	2.5	33.6	50.4	9.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.20	5.0	18.5	2	0.80	0.65	--	0.25	1.9	141.3	212.0	25.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.40	6.0	18.2	2	0.82	0.67	--	0.30	2.3	162.6	243.9	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.60	4.0	12.1	1	0.46	0.68	--	0.20	1.4	25.5	38.2	6.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.80	6.0	18.2	2	0.82	0.69	--	0.30	2.2	164.6	246.8	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.00	6.0	18.2	2	0.82	0.71	--	0.30	2.1	165.7	248.5	28.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.20	7.0	14.9	1	0.46	0.72	--	0.35	2.6	38.5	57.8	10.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.40	7.0	13.2	1	0.46	0.73	--	0.35	2.5	38.8	58.3	10.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.60	8.0	13.3	2	0.86	0.74	--	0.40	2.9	200.9	301.4	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.80	9.0	15.0	2	0.88	0.76	--	0.45	3.2	212.7	319.1	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.00	9.0	15.0	2	0.88	0.78	--	0.45	3.2	216.2	324.3	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.20	9.0	12.3	2	0.88	0.80	--	0.45	3.1	219.5	329.2	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.40	9.0	15.0	2	0.88	0.82	--	0.45	3.0	222.5	333.7	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.60	8.0	11.9	2	0.86	0.83	--	0.40	2.5	211.7	317.5	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.80	8.0	13.3	2	0.86	0.85	--	0.40	2.4	213.4	320.1	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.00	8.0	15.1	2	0.86	0.87	--	0.40	2.4	214.9	322.4	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.20	8.0	13.3	2	0.86	0.88	--	0.40	2.3	216.4	324.6	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.40	8.0	11.0	2	0.86	0.90	--	0.40	2.3	217.7	326.6	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.60	10.0	16.7	2	0.90	0.92	--	0.50	2.9	249.3	374.0	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.80	12.0	12.0	2	0.92	0.94	--	0.57	3.4	263.4	395.1	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.00	15.0	10.7	2	0.95	0.96	--	0.67	4.0	266.9	400.3	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.20	21.0	14.3	4	0.93	0.98	--	0.82	5.1	268.5	402.7	63.0	19	34	25	22	21	28	27	35.0	52.5	63.0	--	--
9.40	25.0	13.9	4	0.94	0.99	--	0.91	5.6	268.1	402.1	75.0	24	34	26	23	21	29	28	41.7	62.5	75.0	--	--
9.60	28.0	15.0	4	0.96	1.01	--	0.97	5.9	269.4	404.1	84.0	28	35	26	23	22	30	28	46.7	70.0	84.0	--	--
9.80	31.0	16.1	4	0.97	1.03	--	1.03	6.3	269.3	403.9	93.0	31	35	27	23	22	30	29	51.7	77.5	93.0	--	--
10.00	36.0	16.4	4	0.99	1.05	--	1.20	7.4	258.8	388.3	108.0	36	36	27	24	23	31	30	60.0	90.0	108.0	--	--
10.20	31.0	17.9	4	0.97	1.07	--	1.03	6.0	283.6	425.4	93.0	30	35	26	23	22	30	29	51.7	77.5	93.0	--	--
10.40	26.0	12.2	4	0.95	1.09	--	0.93	5.1	299.7	449.6	78.0	24	34	26	22	21	29	28	43.3	65.0	78.0	--	--
10.60	27.0	15.0	4	0.95	1.11	--	0.95	5.2	304.7	457.1	81.0	24	34	26	22	21	29	28	45.0	67.5	81.0	--	--
10.80	37.0	17.9	4	0.99	1.13	--	1.23	7.0	283.3	424.9	111.0	35	35	27	24	23	31	30	61.7	92.5	111.0	--	--
11.00	31.0	13.7	4	0.97	1.15	--	1.03	5.5	311.3	466.9	93.0	28	35	26	23	22	30	29	51.7	77.5	93.0	--	--
11.20	35.0	15.9	4	0.98	1.17	--	1.17	6.3	304.9	457.4	105.0	32	35	27	23	2							





<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	Riferimento	<b>190/22GF</b>

Committente	<b>Comune di Crevalcore</b>	U.M.:	<b>kg/cm²</b>	Data eseg.	25/11/2022
Cantiere	<b>Nuova scuola via di Vittorio</b>	Pagina	<b>2</b>		
Località	<b>Crevalcore (BO)</b>	Elaborato		Falda	-2.50 m da p.c.

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
20.00	30.0	16.7	4	0.96	2.04		1.00	2.6	524.8	787.2	90.0	13	33	23	20	19	26	29	50.0	75.0	90.0	--	--
20.20	28.0	18.3	4	0.96	2.06		0.97	2.4	515.7	773.5	84.0	11	33	23	19	18	26	28	46.7	70.0	84.0	--	--
20.40	27.0	16.2	4	0.95	2.08		0.95	2.4	511.1	766.6	81.0	9	32	23	19	18	26	28	45.0	67.5	81.0	--	--
20.60	27.0	18.4	4	0.95	2.10		0.95	2.3	512.7	769.0	81.0	9	32	22	19	18	26	28	45.0	67.5	81.0	--	--
20.80	28.0	20.0	4	0.96	2.12		0.97	2.4	520.7	781.1	84.0	10	32	23	19	18	26	28	46.7	70.0	84.0	--	--
21.00	30.0	16.7	4	0.96	2.13		1.00	2.4	534.4	801.5	90.0	12	33	23	20	18	26	29	50.0	75.0	90.0	--	--
21.20	28.0	16.8	4	0.96	2.15		0.97	2.3	523.9	785.8	84.0	10	32	23	19	18	26	28	46.7	70.0	84.0	--	--
21.40	25.0	17.9	4	0.94	2.17		0.91	2.1	503.4	755.2	75.0	5	32	22	19	18	25	28	41.7	62.5	75.0	--	--
21.60	20.0	14.3	4	0.93	2.19		0.80	1.8	456.8	685.2	60.0	--	31	21	17	16	25	27	33.3	50.0	60.0	--	--
21.80	21.0	12.6	4	0.93	2.21		0.82	1.8	468.4	702.6	63.0	--	31	21	18	17	25	27	35.0	52.5	63.0	--	--
22.00	30.0	21.4	4	0.96	2.23		1.00	2.3	542.5	813.7	90.0	11	33	23	19	18	26	29	50.0	75.0	90.0	--	--
22.20	29.0	17.4	4	0.96	2.25		0.98	2.2	537.6	806.4	87.0	10	32	22	19	18	26	29	48.3	72.5	87.0	--	--
22.40	35.0	26.3	4	0.98	2.27		1.17	2.7	599.1	898.7	105.0	16	33	23	20	19	27	29	58.3	87.5	105.0	--	--
22.60	55.0	59.1	3	0.93	2.29		--	--	--	--	--	31	35	26	22	21	29	31	91.7	137.5	165.0	--	--
22.80	68.0	46.3	3	0.95	2.30		--	--	--	--	--	38	36	27	23	22	30	32	113.3	170.0	204.0	--	--
23.00	77.0	--	3	0.96	2.32		--	--	--	--	--	42	36	27	24	23	31	33	128.3	192.5	231.0	--	--
23.20	77.0	--	3	0.96	2.34		--	--	--	--	--	42	36	27	24	23	31	33	128.3	192.5	231.0	--	--
23.40	--	--	3	1.85	2.38		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23.60	--	--	3	1.85	2.42		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23.80	--	--	3	1.85	2.45		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.00	--	--	3	1.85	2.49		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.20	--	--	3	1.85	2.53		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.40	--	--	3	1.85	2.57		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.60	--	--	3	1.85	2.60		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.80	--	--	3	1.85	2.64		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.00	--	--	3	1.85	2.68		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.20	--	--	3	1.85	2.71		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.40	--	--	3	1.85	2.75		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.60	--	--	3	1.85	2.79		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.80	--	--	3	1.85	2.82		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.00	--	--	3	1.85	2.86		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.20	--	--	3	1.85	2.90		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.40	--	--	3	1.85	2.94		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.60	--	--	3	1.85	2.97		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.80	--	--	3	1.85	3.01		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.00	--	--	3	1.85	3.05		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.20	--	--	3	1.85	3.08		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.40	--	--	3	1.85	3.12		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.60	--	--	3	1.85	3.16		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.80	--	--	3	1.85	3.19		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.00	--	--	3	1.85	3.23		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.20	--	--	3	1.85	3.27		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.40	--	--	3	1.85	3.31		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.60	--	--	3	1.85	3.34		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.80	--	--	3	1.85	3.38		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.00	--	--	3	1.85	3.42		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.20	--	--	3	1.85	3.45		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.40	--	--	3	1.85	3.49		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.60	--	--	3	1.85	3.53		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.80	--	--	3	1.85	3.56		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
30.00	--	--	3	1.85	3.60		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>	Committente: Comune di Crevalcore Cantiere: Crevalcore ( BO ) - nuova scuola Data: 21/11/2022	ID Prova: CPTU 2 Livello falda : 2.70 mt Preforo:	Profondità massima raggiunta: 20.00 Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 190/22GF	Prova eseguita da: <b>GEO.FE. SRL - GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'Artigianato ,3 44030 - Ro di Riva del Po (FE) <a href="mailto:info@geofe.it">tel 3383646278 - info@geofe.it</a> - <a href="http://www.geofe.it">www.geofe.it</a> Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto																									
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	V.avanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec
0.020	2.723	0.006	0.023	0.359	2.000	1.660	23.226	0.657	0.085	0.756	1.827	3.300	7.697	0.186	1.626	0.659	1.979	4.940	7.488	0.163	2.227	1.212	2.000	6.580	7.096	0.223	2.051	1.207	1.895
0.040	4.285	0.020	0.033	0.797	1.913	1.680	21.582	0.656	0.073	0.741	1.986	3.320	6.992	0.224	1.684	0.672	1.855	4.960	7.691	0.150	2.216	1.214	2.000	6.600	7.322	0.231	2.061	1.209	1.898
0.060	1.181	0.001	0.002	1.479	1.708	1.700	20.186	0.662	0.086	0.750	1.878	3.340	6.265	0.201	1.583	0.672	1.827	4.980	7.829	0.122	1.687	1.218	2.000	6.620	7.497	0.230	2.078	1.214	1.827
0.080	12.476	0.061	-0.020	0.678	2.070	1.720	19.192	0.671	0.090	0.757	1.865	3.360	6.371	0.197	1.553	0.688	1.924	5.000	7.073	0.118	1.918	1.225	2.000	6.640	7.799	0.227	2.074	1.233	1.799
0.100	15.956	0.126	0.005	0.889	2.637	1.740	18.651	0.663	0.143	0.741	1.882	3.380	6.171	0.205	1.551	0.684	1.879	5.020	7.227	0.110	2.274	1.244	2.000	6.660	7.698	0.225	2.041	1.232	2.023
0.120	17.468	0.205	0.016	0.367	2.000	1.760	18.137	0.654	0.180	0.733	1.761	3.400	5.539	0.208	1.453	0.690	1.912	5.040	7.909	0.114	2.520	1.262	1.278	6.680	7.521	0.232	2.004	1.232	1.806
0.140	18.580	0.359	0.020	0.832	1.802	1.780	17.751	0.646	0.177	0.738	2.038	3.420	4.931	0.187	1.382	0.686	1.792	5.060	8.314	0.109	2.512	1.272	1.841	6.700	7.294	0.232	1.994	1.250	1.956
0.160	17.413	0.514	0.121	0.125	1.896	1.800	16.588	0.641	0.178	0.716	1.752	3.440	4.631	0.174	1.359	0.707	1.957	5.080	7.938	0.120	2.467	1.281	1.943	6.720	7.067	0.241	2.080	1.256	1.764
0.180	18.627	0.627	0.077	0.125	1.835	1.820	14.919	0.654	0.254	0.719	1.965	3.460	4.356	0.184	1.347	0.717	1.879	5.100	7.712	0.129	2.493	1.282	1.783	6.740	6.915	0.239	2.063	1.250	1.965
0.200	17.725	0.815	0.064	1.128	1.875	1.840	14.360	0.645	0.404	0.731	2.902	3.480	4.055	0.176	1.337	0.714	1.828	5.120	7.688	0.135	2.526	1.302	1.984	6.760	6.763	0.245	2.029	1.262	1.839
0.220	17.287	0.931	0.052	0.436	1.915	1.860	14.080	0.615	1.004	0.722	1.184	3.500	4.234	0.142	1.326	0.723	2.005	5.140	8.295	0.129	2.570	1.304	1.851	6.780	6.562	0.245	2.027	1.267	1.763
0.240	16.342	0.997	0.035	0.787	1.803	1.880	14.378	0.568	0.989	0.736	1.744	3.520	4.389	0.123	1.332	0.731	1.840	5.160	8.978	0.138	2.614	1.306	1.928	6.800	6.460	0.240	2.034	1.273	2.046
0.260	14.473	1.032	-0.014	0.826	1.964	1.900	14.346	0.545	1.114	0.718	1.885	3.540	5.151	0.104	1.364	0.730	1.900	5.180	9.381	0.156	2.711	1.319	1.842	6.820	6.460	0.240	2.034	1.266	2.000
0.280	13.443	0.982	-0.021	0.754	1.784	1.920	15.221	0.511	1.043	0.752	1.775	3.560	6.288	0.101	1.434	0.731	1.913	5.200	9.937	0.167	2.584	1.323	1.730	6.840	6.504	0.208	2.106	1.277	1.094
0.300	12.588	0.949	-0.033	0.770	5.256	1.940	16.226	0.488	1.008	0.736	2.000	3.580	9.317	0.090	1.557	0.737	1.841	5.220	9.687	0.171	2.639	1.327	2.017	6.860	6.607	0.202	2.093	1.290	1.789
0.320	12.210	0.876	-0.041	0.874	1.002	1.960	16.248	0.462	0.744	0.748	1.833	3.600	12.449	0.103	1.211	0.735	1.951	5.240	10.092	0.146	2.709	1.332	1.735	6.880	6.610	0.197	2.060	1.279	2.000
0.340	11.611	0.814	-0.051	0.739	1.903	1.980	16.346	0.409	0.520	0.761	1.902	3.620	14.798	0.117	0.854	0.758	2.701	5.260	10.218	0.140	2.746	1.331	1.990	6.900	6.460	0.200	2.036	1.301	2.000
0.360	12.196	0.732	-0.052	0.852	1.890	2.000	15.014	0.402	0.447	0.743	1.854	3.640	15.708	0.119	0.745	0.755	1.055	5.280	9.462	0.143	2.642	1.358	1.813	6.920	6.409	0.197	2.016	1.321	1.749
0.380	12.980	0.661	-0.053	0.794	1.854	2.020	13.501	0.432	0.430	0.741	1.909	3.660	15.561	0.108	0.734	0.744	1.859	5.300	8.730	0.149	2.542	1.359	1.957	6.940	6.385	0.202	2.009	1.325	2.000
0.400	13.630	0.618	-0.060	0.803	1.927	2.040	12.642	0.452	0.643	0.751	1.881	3.680	14.507	0.110	0.693	0.763	1.918	5.320	8.829	0.147	2.589	1.357	1.878	6.960	6.159	0.207	2.042	1.339	2.000
0.420	13.727	0.644	-0.068	0.686	1.907	2.060	11.961	0.463	1.174	0.728	1.847	3.700	12.092	0.118	0.609	0.759	1.868	5.340	9.661	0.145	2.759	1.356	2.451	6.980	6.263	0.193	1.859	1.348	2.000
0.440	14.456	0.668	-0.071	0.521	1.692	2.080	11.833	0.431	1.256	0.728	1.988	3.720	9.045	0.133	0.499	0.769	2.000	5.360	10.292	0.138	2.814	1.350	1.270	7.000	6.264	0.194	1.869	1.368	1.770
0.460	15.213	0.730	-0.066	0.594	2.017	2.100	12.135	0.425	1.462	0.743	1.767	3.740	7.435	0.153	0.483	0.766	2.000	5.380	10.571	0.128	2.391	1.351	1.878	7.020	6.367	0.194	1.874	1.370	2.000
0.480	15.913	0.766	-0.083	0.598	1.790	2.120	11.730	0.415	1.706	0.749	2.052	3.760	5.576	0.164	0.681	0.775	2.000	5.400	10.645	0.150	2.458	1.365	1.893	7.040	6.392	0.191	1.885	1.382	2.000
0.500	16.114	0.824	-0.086	0.757	1.914	2.140	11.502	0.365	1.445	0.752	1.781	3.780	5.380	0.128	1.109	0.793	2.000	5.420	12.133	0.126	2.864	1.378	1.774	7.060	6.442	0.186	1.863	1.390	2.000
0.520	16.595	0.858	-0.089	0.768	1.900	2.160	11.830	0.348	1.632	0.744	1.957	3.800	8.159	0.107	1.398	0.792	2.000	5.440	14.226	0.112	3.232	1.382	1.940	7.080	6.264	0.187	1.847	1.394	1.795
0.540	17.199	0.867	-0.086	0.792	1.918	2.180	12.914	0.349	1.895	0.750	1.923	3.820	11.139	0.103	1.399	0.801	2.021	5.460	15.565	0.114	2.154	1.377	1.886	7.100	6.190	0.191	1.811	1.393	2.000
0.560	18.150	0.889	-0.080	0.792	1.784	2.200	14.678	0.338	1.876	0.749	1.859	3.840	13.162	0.102	0.470	0.820	1.818	5.480	15.693	0.133	1.128	1.385	1.803	7.120	5.885	0.197	1.786	1.409	2.050
0.580	19.939	0.923	-0.060	0.727	1.927	2.220	13.824	0.289	0.867	0.757	1.886	3.860	11.450	0.112	0.350	0.826	1.855	5.500	13.176	0.175	1.552	1.395	1.967	7.140	6.036	0.198	1.816	1.420	1.780
0.600	20.871	0.950	-0.044	0.716	1.905	2.240	11.983	0.322	0.932	0.758	1.818	3.880	9.312	0.095	0.321	0.822	1.903	5.520	13.356	0.197	2.137	1.401	1.816	7.160	5.934	0.195	1.842	1.428	1.970
0.620	22.432	0.965	-0.033	0.668	1.771	2.260	11.227	0.342	0.977	0.757	1.920	3.900	7.601	0.107	0.357	0.826	1.829	5.540	13.610	0.198	1.315	1.404	1.986	7.180	5.957	0.193	1.885	1.428	1.809
0.640	23.232	0.991	-0.035	0.731	1.979	2.280	10.647	0.366	1.695	0.755	1.777	3.920	6.419	0.112	0.478	0.842	1.891	5.560	13.510	0.243	2.062	1.412	1.809	7.200	6.234	0.186	1.865	1.434	1.967
0.660	23.122	1.052	-0.041	0.765	2.393	2.300	9.737	0.367	2.042	0.763	2.034	3.940	5.642	0.103	0.523	0.840	1.797	5.580	13.283	0.287	2.195	1.423	1.905	7.220	6.157	0.181	1.955	1.451	1.774
0.680	23.338	1.118	-0.044	0.742	1.400	2.320	9.537	0.346	2.185	0.750	1.875	3.960	4.611	0.093	0.527	0.844	0.076	5.600	12.503	0.332	2.174	1.428	1.937	7.240	6.281	0.176	1.980	1.456	1.762
0.700	23.352	1.177	-0.051	0.730	1.834	2.340	10.419	0.340	2.562	0.764	1.867	3.980	5.684	0.113	0.346	0.857	1.885	5.620	11.064	0.356	2.122	1.428	1.811	7.260	6.583	0.167	2.025	1.462	1.994
0.720	23.564	1.239	-0.053	0.768	1.949	2.360	12.031	0.325	3.046	0.766	1.891	4.000	4.628	0.098	0.369	0.857	1.866	5.640	9.698	0.348	2.069	1.435	1.953	7.280	7.036	0.160	2.055	1.469	1.769
0.740	24.180	1.299	-0.051	0.760	1.822	2.380	14.050	0.286	3.299	0.755	1.914	4.020	4.124	0.089	0.414	0.861	1.763	5.660	8.540	0.342	2.128	1.438	1.710	7.300	7.389	0.158	2.067	1.474	2.019
0.760	25.251	1.345	-0.046	0.777	1.868	2.400	16.475	0.274	3.514	0.767	1.917	4.040	4.049																

<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>						Committente: Comune di Crevalcore Cantiere: Crevalcore ( BO) - nuova scuola Data: 21/11/2022						ID Prova: CPTU 2 Livello falda : 2.70 mt Preforo:						Profondità massima raggiunta: 20.00 Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 190/22GF						Prova eseguita da: <b>GEO.FE. SRL - GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'Artigianato ,3 44030 - Ro di Riva del Po (FE) <b>tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it</b> Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto					
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec
8.220	16.401	0.734	5.308	1.769	2.005	9.860	22.657	1.362	3.517	2.272	2.018	11.500	19.542	1.064	4.190	2.729	1.993	13.140	18.812	0.948	4.619	3.097	1.002	14.780	28.142	1.208	6.927	3.483	1.833
8.240	17.525	0.725	5.098	1.788	2.001	9.880	22.261	1.369	3.519	2.268	1.991	11.520	19.358	1.074	4.022	2.749	1.828	13.160	18.277	0.966	4.473	3.097	1.903	14.800	28.368	1.246	6.950	3.484	1.902
8.260	18.325	0.729	5.384	1.777	1.918	9.900	21.824	1.386	3.421	2.268	1.856	11.540	19.455	1.090	4.117	2.742	2.163	13.180	17.310	0.984	4.369	3.101	1.890	14.820	28.338	1.288	7.184	3.485	1.854
8.280	18.544	0.754	5.645	1.794	2.099	9.920	22.533	1.357	3.549	2.287	2.000	11.560	19.170	1.102	4.098	2.756	1.968	13.200	17.101	0.971	4.370	3.112	1.854	14.840	27.495	1.347	6.656	3.501	1.909
8.300	19.014	0.792	5.163	1.802	2.059	9.940	22.674	1.353	3.698	2.298	2.018	11.580	19.086	1.121	4.109	2.759	2.029	13.220	16.843	0.957	4.433	3.115	1.927	14.860	26.224	1.445	6.607	3.497	1.881
8.320	19.818	0.787	5.126	1.794	1.885	9.960	22.796	1.339	3.722	2.317	1.883	11.600	19.077	1.130	4.080	2.761	1.897	13.240	16.889	0.929	4.435	3.130	1.907	14.880	25.840	1.489	6.469	3.508	1.847
8.340	19.834	0.827	5.189	1.800	2.138	9.980	22.852	1.148	3.420	2.336	2.108	11.620	18.863	1.129	4.032	2.790	2.063	13.260	16.607	0.908	4.368	3.133	1.692	14.900	26.464	1.447	6.575	3.511	1.988
8.360	20.284	0.851	5.572	1.800	1.948	10.000	23.283	1.256	3.636	2.348	2.028	11.640	18.762	1.114	4.001	2.792	1.929	13.280	16.502	0.883	4.323	3.130	2.017	14.920	25.925	1.462	6.484	3.518	1.767
8.380	21.760	0.867	5.624	1.805	2.022	10.020	22.988	1.292	3.669	2.336	1.887	11.660	19.015	1.101	4.002	2.789	1.841	13.300	16.398	0.858	4.329	3.134	1.790	14.940	25.057	1.469	6.204	3.524	2.052
8.400	21.802	0.893	5.598	1.816	2.061	10.040	22.388	1.322	3.569	2.347	2.151	11.680	18.918	1.099	4.012	2.795	2.037	13.320	16.841	0.823	4.415	3.129	1.914	14.960	24.170	1.428	5.673	3.530	1.781
8.420	22.146	0.893	4.955	1.823	1.912	10.060	21.812	1.336	3.286	2.355	1.590	11.700	19.023	1.096	3.995	2.816	1.903	13.340	16.859	0.815	4.467	3.129	1.900	14.980	22.567	1.412	5.233	3.525	1.957
8.440	22.491	0.910	4.898	1.833	2.071	10.080	21.356	1.374	3.415	2.354	2.464	11.720	18.769	1.091	3.967	2.810	2.117	13.360	17.305	0.806	4.540	3.134	1.918	15.000	21.923	1.380	5.082	3.528	1.923
8.460	22.308	0.946	4.600	1.840	1.967	10.100	22.033	1.392	3.325	2.366	1.973	11.740	18.366	1.063	3.894	2.813	1.873	13.380	17.431	0.797	4.603	3.143	1.784	15.020	21.380	1.377	4.643	3.534	1.859
8.480	22.931	0.972	4.911	1.843	2.041	10.120	21.472	1.420	3.720	2.366	2.041	11.760	18.312	1.064	3.831	2.799	2.072	13.400	17.709	0.783	4.667	3.162	1.927	15.040	21.186	1.398	4.798	3.528	1.886
8.500	23.100	1.012	5.205	1.803	2.058	10.140	21.265	1.406	3.693	2.364	2.022	11.780	18.516	1.048	3.805	2.786	1.943	13.420	17.783	0.781	4.694	3.193	1.905	15.060	20.809	1.389	4.853	3.568	1.818
8.520	23.041	1.049	5.315	1.803	1.841	10.160	21.434	1.362	3.636	2.348	1.916	11.800	18.622	1.035	3.800	2.789	1.907	13.440	18.058	0.776	4.727	3.187	1.771	15.080	21.087	1.355	4.899	3.562	1.920
8.540	23.508	1.068	5.002	1.824	2.042	10.180	21.273	1.335	3.579	2.361	2.069	11.820	18.445	1.036	3.746	2.764	1.911	13.460	18.079	0.776	4.776	3.192	1.979	15.100	21.562	1.329	5.206	3.574	1.777
8.560	23.626	1.102	4.923	1.830	2.071	10.200	21.189	1.308	3.731	2.353	1.942	11.840	18.347	1.063	3.791	2.739	1.915	13.480	18.024	0.780	4.765	3.215	2.393	15.120	22.620	1.275	5.506	3.575	2.034
8.580	23.642	1.148	5.426	1.847	1.980	10.220	21.007	1.273	3.944	2.351	2.016	11.860	18.901	1.066	3.929	2.742	2.007	13.500	18.246	0.794	4.827	3.208	1.400	15.140	23.730	1.211	5.874	3.589	1.875
8.600	23.054	1.176	5.087	1.846	2.001	10.240	20.893	1.254	3.908	2.365	1.958	11.880	19.664	1.044	4.191	2.733	1.809	13.520	18.289	0.802	4.882	3.196	1.834	15.160	25.363	1.187	6.401	3.600	1.867
8.620	22.743	1.169	5.152	1.853	1.914	10.260	20.200	1.248	3.849	2.347	1.944	11.900	20.349	1.045	4.420	2.737	2.009	13.540	18.613	0.809	4.950	3.206	1.949	15.180	26.662	1.151	6.610	3.608	1.891
8.640	22.732	1.173	4.977	1.868	2.119	10.280	19.658	1.239	3.812	2.355	2.101	11.920	20.519	1.049	4.567	2.747	2.000	13.560	18.910	0.817	5.009	3.197	1.822	15.200	27.168	1.161	6.628	3.601	1.914
8.660	22.495	1.202	5.177	1.871	2.057	10.300	20.147	1.177	3.721	2.350	1.934	11.940	20.460	1.074	4.617	2.737	2.135	13.580	18.602	0.850	4.990	3.210	1.868	15.220	26.428	1.208	6.661	3.608	1.917
8.680	21.778	1.237	5.303	1.869	1.900	10.320	20.402	1.168	3.866	2.356	2.079	11.960	20.493	1.070	4.615	2.735	1.896	13.600	18.393	0.878	5.062	3.216	1.764	15.240	26.908	1.192	6.383	3.618	1.772
8.700	21.817	1.205	5.174	1.868	1.985	10.340	20.586	1.169	3.867	2.376	1.975	11.980	20.538	0.960	3.863	2.736	2.032	13.620	19.193	0.862	5.297	3.211	2.000	15.260	26.690	1.216	6.377	3.618	1.973
8.720	22.111	1.170	4.845	1.869	1.896	10.360	20.654	1.183	4.144	2.367	2.029	12.000	21.117	1.032	3.965	2.773	1.890	13.640	20.024	0.835	5.468	3.204	2.000	15.280	26.949	1.274	6.099	3.623	1.847
8.740	22.318	1.165	5.229	1.866	2.186	10.380	20.325	1.193	4.266	2.377	1.944	12.020	19.957	0.965	4.067	2.775	2.067	13.660	20.505	0.836	5.525	3.200	1.945	15.300	27.278	1.321	6.322	3.618	1.922
8.760	22.179	1.174	5.714	1.872	1.818	10.400	20.729	1.166	4.382	2.401	1.968	12.040	20.943	1.065	4.313	2.767	1.913	13.680	20.334	0.859	5.440	3.215	1.951	15.320	27.289	1.359	6.622	3.620	1.910
8.780	22.799	1.162	5.834	1.875	2.168	10.420	21.655	1.127	4.371	2.420	2.067	12.060	20.973	1.052	4.401	2.759	1.985	13.700	20.179	0.893	5.283	3.215	1.829	15.340	26.723	1.420	7.069	3.640	1.957
8.800	22.994	1.132	4.396	1.885	1.949	10.440	21.724	1.133	4.190	2.433	1.993	12.080	21.179	1.029	4.279	2.769	1.934	13.720	20.071	0.918	5.049	3.223	1.774	15.360	27.452	1.382	6.928	3.626	1.826
8.820	23.991	1.091	4.431	1.887	1.877	10.460	21.747	1.131	4.105	2.426	2.073	12.100	21.374	1.007	4.202	2.785	2.006	13.740	19.078	0.976	4.797	3.224	2.000	15.380	29.286	1.331	7.099	3.636	1.909
8.840	24.107	1.078	4.333	1.893	2.119	10.480	21.666	1.147	4.322	2.433	1.982	12.120	20.638	1.023	4.147	2.784	1.950	13.760	19.225	0.971	4.864	3.230	2.000	15.400	30.889	1.299	7.241	3.650	1.850
8.860	24.199	1.061	3.885	1.900	1.907	10.500	21.735	1.149	4.501	2.428	1.852	12.140	20.206	1.020	3.892	2.782	1.926	13.780	19.267	0.997	4.912	3.231	2.000	15.420	31.206	1.303	6.639	3.658	1.772
8.880	24.465	1.076	3.565	1.890	2.094	10.520	22.288	1.145	4.673	2.423	2.095	12.160	20.761	1.013	3.983	2.825	2.078	13.800	18.779	1.039	4.911	3.240	2.000	15.440	31.715	1.325	6.345	3.656	2.042
8.900	24.070	1.148	3.256	1.902	2.229	10.540	22.972	1.131	4.797	2.432	1.975	12.180	21.134	1.046	3.880	2.829	1.921	13.820	18.627	1.053	4.924	3.237	1.957	15.460	31.398	1.416	6.597	3.671	1.846
8.920	24.029	1.213	3.295	1.906	1.603	10.560	22.952	1.119	4.729	2.437	1.963	12.200	19.918	1.133	4.087	2.847	1.864	13.840	18.351	1.057	4.892	3.252	1.854	15.480	31.016	1.570	6.768	3.683	1.876
8.940	23.868	1.267	3.095	1.905</																									

<div><div><b>Geo.Fe.</b> INDAGINI GEOLOGICHE</div></div>						Committente: Comune di Crevalcore Cantiere: Crevalcore ( BO ) - nuova scuola Data: 21/11/2022						ID Prova: CPTU 2 Livello falda : 2.70 mt Preforo:						Profondità massima raggiunta: 20.00 Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 190/22GF						Prova eseguita da: <b>GEO.FE. SRL - GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'Artigianato ,3 44030 - Ro di Riva del Po (FE) <b>tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it</b> Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto										
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz					
metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec					
16.420	18.044	0.343	8.282	3.926	1.951	18.060	23.840	0.505	7.362	4.353	1.735	19.700	20.961	1.195	5.770	4.846	2.000																	
16.440	18.178	0.360	8.470	3.946	2.701	18.080	23.057	0.513	8.112	4.359	1.990	19.720	20.937	1.126	5.696	4.840	2.000																	
16.460	18.365	0.351	7.876	3.949	1.055	18.100	21.414	0.480	8.030	4.365	1.813	19.740	20.301	1.085	5.499	4.862	1.749																	
16.480	18.328	0.354	7.900	3.952	1.859	18.120	19.444	0.492	8.096	4.371	1.957	19.760	19.413	1.033	5.302	4.861	2.000																	
16.500	18.263	0.365	7.174	3.959	1.918	18.140	19.236	0.475	9.425	4.380	1.878	19.780	19.186	0.971	5.232	4.871	2.000																	
16.520	17.567	0.426	7.044	3.961	1.868	18.160	20.468	0.456	10.842	4.392	2.451	19.800	19.092	0.915	5.148	4.873	2.000																	
16.540	16.739	0.460	6.974	3.977	2.000	18.180	20.721	0.419	10.751	4.393	1.270	19.820	18.750	0.865	5.094	4.876	1.770																	
16.560	16.318	0.429	7.008	3.968	2.000	18.200	21.248	0.404	10.820	4.400	1.878	19.840	18.310	0.834	5.049	4.869	2.000																	
16.580	16.145	0.396	7.373	3.987	2.000	18.220	21.346	0.399	11.063	4.410	1.893	19.860	17.948	0.792	5.334	4.879	2.000																	
16.600	16.250	0.381	7.594	3.986	2.000	18.240	21.522	0.364	11.137	4.429	1.774	19.880	18.594	0.727	5.809	4.872	2.000																	
16.620	17.088	0.322	7.759	3.989	2.000	18.260	22.778	0.339	11.525	4.423	1.940	19.900	19.187	0.682	6.181	4.881	1.795																	
16.640	17.017	0.288	6.781	3.994	2.021	18.280	23.635	0.341	11.776	4.408	1.886	19.920	20.180	0.643	6.510	4.898	2.000																	
16.660	16.975	0.275	7.185	4.007	1.818	18.300	24.844	0.348	11.872	4.419	1.803	19.940	20.866	0.608	6.584	4.902	2.050																	
16.680	16.578	0.250	7.439	4.004	1.855	18.320	26.208	0.409	11.809	4.431	1.967	19.960	20.749	0.617	6.405	4.902	1.780																	
16.700	15.827	0.254	7.707	4.007	1.903	18.340	26.308	0.458	11.177	4.438	1.816	19.980	20.004	0.650	6.203	4.909	1.970																	
16.720	15.000	0.245	7.790	4.023	1.829	18.360	24.872	0.527	10.461	4.434	1.986	20.000	20.116	0.657	6.234	4.905	1.809																	
16.740	15.108	0.217	8.112	4.016	1.891	18.380	23.360	0.630	9.923	4.448	1.809																							
16.760	14.685	0.205	8.091	4.022	1.797	18.400	22.377	0.718	9.569	4.446	1.905																							
16.780	14.918	0.198	8.082	4.029	0.076	18.420	21.672	0.800	9.295	4.445	1.937																							
16.800	15.908	0.189	8.270	4.023	1.885	18.440	21.364	0.873	9.106	4.447	1.811																							
16.820	17.832	0.194	8.499	4.036	1.866	18.460	21.204	0.906	8.965	4.462	1.953																							
16.840	20.156	0.182	7.783	4.047	1.763	18.480	20.689	0.927	8.845	4.463	1.710																							
16.860	20.341	0.189	5.423	4.036	2.131	18.500	20.326	0.897	8.748	4.470	2.066																							
16.880	19.545	0.232	7.868	4.048	2.000	18.520	20.083	0.844	8.681	4.476	1.754																							
16.900	21.144	0.254	8.750	4.053	2.000	18.540	20.119	0.798	8.669	4.483	1.968																							
16.920	21.426	0.258	5.900	4.051	1.902	18.560	20.308	0.770	8.730	4.470	1.809																							
16.940	20.547	0.305	5.547	4.069	1.712	18.580	20.625	0.751	8.862	4.453	1.982																							
16.960	18.537	0.342	6.208	4.064	1.982	18.600	21.003	0.730	8.986	4.454	1.912																							
16.980	16.854	0.355	6.304	4.062	1.862	18.620	21.602	0.704	9.233	4.459	1.809																							
17.000	15.245	0.367	6.303	4.073	2.010	18.640	22.417	0.693	9.573	4.474	1.881																							
17.020	14.217	0.340	6.853	4.090	1.792	18.660	23.689	0.695	10.123	4.474	1.767																							
17.040	18.942	0.456	5.359	4.097	1.954	18.680	25.950	0.690	10.890	4.490	1.929																							
17.060	17.259	0.418	6.385	4.107	1.839	18.700	27.909	0.713	11.523	4.490	1.784																							
17.080	13.045	0.346	5.923	4.108	1.758	18.720	29.062	0.758	11.566	4.499	1.988																							
17.100	18.608	0.351	6.831	4.098	1.988	18.740	29.179	0.811	11.237	4.497	1.807																							
17.120	17.980	0.338	7.220	4.112	1.841	18.760	28.565	0.891	10.493	4.489	1.926																							
17.140	17.580	0.342	7.309	4.114	1.979	18.780	27.750	0.955	10.171	4.498	2.000																							
17.160	17.248	0.351	7.453	4.112	1.825	18.800	26.657	1.063	9.801	4.515	1.927																							
17.180	17.425	0.323	7.751	4.119	1.952	18.820	25.840	1.153	9.392	4.525	2.000																							
17.200	16.716	0.305	7.484	4.132	1.886	18.840	25.278	1.204	9.128	4.542	2.000																							
17.220	15.858	0.286	7.154	4.124	1.841	18.860	24.718	1.257	9.011	4.561	1.915																							
17.240	15.124	0.287	7.191	4.136	1.868	18.880	24.054	1.304	9.037	4.568	1.943																							
17.260	14.644	0.261	7.811	4.132	1.811	18.900	23.336	1.313	9.158	4.577	1.793																							
17.280	15.022	0.232	7.890	4.136	1.968	18.920	23.773	1.243	9.198	4.586	1.870																							
17.300	17.998	0.235	8.731	4.145	1.888	18.940	24.086	1.190	9.255	4.594	1.948																							
17.320	22.891	0.253	8.661	4.161	1.846	18.960	24.247	1.171	9.242	4.602	1.771																							
17.340	26.501	0.229	3.905	4.164	1.844	18.980	25.291	1.123	9.702	4.620	1.966																							
17.360	27.357	0.293	1.887	4.172	1.919	19.000	27.012	1.069	10.124	4.629	1.784																							
17.380	26.550	0.357	1.538	4.180	1.808	19.020	28.242	1.060	10.368	4.631	2.005																							
17.400	27.666	0.411	2.274	4.182	1.927	19.040	29.476	1.052	9.839	4.630	1.820																							
17.420	26.532	0.502	3.933	4.180	1.826	19.060	30.303	1.057	7.106	4.646	1.870																							
17.440	23.532	0.474	1.716	4.187	1.807	19.080	30.034	1.139	6.717	4.653	1.844																							
17.460	21.189	0.597	4.257	4.188	2.000	19.100	29.404	1.244	6.619	4.651	1.823																							
17.480	24.385	0.567	7.365	4.191	1.080	19.120	28.950	1.382	6.763	4.668	2.007																							
17.500	29.798	0.513	6.722	4.191	1.876	19.140	28.471	1.475	7.259	4.685	1.786																							
17.520	33.071	0.531	3.380	4.207	1.821	19.160	28.266	1.554	7.494	4.689	2.023																							
17.540	33.719	0.621	2.740	4.224	1.843	19.180	29.038	1.591	7.564	4.700	1.841																							
17.560	31.749	0.681	3.513	4.228	1.911	19.200	29.099	1.650	7.792	4.710	1.910																							
17.580	29.102	0.644	3.177	4.226	1.825	19.220	29.685	1.581	8.105	4.708	1.836																							
17.600	28.723	0.709	7.619	4.224	1.967	19.240	29.945	1.524	8.099	4.702	1.970																							
17.620	27.746	0.631	6.128	4.229	1.846	19.260	29.314	1.494	7.968	4.713	1.874																							
17.640	25.737	0.574	4.715	4.233	1.891	19.280	29.085	1.470	7.695	4.725	1.690																							
17.660	21.823	0.634	5.771	4.243	1.845	19.300	28.760	1.508	7.569	4.733	1.998																							
17.680	21.897	0.655	8.656	4.236	1.763	19.320	27.805	1.565	7.434	4.744	1.848																							
17.700	23.808	0.598	9.739	4.238	1.936	19.340	27.277	1.562	7.250	4.741	1.927																							
17.720	22.648	0.504	7.855	4.243	1.790	19.360	25.697	1.580	6.919	4.743	1.804																							
17.740	20.075	0.511	7.884	4.256	1.942	19.380	25.357	1.539	6.848	4.744	1.869																							
17.760	20.127	0.485	8.654	4.256	2.000	19.400	24.515	1.505	6.572	4.747	1.895																							
17.780	21.253	0.424	9.276	4.260	2.000	19.420	24.133	1.439	6.403	4.762	1.898																							
17.800	20.212	0.386	8.905	4.263	2.000	19.440	23.277	1.401	6.230	4.767	1.827																							
17.820	19.002	0.365	8.372	4.273	2.000	19.460	22.768	1.347	6.163	4.780	1.799																							
17.840	17.182	0.386	8.102	4.282	2.000	19.480	22.338	1.309	6.147	4.783	2.023																							
17.860	16.268	0.389	8.084	4.273	1.278	19.500	22.281	1.250	6.083	4.803	1.806																							
17.880	17.049	0.342	9.009	4.294	1.841	19.520	22.172	1.210	6.110	4.810	1.956																							
17.900	18.613	0.328	9.393	4.292	1.943	19.540	22.901	1.169	6.318	4.808	1.764																							
17.920	19.470	0.327	9.562	4.292	1.783	19.560	23.367	1.154	6.522	4.806	1.965																							





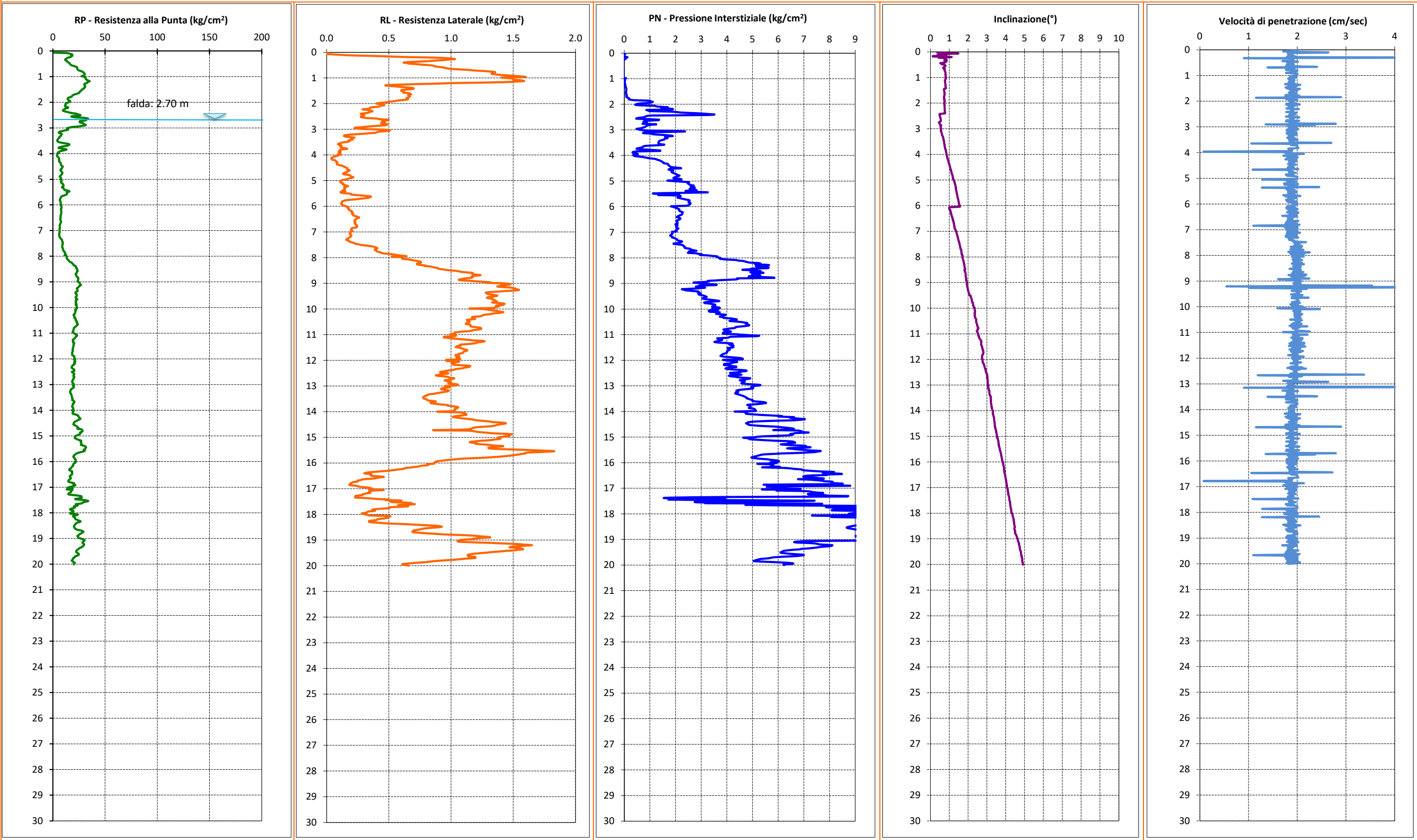
Committente: Comune di Crevalcore  
Cantiere: Crevalcore ( BO ) - nuova scuola  
Data: 21/11/2022

ID Prova: CPTU 2  
Livello falda : 2.70 mt  
Preforo:


Profondità massima raggiunta: 20.00  
Punta sismica: Tecnopenta CPLSD  
RIF. 190/22GF


Prova eseguita da:  
**GEO.FE. SRL - GEOLOGIA FERRARA SRL**  
via dell'Artigianato ,3 44030 - Ro di Riva del Po (FE)  
[tel 3383646278](tel:3383646278) - [info@geofe.it](mailto:info@geofe.it) - [www.geofe.it](http://www.geofe.it)  
Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio  
Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto


GRAFICI PROVA CPTU 2



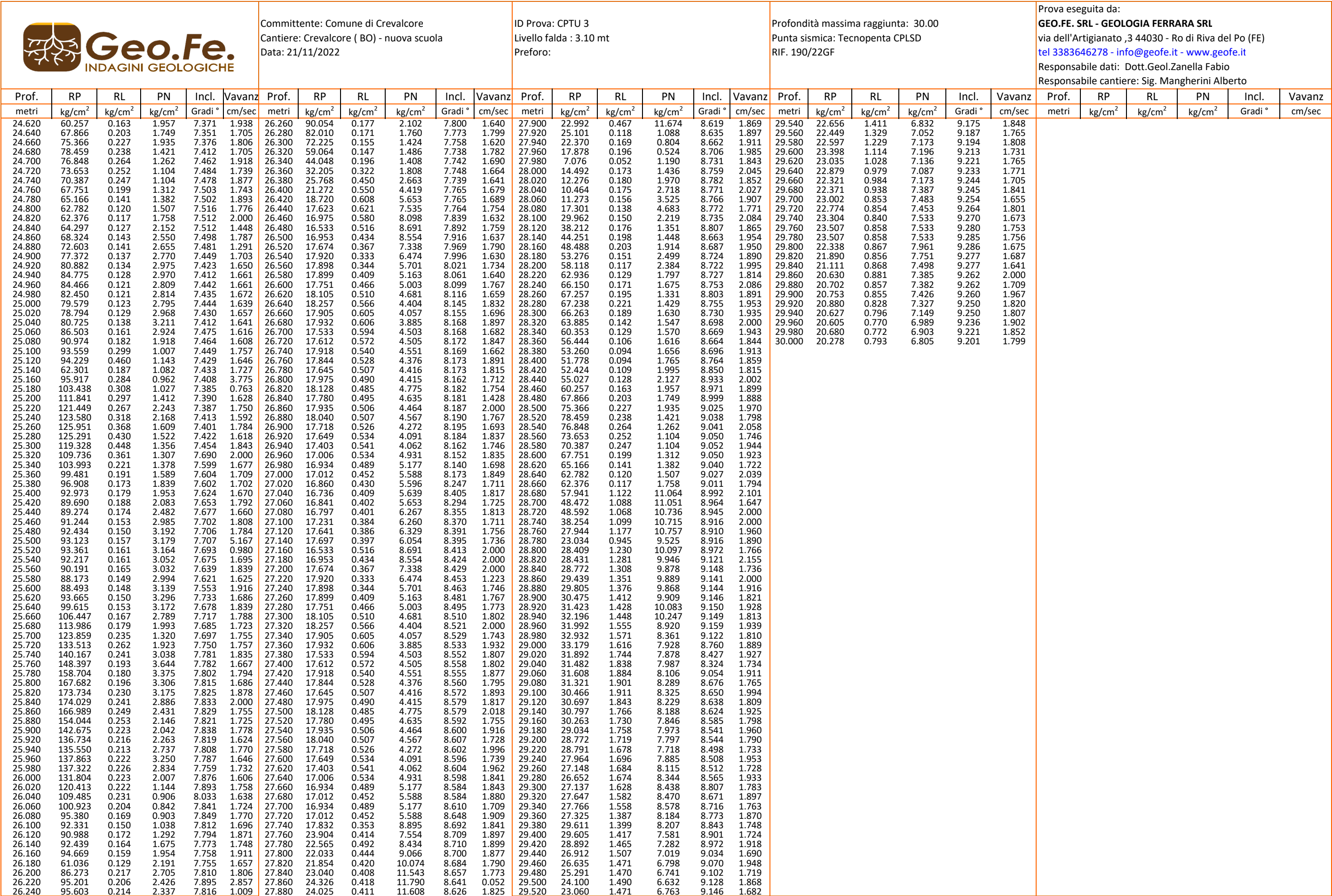


<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>	Committente: Comune di Crevalcore Cantiere: Crevalcore ( BO ) - nuova scuola Data: 21/11/2022	ID Prova: CPTU 3 Livello falda : 3.10 mt Preforo:	Profondità massima raggiunta: 30.00 Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 190/22GF	Prova eseguita da: <b>GEO.FE. SRL - GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'Artigianato ,3 44030 - Ro di Riva del Po (FE) <b>tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it</b> Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto																									
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	V.avanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec
0.020	2.378	0.008	0.004	0.799	2.000	1.660	18.749	0.728	0.829	1.473	2.051	3.300	5.014	0.201	1.705	2.290	1.932	4.940	6.807	0.139	1.888	2.668	1.829	6.580	12.180	0.279	1.841	3.166	2.000
0.040	3.639	0.028	0.029	0.815	2.026	1.680	20.833	0.726	0.813	1.472	2.010	3.320	5.267	0.183	1.617	2.311	1.843	4.960	6.507	0.141	2.094	2.679	2.093	6.600	12.609	0.277	1.182	3.184	2.000
0.060	4.270	0.036	0.044	0.823	2.336	1.700	22.759	0.696	0.693	1.487	1.901	3.340	5.342	0.180	1.651	2.306	1.838	4.980	5.753	0.149	2.207	2.690	1.833	6.620	9.078	0.277	1.089	3.199	1.817
0.080	6.362	0.060	0.100	0.849	2.423	1.720	22.472	0.661	0.646	1.490	2.000	3.360	5.366	0.189	1.788	2.317	1.870	5.000	5.754	0.144	2.471	2.702	2.017	6.640	6.482	0.285	1.152	3.190	1.950
0.100	10.950	0.103	0.234	0.788	1.605	1.740	20.819	0.625	0.597	1.500	1.832	3.380	5.390	0.195	1.833	2.311	1.790	5.020	6.209	0.137	2.839	2.701	1.991	6.660	5.575	0.256	2.214	3.206	1.907
0.120	13.397	0.150	0.324	0.725	2.077	1.760	19.546	0.595	0.614	1.519	2.188	3.400	5.768	0.183	1.877	2.315	2.025	5.040	6.588	0.137	2.904	2.705	1.892	6.680	5.651	0.227	2.175	3.205	1.918
0.140	14.083	0.213	0.337	0.791	1.900	1.780	19.059	0.562	0.607	1.529	1.921	3.420	5.795	0.174	1.821	2.324	1.773	5.060	6.715	0.134	2.918	2.712	2.051	6.700	5.854	0.205	1.843	3.212	1.923
0.160	13.809	0.285	0.314	0.832	1.986	1.800	17.836	0.517	0.590	1.548	1.968	3.440	5.088	0.185	1.648	2.327	1.895	5.080	6.790	0.141	2.903	2.725	1.997	6.720	5.630	0.207	1.661	3.221	2.000
0.180	13.306	0.419	0.231	0.827	1.906	1.820	15.757	0.476	0.569	1.553	1.874	3.460	4.481	0.184	1.509	2.326	1.853	5.100	7.169	0.137	2.888	2.721	1.976	6.740	5.681	0.205	2.193	3.225	1.907
0.200	13.662	0.507	0.205	0.830	2.020	1.840	11.578	0.466	0.853	1.567	2.119	3.480	3.749	0.190	1.536	2.338	1.749	5.120	7.473	0.144	2.849	2.735	1.919	6.760	5.499	0.200	2.619	3.239	1.925
0.220	13.368	0.624	0.203	0.806	1.873	1.860	12.312	0.478	0.592	1.587	1.936	3.500	3.547	0.171	1.566	2.344	2.056	5.140	7.549	0.155	2.762	2.744	1.872	6.780	5.573	0.183	2.510	3.254	1.943
0.240	12.138	0.713	0.177	0.810	1.921	1.880	12.000	0.502	0.995	1.598	2.062	3.520	3.675	0.144	1.589	2.359	1.766	5.160	7.398	0.160	2.602	2.752	2.081	6.800	5.875	0.160	2.517	3.259	1.971
0.260	11.355	0.746	0.178	0.796	1.923	1.900	12.065	0.509	1.161	1.607	1.946	3.540	3.701	0.126	1.612	2.350	1.929	5.180	6.591	0.161	2.356	2.773	2.375	6.820	6.075	0.170	2.550	3.264	1.970
0.280	11.508	0.756	0.179	0.811	1.896	1.920	12.761	0.488	1.214	1.610	1.995	3.560	3.751	0.119	1.671	2.352	1.913	5.200	6.289	0.152	2.547	2.759	1.657	6.840	6.151	0.184	2.433	3.270	1.980
0.300	11.764	0.732	0.187	0.828	2.053	1.940	11.578	0.466	0.853	1.619	1.961	3.580	4.383	0.111	1.784	2.365	1.890	5.220	7.247	0.127	2.763	2.775	1.876	6.860	5.948	0.193	2.560	3.270	1.992
0.320	12.777	0.696	0.203	0.834	1.825	1.960	10.417	0.477	0.866	1.626	1.848	3.600	5.342	0.101	1.992	2.364	1.745	5.240	8.080	0.122	2.845	2.778	1.864	6.880	5.947	0.189	2.522	3.250	1.899
0.340	13.006	0.712	0.213	0.821	2.085	1.980	9.309	0.482	1.038	1.626	2.126	3.620	6.122	0.099	2.069	2.371	1.680	5.260	8.335	0.113	2.498	2.784	2.034	6.900	5.897	0.195	2.452	3.273	1.997
0.360	12.425	0.737	0.205	0.820	1.961	2.000	8.957	0.455	1.226	1.645	1.917	3.640	6.298	0.103	2.027	2.379	2.000	5.280	7.580	0.121	2.417	2.774	1.802	6.920	5.746	0.206	2.388	3.276	1.962
0.380	12.024	0.745	0.194	0.845	1.943	2.020	8.730	0.450	1.492	1.649	2.068	3.660	6.174	0.110	1.966	2.385	1.799	5.300	6.748	0.133	2.393	2.785	2.114	6.940	5.304	0.205	1.932	3.295	1.857
0.400	11.720	0.769	0.181	0.848	1.972	2.040	8.251	0.414	1.278	1.647	2.443	3.680	7.133	0.117	2.200	2.392	1.822	5.320	6.019	0.121	2.448	2.839	1.954	6.960	5.558	0.203	2.105	3.292	2.034
0.420	12.145	0.786	0.174	0.861	1.843	2.060	7.899	0.404	1.366	1.655	1.648	3.700	12.632	0.122	2.833	2.392	2.000	5.340	5.692	0.117	2.421	2.837	1.947	6.980	5.585	0.207	2.135	3.301	1.946
0.440	14.558	0.779	0.183	0.868	2.110	2.080	7.646	0.391	1.530	1.636	1.928	3.720	17.347	0.136	1.117	2.408	2.135	5.360	5.238	0.114	2.409	2.848	2.010	7.000	5.585	0.209	2.122	3.305	1.822
0.460	17.578	0.779	0.242	0.844	1.861	2.100	7.620	0.363	1.629	1.676	2.005	3.740	20.021	0.138	0.947	2.396	2.136	5.380	5.164	0.111	2.389	2.845	1.868	7.020	5.459	0.205	2.084	3.302	2.056
0.480	20.847	0.807	0.333	0.890	2.010	2.120	8.073	0.339	1.692	1.660	1.933	3.760	20.046	0.142	0.909	2.413	2.197	5.400	5.265	0.109	2.414	2.855	2.003	7.040	5.232	0.204	2.148	3.311	1.896
0.500	22.752	0.842	0.407	0.902	1.839	2.140	8.400	0.316	1.707	1.680	2.000	3.780	15.887	0.141	0.761	2.400	2.067	5.420	5.620	0.103	2.526	2.858	1.984	7.060	5.105	0.208	2.225	3.318	2.049
0.520	23.881	0.870	0.435	0.937	2.010	2.160	8.148	0.309	1.587	1.694	2.000	3.800	12.106	0.143	0.667	2.419	2.153	5.440	5.798	0.092	2.582	2.872	1.911	7.080	4.725	0.205	2.199	3.325	1.892
0.540	25.133	0.904	0.469	0.948	1.935	2.180	7.466	0.297	1.529	1.696	2.000	3.820	9.738	0.163	0.663	2.427	2.065	5.460	5.926	0.092	2.565	2.881	1.926	7.100	4.722	0.190	2.183	3.314	1.932
0.560	25.500	0.999	0.479	0.959	1.829	2.200	6.908	0.304	2.000	1.848	2.097	3.840	7.749	0.224	0.922	2.425	2.083	5.480	6.028	0.096	2.550	2.891	1.872	7.120	4.619	0.185	2.189	3.342	1.919
0.580	26.092	1.078	0.496	0.959	2.085	2.220	6.478	0.292	2.265	1.888	1.962	3.860	5.056	0.283	1.305	2.424	2.163	5.500	5.829	0.105	2.491	2.903	2.073	7.140	4.567	0.184	2.202	3.488	1.818
0.600	26.285	1.117	0.508	0.955	1.739	2.240	6.705	0.265	2.269	1.903	1.811	3.880	6.343	0.238	1.692	2.437	2.115	5.520	5.907	0.116	2.452	2.892	1.882	7.160	4.438	0.181	2.238	3.502	2.050
0.620	26.717	1.178	0.533	0.956	2.123	2.260	6.602	0.252	2.231	1.906	2.081	3.900	7.605	0.224	1.865	2.427	2.053	5.540	5.758	0.122	2.449	2.904	2.000	7.180	4.487	0.173	2.257	3.502	1.876
0.640	27.811	1.220	0.570	0.983	1.863	2.280	6.297	0.242	2.254	1.912	1.902	3.920	9.497	0.206	1.803	2.435	2.202	5.560	5.810	0.135	2.404	2.905	1.195	7.200	4.360	0.170	2.261	3.523	1.976
0.660	28.553	1.248	0.517	0.983	2.000	2.300	6.197	0.226	2.333	1.917	2.014	3.940	12.461	0.183	0.809	2.442	2.074	5.580	5.434	0.148	2.368	2.916	1.807	7.220	4.232	0.168	2.346	3.533	1.812
0.680	29.443	1.261	0.535	0.993	2.000	2.320	6.298	0.221	2.391	1.910	2.000	3.960	10.621	0.179	0.516	2.462	2.159	5.600	5.386	0.156	2.307	2.935	2.085	7.240	4.458	0.162	2.407	3.543	1.872
0.700	30.608	1.256	0.531	0.987	1.826	2.340	6.022	0.206	2.269	1.925	1.808	3.980	9.967	0.182	0.516	2.468	2.192	5.620	5.363	0.156	2.277	2.926	1.936	7.260	4.633	0.155	2.415	3.548	1.983
0.720	31.873	1.238	0.470	1.000	2.000	2.360	5.744	0.192	2.169	1.938	1.963	4.000	14.510	0.177	1.355	2.464	2.007	5.640	5.113	0.158	2.223	2.924	1.959	7.280	4.657	0.154	2.419	3.556	1.843
0.740	33.014	1.255	0.445	0.995	1.875	2.380	5.441	0.197	2.169	2.058	1.858	4.020	15.923	0.183	0.643	2.478	2.222	5.660	5.038	0.153	2.194	2.929	1.941	7.300	4.707	0.152	2.416	3.567	2.000
0.760	33.311	1.330	0.483	0.970	2.036	2.400	5.264	0.211	2.325	1.939	1.824	4.040	15.621	0.191	0.658	2.484	2.123	5.680	5.040										

<div><div><div>Geo.Fe.</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div></div>						Committente: Comune di Crevalcore Cantiere: Crevalcore ( BO ) - nuova scuola Data: 21/11/2022						ID Prova: CPTU 3 Livello falda : 3.10 mt Preforo:						Profondità massima raggiunta: 30.00 Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 190/22GF						Prova eseguita da: <b>GEO.FE. SRL - GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'Artigianato ,3 44030 - Ro di Riva del Po (FE) <b>tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it</b> Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto					
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec
8.220	12.875	0.548	4.253	3.833	1.779	9.860	22.697	1.269	4.541	4.259	1.995	11.500	10.978	0.604	3.974	4.687	1.724	13.140	21.604	1.192	5.907	5.054	1.953	14.780	22.501	1.454	6.693	5.115	1.679
8.240	13.122	0.560	3.488	3.842	1.780	9.880	22.999	1.245	4.911	4.248	2.079	11.520	10.574	0.590	3.919	4.699	1.865	13.160	21.802	1.181	5.939	4.997	1.717	14.800	22.907	1.430	6.838	5.097	1.691
8.260	13.319	0.557	3.583	3.867	1.822	9.900	22.952	1.238	5.165	4.263	2.045	11.540	9.793	0.562	3.783	4.720	1.796	13.180	21.290	1.186	5.757	4.978	1.787	14.820	23.622	1.390	7.000	5.073	1.626
8.280	13.465	0.582	3.465	3.872	1.882	9.920	23.053	1.221	5.771	4.278	1.924	11.560	9.866	0.505	4.078	4.706	1.823	13.200	20.669	1.177	5.347	5.018	1.757	14.840	24.027	1.360	7.108	5.066	1.528
8.300	13.711	0.602	3.718	3.868	1.753	9.940	23.664	1.078	5.227	4.290	2.107	11.580	9.542	0.474	4.997	4.713	1.745	13.220	19.598	1.172	5.147	5.026	1.834	14.860	25.042	1.317	7.253	5.061	1.738
8.320	13.610	0.645	4.698	3.887	2.000	9.960	24.704	1.145	5.676	4.288	1.874	11.600	9.824	0.427	5.060	4.721	1.855	13.240	18.305	1.169	4.917	5.023	1.706	14.880	25.497	1.315	7.374	5.084	1.583
8.340	13.908	0.662	4.373	3.883	1.614	9.980	24.928	1.219	5.868	4.284	2.188	11.620	10.437	0.399	5.247	4.721	1.814	13.260	17.337	1.166	4.766	5.018	1.855	14.900	25.707	1.345	7.434	5.133	1.747
8.360	14.381	0.681	4.148	3.873	1.889	10.000	24.726	1.264	5.878	4.293	1.942	11.640	11.756	0.352	5.550	4.737	1.772	13.280	15.967	1.151	4.621	4.983	1.684	14.920	26.010	1.332	7.459	5.140	1.634
8.380	14.754	0.722	4.087	3.898	1.805	10.020	23.646	1.328	6.070	4.257	2.162	11.660	13.406	0.325	5.775	4.741	1.790	13.300	14.726	1.130	4.422	4.975	1.907	14.940	25.598	1.366	7.504	5.206	1.656
8.400	14.697	0.756	4.114	3.892	1.852	10.040	22.262	1.402	5.998	4.260	1.909	11.680	14.625	0.319	5.827	4.753	1.742	13.320	13.655	1.091	4.263	4.940	1.715	14.960	25.265	1.372	7.521	5.293	1.629
8.420	14.537	0.785	3.765	3.888	1.792	10.060	21.573	1.459	7.026	4.268	2.155	11.700	15.639	0.338	6.282	4.759	1.803	13.340	13.321	1.072	4.217	4.893	1.806	14.980	25.265	1.372	7.521	5.344	1.545
8.440	14.748	0.800	3.549	3.879	1.798	10.080	20.527	1.475	7.189	4.279	1.979	11.720	16.855	0.362	5.873	4.745	2.000	13.360	12.480	1.022	4.157	4.858	1.801	15.000	26.117	1.238	7.066	5.374	1.594
8.460	15.393	0.794	3.897	3.896	1.838	10.100	20.375	1.401	6.495	4.293	1.991	11.740	17.820	0.388	6.129	4.761	1.782	13.380	12.232	0.980	4.149	4.841	1.745	15.020	25.966	1.281	7.195	5.385	1.587
8.480	15.341	0.801	4.570	3.881	1.808	10.120	19.903	1.352	6.909	4.292	1.989	11.760	19.017	0.428	5.628	4.789	1.856	13.400	12.914	0.925	4.335	4.853	1.768	15.040	26.347	1.265	7.055	5.388	1.737
8.500	15.944	0.794	4.402	3.895	2.318	10.140	19.308	1.333	6.645	4.296	2.028	11.780	19.631	0.482	5.246	4.788	1.776	13.420	13.865	0.885	4.553	4.855	1.844	15.060	26.748	1.241	6.761	5.364	1.560
8.520	16.289	0.766	3.977	3.903	1.272	10.160	19.265	1.269	6.667	4.302	1.967	11.800	19.666	0.553	4.506	4.785	1.830	13.440	14.208	0.828	4.817	4.902	1.728	15.080	27.003	1.254	6.530	5.296	1.669
8.540	16.029	0.760	3.986	3.920	1.871	10.180	19.745	1.197	7.098	4.297	2.043	11.820	19.724	0.680	4.759	4.798	1.733	13.460	14.422	0.800	5.027	4.902	1.817	15.100	26.370	1.282	6.599	5.247	1.652
8.560	15.692	0.761	3.642	3.927	1.757	10.200	20.793	1.122	7.323	4.295	1.983	11.840	19.858	0.799	5.286	4.807	1.909	13.480	15.420	0.753	5.232	4.895	1.722	15.120	25.917	1.318	6.670	5.530	1.556
8.580	15.837	0.745	3.137	3.946	1.941	10.220	21.233	1.096	6.529	4.280	1.896	11.860	19.787	0.872	5.103	4.769	1.704	13.500	15.667	0.716	5.302	4.835	1.805	15.140	25.315	1.345	6.909	5.348	1.583
8.600	15.500	0.744	3.295	3.941	1.782	10.240	21.244	1.063	5.158	4.281	2.128	11.880	19.364	0.962	4.711	4.769	1.944	13.520	15.795	0.703	5.277	4.841	1.858	15.160	24.209	1.364	7.092	5.365	1.656
8.620	15.670	0.755	3.741	3.948	1.815	10.260	21.195	1.069	4.988	4.270	1.800	11.900	18.737	1.045	4.477	4.804	1.680	13.540	16.155	0.702	5.251	4.873	1.709	15.180	24.531	1.350	6.959	5.362	1.602
8.640	15.987	0.778	4.669	3.977	1.826	10.280	20.898	1.117	5.057	4.272	2.179	11.920	18.685	1.103	4.951	4.816	1.918	13.560	15.835	0.707	5.219	4.888	1.739	15.200	24.287	1.359	6.522	5.382	1.551
8.660	16.784	0.783	4.610	3.973	1.739	10.300	20.795	1.170	5.014	4.358	1.890	11.940	18.101	1.132	4.975	4.824	1.629	13.580	15.435	0.714	5.174	4.895	1.817	15.220	24.119	1.365	6.289	5.412	1.591
8.680	18.135	0.759	4.680	3.987	1.850	10.320	20.564	1.232	5.330	4.344	2.000	11.960	15.516	0.850	4.546	4.856	1.827	13.600	15.266	0.721	5.104	4.970	1.733	15.240	24.032	1.351	6.702	5.412	1.627
8.700	19.512	0.739	4.262	3.982	1.772	10.340	21.099	1.266	5.667	4.362	1.737	11.980	19.681	1.031	5.396	4.850	1.950	13.620	15.222	0.742	5.070	4.992	1.753	15.260	24.279	1.352	6.867	5.416	1.451
8.720	21.044	0.750	3.719	3.972	2.000	10.360	22.441	1.299	6.084	4.360	2.149	12.000	21.526	1.050	5.962	4.846	1.688	13.640	15.534	0.748	5.124	4.985	1.798	15.280	25.386	1.339	7.026	5.431	1.688
8.740	22.500	0.739	2.571	3.964	1.769	10.380	22.705	1.321	6.067	4.360	1.852	12.020	23.487	1.000	5.368	4.857	1.830	13.660	16.121	0.749	5.255	4.973	1.876	15.300	26.099	1.318	7.212	5.422	1.557
8.760	23.426	0.799	2.082	4.001	1.881	10.400	22.665	1.332	5.911	4.375	2.099	12.040	24.394	0.990	5.349	4.863	1.781	13.680	17.181	0.767	5.505	4.961	1.683	15.320	27.035	1.308	7.545	5.549	1.585
8.780	23.873	0.942	2.538	3.990	1.818	10.420	22.100	1.336	5.184	4.384	1.856	12.060	24.415	0.974	4.312	4.868	1.814	13.700	18.062	0.769	5.609	4.936	1.708	15.340	29.532	1.263	7.753	5.421	1.616
8.800	24.047	1.040	2.444	3.981	1.854	10.440	21.637	1.317	4.808	4.403	2.094	12.080	23.726	1.034	4.112	4.879	1.750	13.720	18.235	0.779	5.582	4.922	2.000	15.360	30.492	1.277	7.756	5.428	2.000
8.820	24.751	1.157	2.448	3.948	1.893	10.460	21.609	1.289	4.936	4.415	1.959	12.100	22.759	1.127	4.476	4.875	1.753	13.740	18.682	0.771	5.230	4.937	1.628	15.380	31.018	1.320	7.788	5.438	2.000
8.840	23.734	1.309	2.126	3.965	1.824	10.480	20.838	1.306	5.004	4.412	2.029	12.120	22.600	1.179	4.860	4.895	1.728	13.760	18.856	0.763	5.068	4.957	1.542	15.400	30.810	1.363	7.574	5.434	2.000
8.860	23.022	1.395	2.525	3.979	1.911	10.500	21.307	1.296	4.941	4.419	2.010	12.140	22.415	1.193	5.368	4.893	1.800	13.780	18.528	0.791	5.080	4.973	1.789	15.420	30.117	1.445	7.560	5.462	2.000
8.880	22.612	1.532	3.314	3.980	1.830	10.520	20.892	1.291	5.378	4.421	1.991	12.160	22.815	1.214	5.783	4.885	1.788	13.800	17.901	0.837	5.159	4.987	1.655	15.440	29.651	1.506	7.528	5.467	1.530
8.900	21.950	1.549	3.702	3.947	1.840	10.540	20.734	1.272	5.352	4.439	2.036	12.180	22.785	1.201	5.789	4.865	1.722	13.820	17.602	0.874	5.219	4.965	1.558	15.460	30.300	1.528	7.509	5.479	1.557
8.920	22.970	1.536	4.700	3.958	1.979	10.560	20.494	1.250	5.311	4.458	1.968	12.200	22.564	1.149	5.560	4.872	1.751	13.840	17.356	0.908	5.347	4.974	1.796	15.480	30.207	1.576	7.540	5.505	1.643
8.940	23.698	1.310	5.665	3.971																									

<div><div>Geo.Fe. INDAGINI GEOLOGICHE</div></div>	Committente: Comune di Crevalcore Cantiere: Crevalcore ( BO ) - nuova scuola Data: 21/11/2022						ID Prova: CPTU 3 Livello falda : 3.10 mt Preforo:						Profondità massima raggiunta: 30.00 Punta sismica: Tecnopenta CPLSD RIF. 190/22GF						Prova eseguita da: <b>GEO.FE. SRL - GEOLOGIA FERRARA SRL</b> via dell'Artigianato ,3 44030 - Ro di Riva del Po (FE) <b>tel 3383646278 - info@geofe.it - www.geofe.it</b> Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto										
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Gradi °	cm/sec
16.420	18.610	0.668	6.310	5.619	2.027	18.060	22.565	0.492	8.434	5.962	1.879	19.700	28.892	1.465	7.282	6.321	1.807	21.340	16.829	0.654	7.307	6.593	2.000	22.980	42.889	0.462	0.598	7.025	1.455
16.440	19.201	0.618	6.480	5.633	1.868	18.080	22.033	0.444	9.066	5.950	2.378	19.720	26.912	1.507	7.019	6.304	1.759	21.360	15.615	0.598	6.974	6.571	1.732	23.000	39.925	0.492	0.484	7.021	1.450
16.460	19.614	0.563	6.647	5.678	1.953	18.100	21.854	0.420	10.074	5.965	1.273	19.740	26.635	1.471	6.798	6.324	1.724	21.380	14.680	0.540	6.737	6.558	1.757	23.020	38.586	0.492	0.583	6.992	1.373
16.480	19.418	0.544	6.606	5.670	1.897	18.120	23.040	0.408	11.543	5.967	1.815	19.760	25.291	1.470	6.741	6.321	1.841	21.400	13.849	0.496	6.531	6.553	1.702	23.040	38.406	0.581	0.703	7.005	1.454
16.500	18.414	0.498	6.392	5.668	1.907	18.140	24.326	0.418	11.790	5.959	1.885	19.780	24.100	1.490	6.632	6.335	2.000	21.420	12.893	0.450	6.386	6.562	1.787	23.060	40.371	0.617	0.883	6.900	1.375
16.520	17.133	0.507	6.127	5.662	1.816	18.160	24.025	0.411	11.608	5.958	1.807	19.800	23.060	1.471	6.763	6.333	1.890	21.440	12.239	0.381	6.218	6.550	1.817	23.080	40.949	0.663	0.833	6.933	1.469
16.540	15.502	0.527	6.097	5.655	2.011	18.180	22.992	0.467	11.674	5.966	1.880	19.820	22.656	1.411	6.832	6.327	1.810	21.460	11.639	0.335	6.072	6.559	1.499	23.100	42.705	0.639	0.821	6.938	1.488
16.560	15.206	0.494	6.036	5.642	1.850	18.200	22.690	0.465	12.248	5.955	1.826	19.840	22.449	1.329	7.052	6.318	1.783	21.480	11.419	0.298	6.016	6.570	1.542	23.120	43.773	0.622	0.787	6.892	1.399
16.580	15.233	0.445	6.117	5.650	1.914	18.220	21.934	0.478	12.244	5.965	1.791	19.860	22.597	1.229	7.173	6.316	1.776	21.500	11.553	0.253	5.995	6.580	1.604	23.140	45.024	0.384	1.998	6.850	1.460
16.600	15.063	0.417	7.034	5.657	1.904	18.240	22.890	0.437	12.364	5.966	1.987	19.880	23.398	1.114	7.196	6.230	1.830	21.520	11.384	0.231	5.924	6.613	1.641	23.160	47.860	0.416	1.262	6.836	1.420
16.620	14.795	0.395	6.979	5.664	1.841	18.260	24.226	0.433	12.600	6.045	1.755	19.900	23.035	1.028	7.136	6.342	1.739	21.540	11.495	0.210	5.903	6.619	1.700	23.180	49.717	0.461	1.146	6.841	1.571
16.640	14.796	0.384	7.078	5.658	1.919	18.280	24.424	0.405	12.426	6.023	1.932	19.920	22.879	0.979	7.087	6.334	1.820	21.560	11.705	0.197	5.887	6.618	1.551	23.200	51.143	0.491	0.950	6.888	1.423
16.660	15.480	0.345	7.971	5.676	1.838	18.300	25.509	0.468	12.823	6.042	1.748	19.940	22.321	0.984	7.173	6.382	1.753	21.580	11.941	0.191	5.885	6.485	1.730	23.220	54.174	0.475	1.368	6.904	1.561
16.680	16.241	0.302	8.190	5.670	1.967	18.320	26.691	0.494	13.266	6.021	1.913	19.960	22.371	0.938	7.387	6.398	1.863	21.600	12.232	0.183	5.947	6.418	1.601	23.240	54.822	0.508	1.536	6.923	1.546
16.700	16.925	0.285	8.196	5.673	1.759	18.340	27.722	0.482	12.984	6.023	1.779	19.980	23.002	0.853	7.483	6.371	1.690	21.620	12.570	0.188	6.035	6.426	1.731	23.260	52.036	0.460	1.470	6.907	1.499
16.720	17.311	0.308	8.255	5.662	2.038	18.360	28.222	0.484	12.713	6.018	1.977	20.000	22.774	0.854	7.453	6.369	1.770	21.640	13.186	0.184	6.101	6.447	1.603	23.280	47.294	0.421	1.289	6.928	1.449
16.740	18.351	0.314	8.470	5.688	2.000	18.380	26.175	0.595	12.274	6.014	1.883	20.020	23.304	0.840	7.533	6.371	1.751	21.660	13.776	0.201	6.203	6.501	1.807	23.300	44.607	0.335	1.323	6.961	1.470
16.760	17.270	0.337	8.117	5.736	1.693	18.400	25.593	0.607	11.911	6.022	1.853	20.040	23.507	0.858	7.533	6.384	1.775	21.680	14.341	0.204	6.255	6.608	1.550	23.320	45.103	0.354	1.511	6.971	1.445
16.780	16.318	0.340	8.002	5.744	2.140	18.420	25.114	0.659	11.114	6.027	1.858	20.060	23.507	0.858	7.533	6.335	1.706	21.700	14.651	0.214	6.292	6.608	1.759	23.340	46.801	0.443	1.855	6.958	1.532
16.800	15.314	0.340	8.321	5.724	1.777	18.440	24.207	0.725	11.084	6.031	1.841	20.080	22.338	0.867	7.961	6.343	1.720	21.720	15.726	0.269	6.542	6.602	1.611	23.360	48.525	0.446	2.001	7.041	1.516
16.820	15.343	0.298	8.587	5.736	2.033	18.460	23.149	0.792	10.911	6.024	1.739	20.100	21.890	0.856	7.751	6.365	1.715	21.740	17.702	0.279	7.066	6.605	1.757	23.380	50.100	0.399	2.048	7.048	1.505
16.840	16.233	0.272	8.567	5.733	1.961	18.480	22.467	0.908	10.666	6.032	1.696	20.120	21.111	0.868	7.498	6.346	1.742	21.760	19.425	0.314	7.550	6.611	1.625	23.400	51.575	0.362	2.090	7.060	1.449
16.860	18.432	0.271	8.992	5.733	1.878	18.500	21.628	0.963	10.459	6.047	1.876	20.140	20.630	0.881	7.385	6.334	1.704	21.780	20.542	0.310	7.549	6.607	2.000	23.420	52.797	0.267	2.040	7.109	1.470
16.880	22.626	0.270	9.841	5.726	1.963	18.520	21.687	0.967	10.369	6.059	1.728	20.160	20.702	0.857	7.382	6.352	1.699	21.800	20.374	0.351	7.397	6.623	1.538	23.440	53.415	0.239	2.043	7.122	1.445
16.900	27.595	0.257	9.620	5.735	1.892	18.540	21.854	1.006	10.340	6.064	1.834	20.180	20.753	0.855	7.426	6.357	1.702	21.820	19.799	0.395	7.191	6.608	1.782	23.460	53.934	0.237	2.148	7.145	1.578
16.920	33.021	0.308	5.955	5.722	1.847	18.560	21.816	1.013	10.311	6.081	1.683	20.200	20.880	0.828	7.327	6.359	1.848	21.840	19.098	0.425	6.871	6.612	1.640	23.480	54.258	0.239	2.089	7.125	1.446
16.940	35.815	0.348	3.053	5.732	1.983	18.580	22.186	0.963	10.374	6.092	1.834	20.220	20.627	0.796	7.149	6.354	1.744	21.860	17.665	0.460	6.465	6.624	1.824	23.500	54.806	0.225	2.170	7.113	1.449
16.960	31.847	0.399	1.806	5.741	1.765	18.600	22.530	0.934	10.468	6.087	1.730	20.240	20.605	0.770	6.989	6.359	1.802	21.880	16.431	0.473	6.157	6.639	1.757	23.520	53.700	0.244	1.520	7.116	1.470
16.980	26.614	0.467	2.985	5.724	2.021	18.620	22.925	0.904	10.559	6.064	1.806	20.260	20.680	0.772	6.903	6.389	1.746	21.900	15.626	0.474	5.968	6.651	1.706	23.540	52.193	0.257	1.472	7.088	1.445
17.000	23.250	0.482	3.852	5.735	1.794	18.640	23.267	0.871	10.740	6.076	1.742	20.280	20.278	0.793	6.805	6.384	1.690	21.920	14.440	0.489	5.872	6.660	1.664	23.560	50.662	0.225	1.595	7.083	1.511
17.020	23.250	0.482	3.852	5.745	1.929	18.660	24.738	0.824	10.992	6.130	1.886	20.300	20.174	0.812	6.774	6.385	1.918	21.940	13.682	0.431	5.844	6.664	1.675	23.580	49.709	0.238	1.774	7.064	1.407
17.040	26.607	0.688	5.421	5.741	1.831	18.680	26.087	0.797	11.188	6.136	2.000	20.320	20.122	0.832	6.828	6.410	1.649	21.960	13.603	0.382	6.103	6.669	1.731	23.600	48.679	0.255	1.855	7.061	1.511
17.060	24.973	0.629	5.084	5.773	1.885	18.700	26.552	0.799	11.218	6.151	2.000	20.340	20.322	0.826	6.875	6.344	1.890	21.980	14.205	0.340	6.405	6.661	1.626	23.620	48.202	0.291	1.929	7.062	1.466
17.080	21.364	0.549	4.444	5.793	1.874	18.720	26.768	0.807	11.195	6.144	2.000	20.360	20.722	0.811	6.964	6.364	1.788	22.000	15.491	0.281	6.770	6.681	1.685	23.640	47.496	0.335	2.053	7.080	1.407
17.100	18.959	0.530	4.739	5.757	1.906	18.740	26.445	0.821	10.837	6.124	1.900	20.380	20.896	0.797	7.086	6.378	1.856	22.020	17.937	0.264	7.375	6.666	1.596	23.660	46.915	0.366	2.178	7.084	1.440
17.120	16.524	0.505	5.794	5.756	1.823	18.760	25.429	0.875	10.259	6.156	2.000	20.400	21.674	0.758	7.256	6.364	1.746	22.040	20.207	0.267	7.415	6.682	1.668	23.680	46.060	0.380	2.236	7.108	1







Committente: Comune di Crevalcore  
Cantiere: Crevalcore ( BO ) - nuova scuola  
Data: 21/11/2022

ID Prova: CPTU 3  
Livello falda : 3.10 mt  
Preforo:

Profondità massima raggiunta: 30.00  
Punta sismica: Tecnopenta CPLSD  
RIF. 190/22GF

Prova eseguita da:  
**GEO.FE. SRL - GEOLOGIA FERRARA SRL**  
via dell'Artigianato ,3 44030 - Ro di Riva del Po (FE)  
[tel 3383646278](tel:3383646278) - [info@geofe.it](mailto:info@geofe.it) - [www.geofe.it](http://www.geofe.it)  
Responsabile dati: Dott.Geol.Zanella Fabio  
Responsabile cantiere: Sig. Mangherini Alberto

GRAFICI PROVA CPTU 3

