

Studio Geologico
dott. Stefano Marabini
Via San Martino, 1
48018 FAENZA (RA)
tel. 348 2680965
e-mail: stemarabini@libero.it

MUNICIPIO DI BRISIGHELLA	
12 MAR. 2014	Prot. N. 1538
Rubr. Tit.	

**COMUNE DI
BRISIGHELLA**

**PROGETTO
PER LA REALIZZAZIONE
DI NUOVA STRUTTURA SCOLASTICA
A MARZENO
(COMUNE DI BRISIGHELLA - RA)**

RELAZIONE GEOLOGICA

(D.M. 14/01/08):

- 1 - PREMESSA.
- 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.
- 3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE
- 4 - ANALISI DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA
E SISMICA
- 5 - CONCLUSIONI.

Allegati:

- Fig. 1 Ubicazione indagini geognostiche
- n. 3 grafici e tabelle di penetrometrie statiche (CPT)
 - Allegato A - Rapporto di indagine sismica con tecnica MASW



1 - PREMESSA.

Su incarico del Comune di Brisighella (Det. N.319 del 23 ottobre 2013) è stata eseguita un'analisi geognostica, geologico-tecnica e sismica a supporto del Progetto di una nuova struttura scolastica a Marzeno di Brisighella (RA), da realizzarsi in adiacenza all' "Arca Residenziale Marzeno" (v. FIG. 1 e Progetto Studio Tecnico Alberani geom. Fabio).

Per l'analisi, in considerazione del fatto che il sito corrisponde con un ambito di piana terrazzata di fondovalle con substrato (*Argille Azzurre Plio-Pleistoceniche*) (v. Carta Geologica d'Italia 1:50.000, F. 239 - FAENZA, edizione 2009), si sono ritenuti necessari e sufficienti i risultati delle seguenti indagini geognostiche e geofisiche (v. ubicazione in FIG. 1):

- **n. 3 penetrometrie statiche (CPT)**, appositamente eseguite in data 5/12/2013, e spinte a profondità massima pari a -10m adeguatamente all'interno del substrato argilloso compatto (*bed rock*);
- **n. 1 stendimento per misure geofisiche con metodo Masw**, per la definizione della **V_{s30} e categoria sismica** relativa al sito (a cura di IND.A.G.O. s.n.c. - Rovigo) (v. allegato A).

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il sito per la nuova struttura scolastica a Marzeno è posto centralmente in un vasto terrazzo fluviale in sinistra idrografica del T.Marzeno (terrazzo di Varolo-Scavignano in FIG.1), la cui superficie, a quota media compresa tra 70-75m s.l.m., è elevata di 7/8m rispetto alla piana di fondovalle.

Il terrazzo di Varolo-Scavignano si caratterizza per essere in primo luogo un tipico terrazzo poligenico, in quanto nella porzione inferiore della scarpata che lo delimita affiora con continuità il substrato roccioso (*bed rock*), che in questa zona è omogeneamente rappresentato dai litotipi delle "*Argille azzurre Plio-Pleistoceniche*" (FAA in Carta Geologica d'Italia 1:50.000, F. 239 - FAENZA, edizione 2009).

Inoltre, è da rimarcare che la copertura del terrazzo di Varolo-Scavignano, riferibile al *Subsistema di Ravenna* del Pleistocene sup./Olocene (v. Carta Geologica d'Italia 1:50.000, F. 239 - FAENZA, 2009), è estesamente costituita da un sottile

orizzonte di ghiaie basali ricoperte da alluvioni tendenzialmente limose, presentando nella sua fascia esterna uno spessore complessivo di alcuni metri (in media 3-4m).

Questo specifico assetto morfotografico condiziona notevolmente i caratteri dell'idrogeologia sotterranea, in quanto il netto contrasto di permeabilità tra la copertura alluvionale permeabile del terrazzo e il substrato argilloso (praticamente impermeabile) favorisce una discreta filtrazione idrica suborizzontale alla base dell'orizzonte ghiaioso; quest'ultima è peraltro discontinua arealmente, localizzandosi nelle zone in cui il tetto del substrato argilloso è più depresso in quota (v. cap. 3).

Infine è da rimarcare come elemento di buona stabilità geostatica per il sito in oggetto che i litotipi debolmente stratificati e sovracconsolidati del substrato argilloso (*bed rock*) mostrano nella vicina scarpata un assetto regolarmente monoclinale e a traverpoggio, esente da indizi di dissesto in atto e/o potenziale per un congruo intorno (v. anche Relazione geologica PRG 2000 del Comune di Brisighella - RA).

Nel complesso, come dimostrano anche le buone condizioni strutturali di fabbricati limitrofi, si evince che il sito di piana terrazzata in oggetto corrisponde quindi con una situazione geologico-tecnica e idrogeologica che non prospetta particolari criticità esecutive per l'intervento edificatorio in oggetto.

3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA.

Nella FIG.1 sono riportati i siti delle n.3 penetrometrie statiche (CPT 1, 2, 3) appositamente effettuate in corrispondenza dell'area di sedime della nuova struttura scolastica a Marzeno, nei cui grafici e tabelle penetrometriche sono tabulati i seguenti parametri:

- Rp (kg/cmq): Resistenza punta
- Ri (kg/cmq): Resistenza laterale locale
- Rp / Ri (rapporto di Begemann)
- parametri geomeccanici:

γ = peso dell'unità di volume
 c_u = coesione non drenata
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
 E' = modulo di deformabilità per incremento netto di tensione

In considerazione dei valori medio-alti di resistenza penetrometrica, non si è ritenuto altresì necessario, in accordo con la Committenza, di procedere a ulteriore

caratterizzazione geomecanica dei terreni superficiali con altre indagini geognostiche e analisi di laboratorio.

Inoltre, nei grafici penetrometrici è evidenziata, sulla base dei valori di R_p (Resistenza punta) e R_p/R_f (rapporto di Begemann) e della taratura litologica di superficie, la seguente modellizzazione litostaticografica dei terreni dall'alto verso il basso, al di sotto dell'orizzonte superficiale di suolo/riporto antropico (spessore mediamente intorno a 1m):

- strato subsuperficiale (= strato A), a profondità compresa circa tra -1/1-4m e -4m rispetto alla superficie topografica naturale, costituito in prevalenza da terreni ghiaioso-sabbiosi, asciutti e caratterizzati da valori elevati di R_p (o non penetrabili), e in subordine da terreni limosi compatti ($20 \text{ daN/cm}^2 < R_{pmedia} < 50 \text{ daN/cm}^2$).

- strato profondo (= strato B), a partire da profondità di circa -4 m per uno spessore bibliografico di centinaia di metri (v. Carta Geologica D'Italia 1:50.000, F. 239 - FAENZA, 2009), rappresentato da litotipi asciutti e omogeneamente sovracosolidati del substrato argilloso (*bed rock*) ($R_p \text{ minimo } \geq 40 \text{ daN/cm}^2$).

Indizi di circolazione di acque sotterranee sono stati riscontrati localmente alla base dell'orizzonte ghiaioso a profondità di -3,6m, valore coerente con il contesto morfostaticografico generale (v cap.2).

4 - ANALISI DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA E SISMICA.

L'analisi di pericolosità geologica e sismica a supporto per la progettazione dell'assetto fondale della nuova struttura scolastica a Marzeno è stata ricondotta, tenendo in debito conto della modellizzazione geologica che documenta una sostanziale omogeneità areale del primo sottosuolo, a una interpretazione critica in chiave geologico-tecnica dei dati geognostici, i quali sono stati verificati con misure geofisiche mediante tecnica *MASW*.

Nel dettaglio, l'analisi di pericolosità geologica e sismica è stata indirizzata, previo valutazioni preliminari condivise con i Progettisti in merito alla convenienza di realizzare fondazioni superficiali a platea, ai seguenti aspetti principali:

- Piano di posa delle fondazioni
- Capacità portante e compressibilità dei terreni di fondazione
- Classificazione sismica del sito.

4.1 Piano di posa delle fondazioni.

In base alla forma e all'interpretazione litografica dei grafici penetrometrici si constata, in primo luogo, che il piano di appoggio delle fondazioni superficiali a platea dovrà essere opportunamente riferito ai terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e asciutti dello strato A, raggiungibili a partire da profondità media tra circa -1m (CPT 1, CPT2) e -1,4m (CPT 3). Questi presentano infatti un grado di compattazione/addensamento omogeneo ed elevato, e sono adeguatamente drenati dai sottostanti terreni ghiaiosi (v. cap. 3).

Per un approntamento ottimale di questo assetto fondale, anche in considerazione della lieve pendenza della superficie topografica, è comunque da ritenersi necessaria la messa in opera di un "orizzonte di sottofondazione costituito da terreni granulari di provenienza esterna adeguatamente compattati con rullo".

4.2 Capacità portante e compressibilità dei terreni di fondazione superficiali.

Per quanto concerne la capacità portante dei terreni per la suddetta configurazione fondale si prospetta come adeguatamente cautelativo di fare riferimento a una stima convenzionale di Pressione Ammissibile (P. Amm.) utilizzando un coefficiente di correzione = 12 a partire da valori prudenziali di Rp relativi all'intero strato A (v. teorie sperimentali di Sanglerat e di L'Hermulier riferite alla Teoria classica di Terzaghi).

In pratica, attribuendo ai terreni dello strato A un valore cautelativo di progetto Rp = 21 daN/cm² (v. grafici penetrometrici), si prospetta la seguente capacità portante senz'altro compatibile con i sovraccarichi di progetto:

$$\begin{aligned} P. Amm. (Pressione Ammissibile) &= R_p / 14 \\ &= 21 / 14 \\ &= 1,5 \text{ daN/cm}^2 \end{aligned}$$

Per quanto riguarda invece il coefficiente di Winkler o di sottofondo (K) relativo a questa soluzione fondale, prendendo in considerazione le teorie comunemente utilizzate (Bowles, ...) e in particolare la tabella Cestelli-Guidi, si prospetta il seguente valore:

$$K (\text{coefficiente di Winkler}) = 3,85 \text{ kg/cm}^2$$

Inoltre, per la suddetta configurazione fondale è ragionevolmente trascurabile il rischio di cedimenti per compressibilità, sia considerando la buona diffusione dei sovraccarichi garantita dalle **fondazioni a platea** che tenendo conto della **regola pratica di Sanglerat** per terreni caratterizzati prevalentemente da valori di $R_p > 12 \text{ daN/cm}^2$ determinati con "Delfi mantle cone".

A titolo meramente indicativo si prospetta la seguente stima dei cedimenti derivando il coefficiente di compressibilità volumetrico (mv) dai valori penetrometrici ($mv = 1 / a \cdot R_p$), e considerando un sovraccarico effettivo di $0,5 \text{ daN/cm}^2$ trasmesso da un elemento **nastriforme di platea largo 2m e poggiate a profondità di -1m** (per la diffusione dei carichi in profondità si è utilizzato il grafico di Boussinesq-Westergaard).

VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI	
$mv = 1 / (a \cdot R_p)$ = coeff. compressibilità	in cui: a = coeff. terreno
R_p = Resistenza statica punta (daN/cm ²)	
$\sum \delta h = \sum h \cdot mv \cdot \delta p$ = cedimento totale (cm)	
δh = cedimento parziale (cm)	
h = spessore strato singolo (cm)	
δp = incremento carico (daN/cm ²)	

PENETROMETRIA STATICA CPT 1

strati	δp	mv	δh
-1/-3m	0,50	0,001	0,11
-3/-5m	0,28	0,003	0,18
-5/-7m	0,15	0,004	0,11
-7/-9m	0,10	0,003	0,06
-9/-11m	0,08	0,002	0,04

$$\sum \delta h = 0,50 \text{ cm}$$

PENETROMETRIA STATICA CPT 3

strati	δp	mv	δh
-1/-3m	0,50	0,001	0,08
-3/-5m	0,28	0,003	0,18
-5/-7m	0,15	0,004	0,11
-7/-9m	0,10	0,003	0,06
-9/-11m	0,08	0,002	0,04

$$\sum \delta h = 0,47 \text{ cm}$$

4.3 Classificazione sismica del sito e valutazione del rischio di liquefazione.

A supporto del Progetto per quanto concerne la valutazione di pericolosità sismica del sito, considerando la presenza di substrato (*bed rock*) "non rigido" e scarsamente soggiacente, si sono appositamente acquisite misure geofisiche con tecnica Masw (Multi Channel Analysis Surfaces Waves) (v. Allegato A).

Le misure geofisiche, che forniscono un modello sismografico attendibile per una profondità di oltre 40m e spettri di risposta elastica del sito utilizzabili a livello progettuale (v. Allegato A), sono sintetizzate nei seguenti parametri sismici principali:

- $V_s 30 = 597 \text{ m/s}$

- Cc (Fattore di amplificazione sismica P.G.A.)

(v. "Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L. R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" (DAL 112/2007, Allegato A1).

P.G.A.	1.2
$0.1s < T_o < 0.5s$	1.3
$0.5s < T_o < 1.0s$	1.3

- St (Fattore di amplificazione topografica) = 1 (T = 1)

In pratica, per il sito in oggetto si prospetta con sufficiente cautela e buona attendibilità, considerando per di più un parziale detensionamento del substrato argilloso pliocenico (*bed rock*) "non rigido", la seguente classificazione sismica dei terreni di fondazione ai sensi del DM 14/01/08:

categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa addensati o terreni a grana fine consistenti con spessore superiore ai 30 metri, caratterizzati da valori di $V_s 30$ tra 360-800m/s.

Inoltre, considerando che il primo sottosuolo è costituito da terreni addensati e consistenti, e soprattutto **non saturi**, è da **escludere in assoluto il rischio di liquefazione** dei medesimi in caso di sisma.

5 - CONCLUSIONI.

Sulla base di informazioni stratigrafico/penetrometriche e geofisiche specifiche, si prospetta un modello geologico di buona fattibilità per la realizzazione di fondazioni superficiali a platea nell'ambito del Progetto di una nuova struttura scolastica a Marzeno di Brisighella (RA), da realizzarsi in adiacenza all' "Area Residenziale Marzeno" (v. FIG. 1 e Progetto Studio Tecnico Alberani geom. Fabio).

I risultati penetrometrici e geofisici documentano in generale la buona stabilità e omogeneità litostratigrafica del primo sottosuolo di questo sito di piana terrazzata, costituito superiormente da uno strato alluvionale di limi/ghiaie/sabbie asciutte (spesso intorno a 4m) con valori penetrometrici medio-alti e/o elevati ($20 \text{ daN/cm}^2 < R_{p\text{media}} < 50 \text{ daN/cm}^2$), e inferiormente da una spessa successione di litotipi argillosi sovracosolidati riferibili al substrato (*bed rock*) ($R_{p\text{media}} \geq 40 \text{ daN/cm}^2$).

Le fondazioni a platea dovranno essere necessariamente riferite ai terreni limoso/ghiaiosi/sabbiosi e asciutti dello strato A, raggiungibili a profondità variabile tra - 1/-1,4m rispetto alla superficie topografica. Per un approntamento ottimale di questo assetto fondale, anche in considerazione della lieve pendenza topografica del sito, è comunque da ritenersi necessaria la messa in opera di un sottile "orizzonte di sottofondazione costituito da terreni granulari di provenienza esterna adeguatamente compattati con rullo".

In rapporto a questa soluzione di assetto fondale, si prospettano i seguenti parametri geotecnici e geofisici di riferimento:

- Stratigrafia geomecchanica dei terreni di fondazione (v. tabella penetrometrica):

strato A (-1/-4m: prevalenti ghiaie)
 γ (peso specifico) = $1,85 \text{ t/mc}$
 ϕ (angolo di attrito interno) = 35°
 c_u (coesione non drenata) = $0,35 \text{ daN/cm}^2$
 c' (coesione drenata) = $0,1 \text{ daN/cm}^2$
 Modulo edometrico = $> 100 \text{ kg/cm}^2$

strato B (-4/-30m: argille limose del bed rock)
 γ (peso specifico) = $1,9 \text{ t/mc}$
 ϕ (angolo di attrito interno) = 25°
 c_u (coesione non drenata) = $0,75 \text{ daN/cm}^2$
 c' (coesione drenata) = $0,3 \text{ daN/cm}^2$
 Modulo edometrico = $> 100 \text{ kg/cm}^2$

- Pressione Ammissibile = 1,5 daN/cm²
(correlabile con Pressione SLU minima $\approx 2,25$ daN/cm²)
- K (coefficiente di Winkler) = 3,85 kg/cm²

Per quanto concerne i caratteri di risposta sismica del sito, si prospettano invece i seguenti parametri:

- Categoria sismica del suolo = B ($V_s 30 = 597$ m/s)
- Cc (Fattore di amplificazione sismica P.G.A.) =

P.G.A.	1.2
$0.1s < T_0 < 0.5s$	1.3
$0.5s < T_0 < 1.0s$	1.3

- St (Fattore di amplificazione topografica) = 1 (T = 1)

Si prescrive in ogni caso alla D.L. l'obbligo di verificare ulteriormente la validità areale del modello geologico in fase esecutiva, al fine di individuare tempestivamente possibili anomalie locali (quali infrastrutture sepolte e/o rimaneggiamenti localizzati dei terreni) che potrebbero richiedere aggiustamenti progettuali in corso d'opera (quali, ad esempio, un ispessimento dell' "orizzonte di sottofondazione").

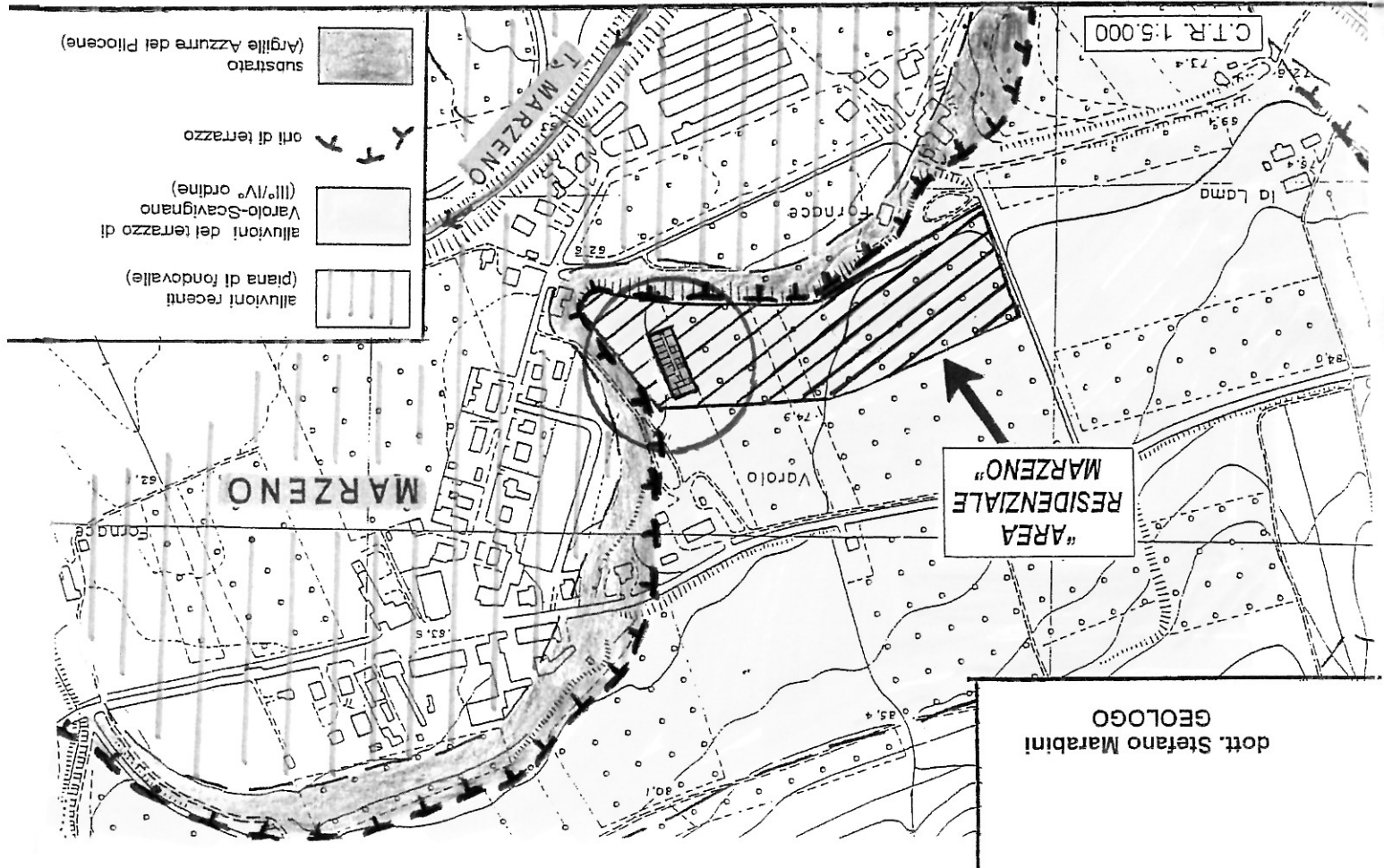
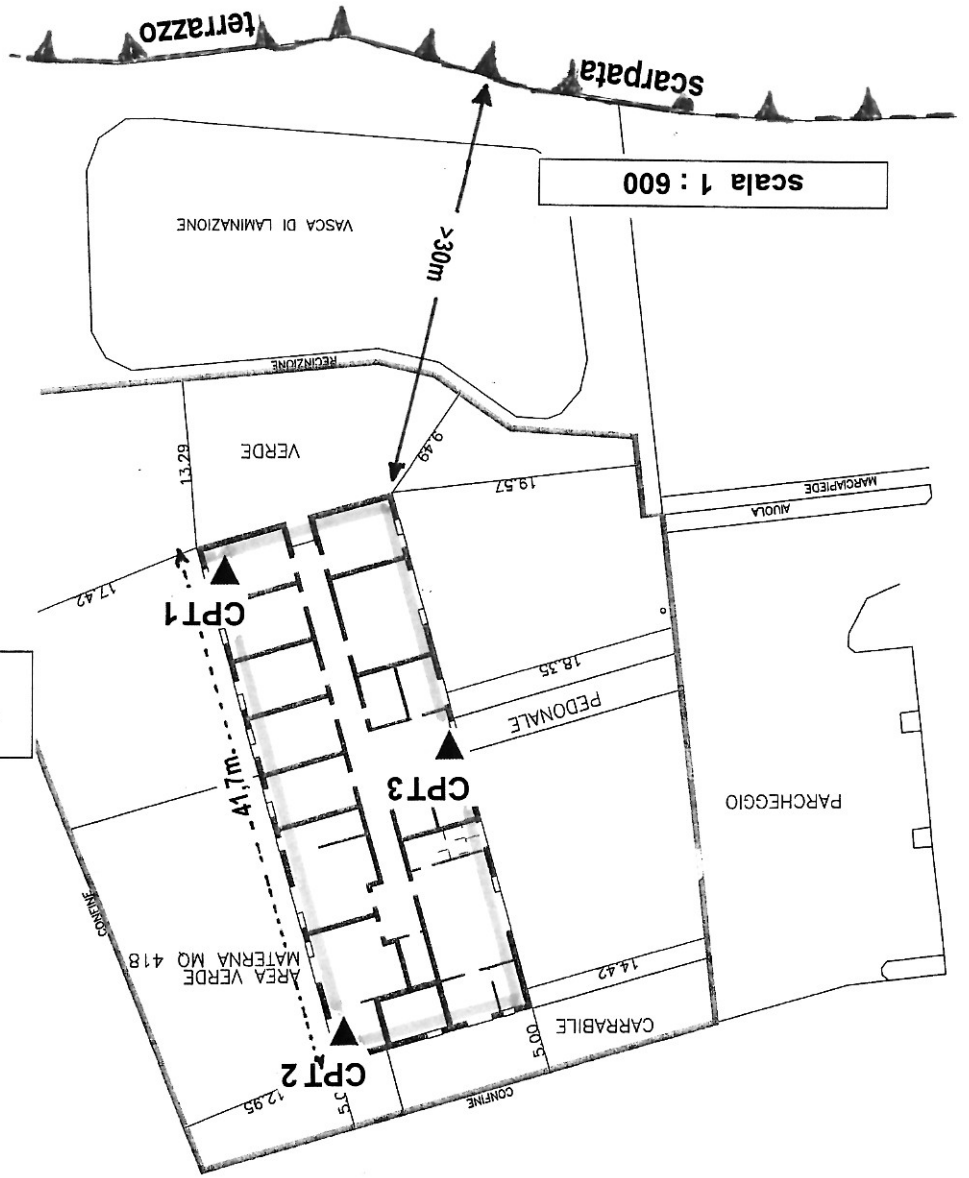
Infine si rimarca l'obbligatorietà di realizzare un efficace sistema di drenaggio superficiale e subsuperficiale delle acque meteoriche per un congruo intorno del sito di intervento.



COMUNE DI BRISIGHELLA
PROGETTO
PER LA REALIZZAZIONE
DI NUOVA STRUTTURA
SCOLASTICA
A MARZENO
(BRISIGHELLA, Ra)
UBICAZIONE
INDAGINI GEOGNOSTICHE

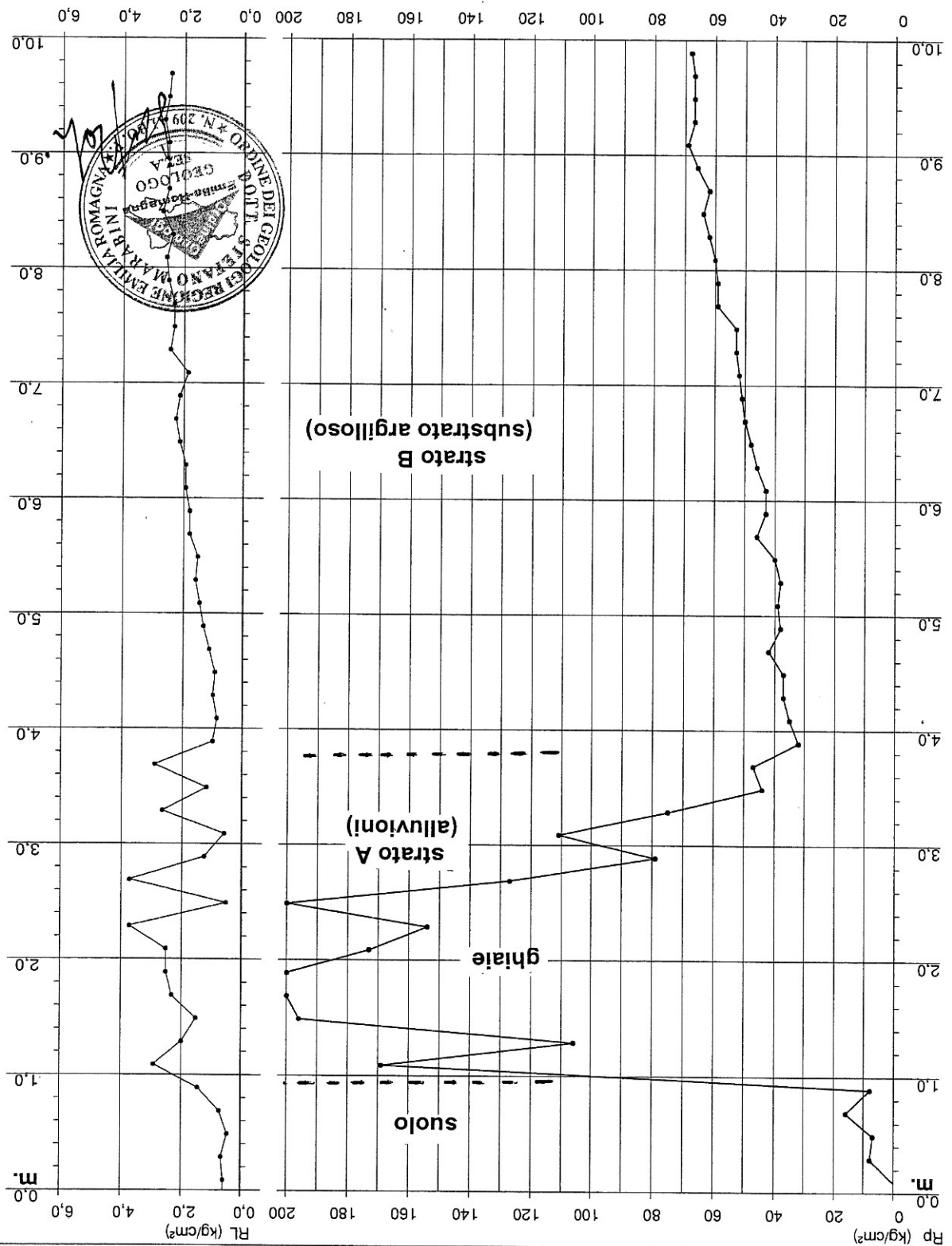
FIG. 1

▲ penetrometrie statiche (CPT)



PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

- committente : dott. geol. Stefano Marabini
- lavoro : Nuovo fabbricato
- località : Via ettore berardi, Marzeno - Brisighella
- note : foro chiuso -3,60 punta bagnata
- scala vert.: 1 : 50
- prot. falda : Falda non rilevata
- quota inizio : Piano Campagna
data : 28/01/2014
2.010496-071



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : dott. geol. Stefano Marabini
- lavoro : Nuovo fabbricato
- località : via ettore berardi, Marzeno - Brisighella
- note : foro chiuso -3,60 punta bagnata

- data : 26/01/2014
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

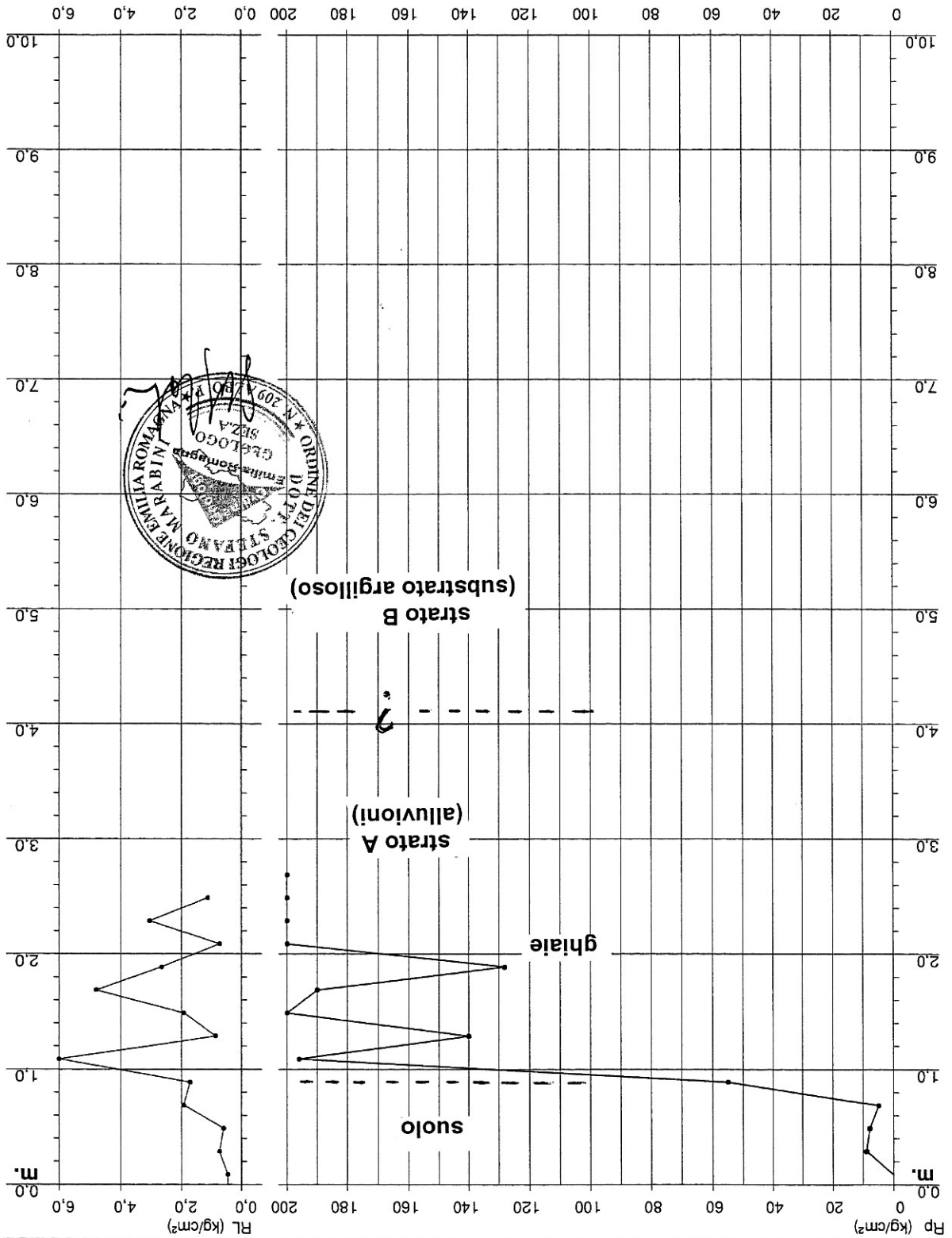
NATURA COESIVA									
NATURA GRANULARE									

10.00	68	3.0000	1.85	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23</
-------	----	--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

- committente : dott. geol. Stefano Marabini
- lavoro : Nuovo fabbricato
- località : via ettore berardi, Marzeno - Brisighella
- data :
- quota inizio :
- prof. falda :
- scala vert. :
- data : 26/01/2014
- Piano Campagna
- Falda non rilevata
1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

2.010496-071

CPT 2

- committente : dott. geol. Stefano Marabini
- lavoro : Nuovo fabbricato
- località : via ettore berardi, Marzeno - Brisighella
- note :
- data : 26/01/2014
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

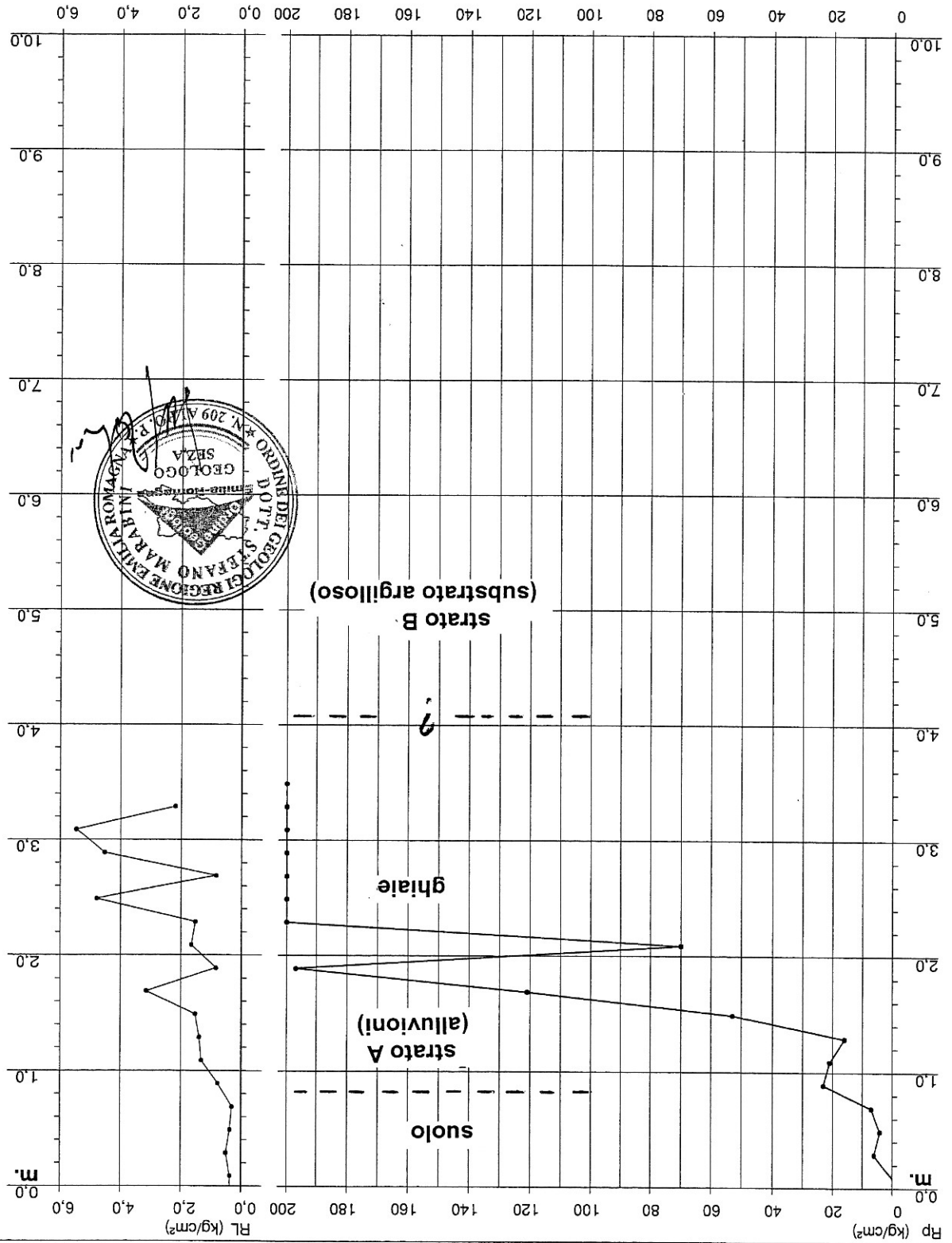
NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof.	Rp	Rp/Ri	Natura	l/m²	p/vo	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	ø1s	ø2s	ø3s	ø4s	ødm	ømv	Amax/g	E50	E25	Mo
0.20	9	12	2/III	1.85	0.04	0.45	60.0	77	115	35	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0.40	8	13	2/III	1.85	0.11	0.40	31.2	68	102	35	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0.60	5	3	1	1.85	0.15	0.25	12.1	10	15	8	93	41	42	43	45	46	45	40	139	165	---
0.80	5	3	1	1.85	0.19	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
1.00	55	32	3	1.85	0.22	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
1.20	196	33	3	1.85	0.26	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
1.40	140	162	3	1.85	0.30	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
1.60	490	253	3	1.85	0.33	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
1.80	190	40	3	1.85	0.37	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
2.00	128	48	3	1.85	0.41	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
2.20	371	506	3	1.85	0.44	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
2.40	298	97	3	1.85	0.48	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
2.60	490	432	3	1.85	0.52	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---
2.80	560	---	3	---	---	---	---	---	---	---	100	42	42	43	45	46	45	40	125	140	---



PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

- committente : dott. geol. Stefano Marabini
- lavoro : Nuovo fabbricato
- località : via ettore berardi, Marzeno - Brisighella
- data : 26/01/2014
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

2.010496-071

- committente : dott. geol. Stefano Marabini
- lavoro : Nuovo fabbricato
- località : via ettore berardi, Marzeno - Brisighella
- note :
- data : 26/01/2014
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA NATURA GRANULARE

3.60	4.65	3.60	1.85	0.67	0.67	0.67	36.1	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	3.75	3.40	1.85	0.63	0.63	0.63	32.3	148	221	69	63	37	39	41	43	44	43	0.138	38	58	69
3.20	2.98	3.20	1.85	0.59	0.59	0.59	21.6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	2.55	3.00	1.85	0.55	0.55	0.55	--	--	--	--	80	39	42	43	45	46	46	0.190	88	159	--
2.80	3.60	2.80	1.85	0.48	0.48	0.48	--	--	--	--	100	42	42	43	43	43	43	--	--	--	--
2.60	5.78	2.60	1.85	0.44	0.44	0.44	--	--	--	--	100	41	41	43	45	46	46	--	--	--	--
2.40	3.21	2.40	1.85	0.41	0.41	0.41	--	--	--	--	100	41	41	43	45	46	46	--	--	--	--
2.20	7.0	2.20	1.85	0.38	0.38	0.38	--	--	--	--	100	41	41	43	45	46	46	--	--	--	--
2.00	1.97	2.00	1.85	0.37	0.37	0.37	--	--	--	--	100	42	42	43	43	43	43	--	--	--	--
1.80	3.9	1.80	1.85	0.33	0.33	0.33	--	--	--	--	100	42	42	43	43	43	43	--	--	--	--
1.60	3.5	1.60	1.85	0.30	0.30	0.30	--	--	--	--	80	39	39	43	43	44	44	0.190	88	159	--
1.40	53	1.40	1.85	0.26	0.26	0.26	21.6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	1.6	1.20	1.85	0.22	0.22	0.22	32.3	140	210	63	55	36	38	40	42	43	43	0.138	38	58	69
1.00	2.3	1.00	1.85	0.19	0.19	0.19	48	99	169	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	7.7	0.80	1.85	0.15	0.15	0.15	18.4	59	89	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	4.10	0.60	1.85	0.11	0.11	0.11	13.1	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	6	0.40	1.85	0.07	0.07	0.07	36.1	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.20	2.72	0.20	1.85	0.04	0.04	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
m	Rp	Rp/Rl	Natura	pvo	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	ø1s	ø2s	ø3s	ø4s	ødm	amy	Amayg	E50	E25	Mo	
kg/cm²	(-)	Litol.	1/m³	kg/cm²	kg/cm²	(-)	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(-)	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	

ALLEGATO A

IND.A.G.O. S.n.c.

Indagini e Opere Ambientali e Geologiche

Via Balzan, 1 - 45100 Rovigo - tel. 0425-25185

www.indago-rovigo.it



Rapporto Tecnico:

Indagine sismica mediante tecnica MASW attiva e passiva nell' "Area Residenziale Marzeno"

(Comune di Brisighella, Ra),

ai sensi delle NTC (DM 14/01/08)

e dell'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi

dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2000 per "indirizzi per gli

studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la

planificazione territoriale e urbanistica"

Dott. Geol. Enrico Farinatti

Rovigo, Febbraio 2011

Committeenza

e direzione : Dott. Geol. Stefano Marzini



Premessa

Sotto la direzione del Dott. Geol. Stefano Marabini è stata eseguita un'indagine sismica mediante il metodo MASV (Multi-channel Analysis of Surface Waves) attivo e passivo, atta alla classificazione, ai sensi del DM 14/01/2008, di un sito ubicato nell'Area Residenziale Marzeno" (Comune di Brisighella, Ra) ove è in progetto la realizzazione di una nuova struttura scolastica.

Il metodo utilizzato sfrutta le onde di superficie (onde di Rayleigh) e il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza). Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh, $V(fase)/f_{req}$, può essere convertito nel profilo Vs/profondità. Il metodo passivo sfrutta il rumore naturale, mentre il metodo attivo sfrutta sorgenti sismiche (massa battente). Tale metodo non è univoco e quindi il modello che ne scaturisce è un modello teorico; per questo motivo è preferibile operare in presenza di dati di taratura, onde ricavare il modello reale.

Modalità esecutive

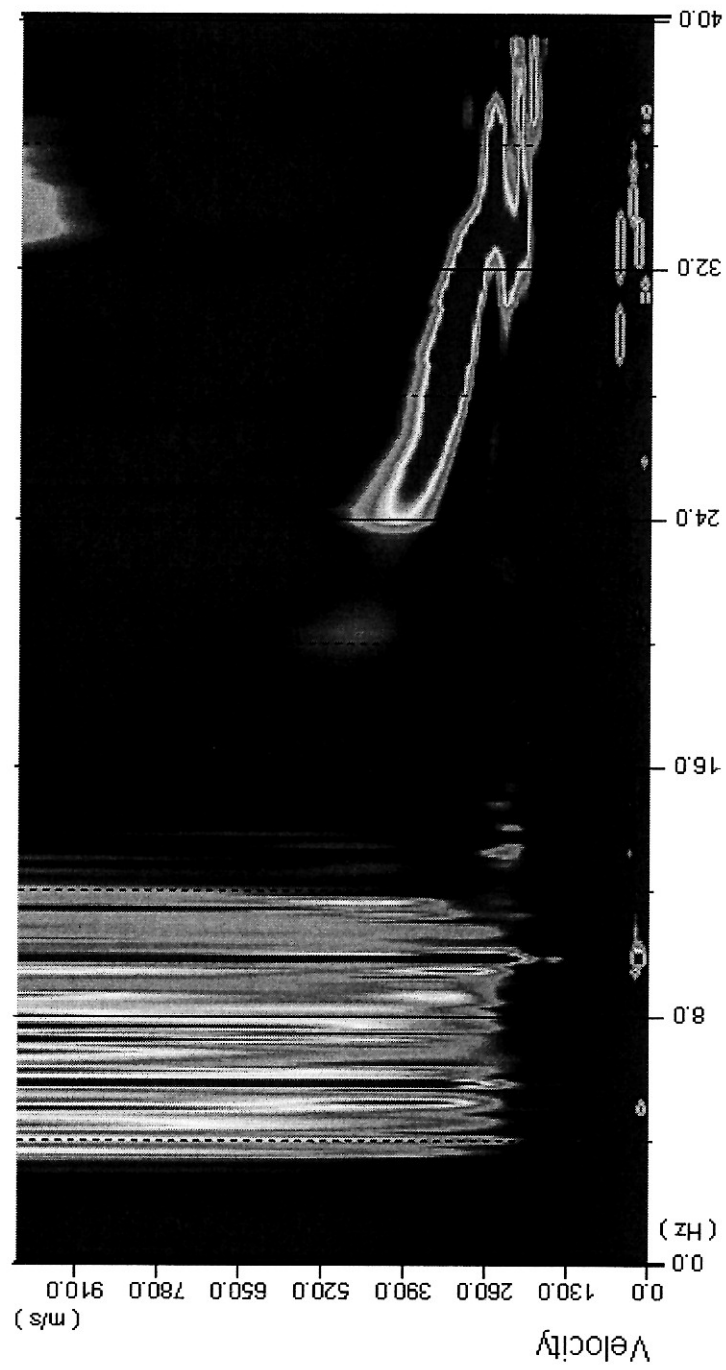
Si è optato per l'analisi delle onde di superficie dal momento che tale tecnica ha dimostrato ampiamente la sua affidabilità e la capacità risolutiva. Il metodo prevede l'utilizzo di strumentazione classica per sismica a rifrazione ad elevata dinamica (24 bits di conversione A/D), con geofoni a bassa frequenza (preferibilmente da 4,5 Hz). Nella fattispecie per le misure è stato utilizzato un sismografo a 24 canali mod. RAS24 a 24 bits con scarico dei dati direttamente su p.c..

Sono state effettuate 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna, per il metodo passivo e 2 registrazioni da 2 secondi ciascuna, per il metodo attivo. I geofoni usati sono di tipo verticale da 4.5 Hz e grazie alla dinamica dello strumento (24 bits, range dinamico 117 dB), consentono la registrazione delle onde di superficie con contenuto in frequenza fino a circa 2 Hz.

I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati e, grazie ai dati di taratura forniti, è stato possibile ricostruire un modello Vs/profondità attendibile.

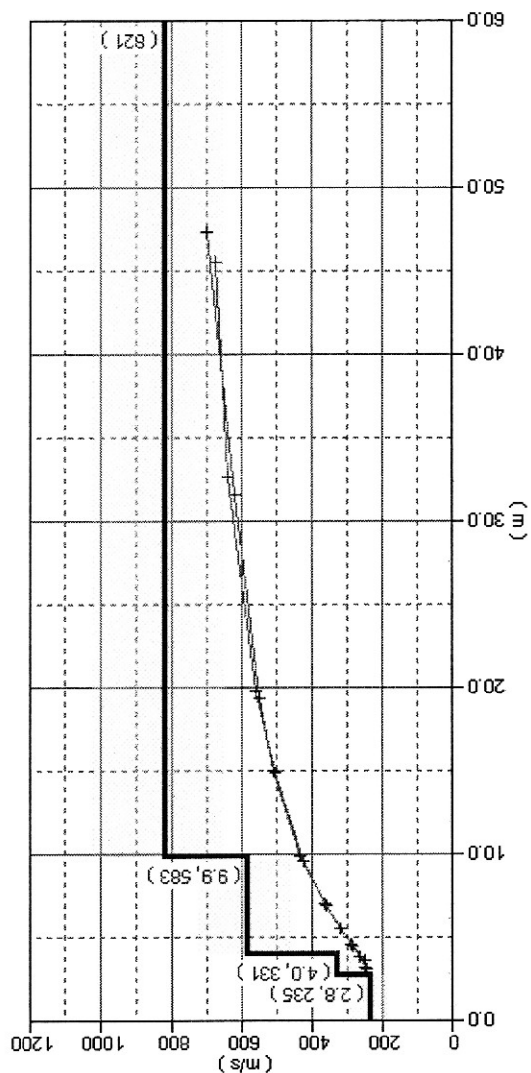
Risultati e conclusioni

L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a oltre 40 m di profondità. Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati. L'errore RMS calcolato è attorno all'1,1%.



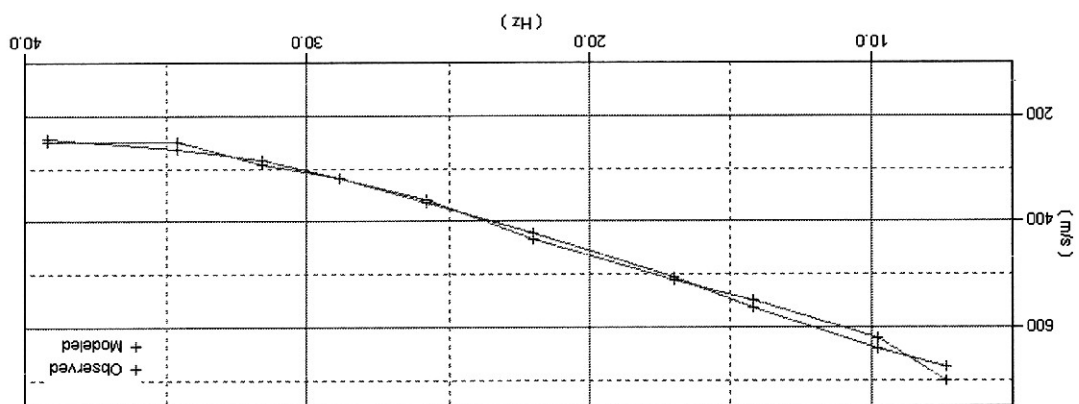
CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA; METODO ATTIVO E PASSIVO.

MODELLO RISULTANTE DALL'INVERSIONE DEI DATI



Models

CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (BLU) E CALCOLATA (ROSSO)



Dispersion Curves

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento,

sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interistanza di 2 m.

La V_{s30} è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s30} = \frac{\sum h_i / v_i}{30}$$

Nel caso specifico è risultato:

$$V_{s30} = 597 \text{ m/s}$$

Si tratta quindi di un **suolo tipo B** ($S = 1.19$ secondo le NTC).

Vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). Tale condizione corrisponde allo **stato limite ultimo di salvaguardia della vita** (secondo NTC). E' inoltre stata inserita la classificazione del sito in base alle vigenti normative regionali.

Rovigo, Febbraio 2011

Dott. Geol. Enrico Farinatti

ALLEGATI

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2008

Data 18/02/2011

Località

Metodo di indagine

Moriconico - Brisighella (RA)
MASW Attivo e Passivo
(misura Vr)

Strumentazione utilizzata

Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits
Rumore naturale+10 kg
24 geofoni - interasse 2 m

Geometria sismica

RISPOSTA SISMICA LOCALE

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del coeff. Cc e del coeff. amplificazione S)

Categorie di suolo di fondazione

Ss	Cc	Ss*S _t	Servono studi speciali	S1	S2
A	1.00	1.00		Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	
B	1.40	1.19		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 Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fine).	
C	1.56	1.39		Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fine).	
D	2.27	1.61		Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e Cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fine).	
E	1.85	1.42		Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs30 > 800 m/s).	
				Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < Cu30 < 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.	
				Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	

I parametri a/g, F₀ e T_c vengono forniti dalla normativa

Categorie Topografiche:

T1	T2	T3	T4
Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media ≤ 15°	Pendii con inclinazione media > 15°	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ 30°	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media > 30°
1	1.2	1.2	1.4
	valore alla sommità del pendio	valore della cresta del rilievo	valore della cresta del rilievo

Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2008)
Possibilità di superamento del 10% in 50 ann

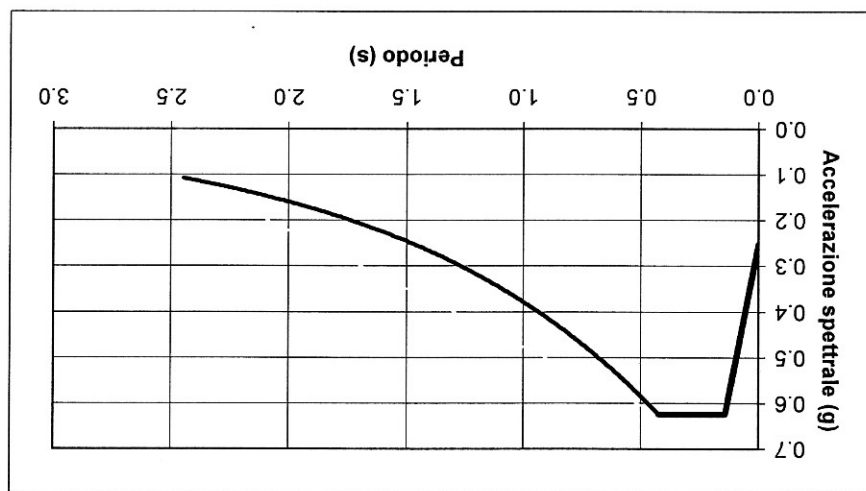
$$T_0 = ag \times S$$

$$T_b = T_c / 3$$

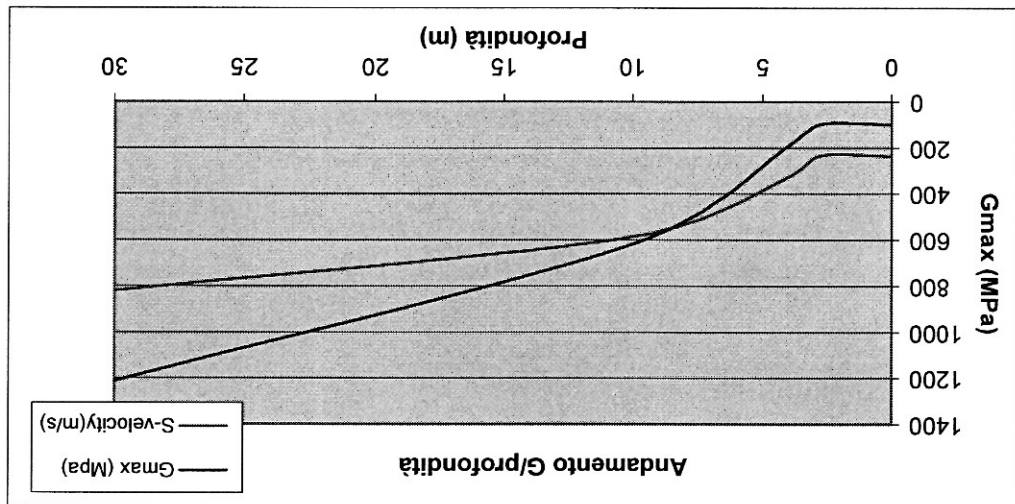
$$T_c = C_c \times T_c$$

$$T_d = 4.0 \times a_g / g + 1.6$$

Ascisse (s)	Ordinate
0.0000	0.2523
0.1414	0.6246
0.4242	0.6246
2.4480	0.1082



VS30 (m/s) = 597



Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	p (t/mc)
0.0	235	99	1.80
2.8	235	99	1.80
4.1	331	197	1.80
9.9	583	612	1.80
30.0	821	1213	1.80

CLASSIFICAZIONE DEL SITO Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/2000 per "indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la classificazione territoriale e urbanistica

Località Moronico - Brisighella (RA)
Metodo di indagine RE.MI.+MASW
(misura Vr)

Strumentazione utilizzata Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits
Metodo di energizzazione Rumore naturale+10 kg
Geometria stendimento: 24 geofoni - interasse 2 m

Valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo a_{refg} 0.21

Tabella per il calcolo dei coefficienti di amplificazione sismica
valida supponendo che il substrato marino sia a profondità di circa 10 m.

Vs30	F.A.
200	2.3
250	2
300	1.8
350	1.6
400	1.5
450	1.4
500	1.3
600	1.2
700	1.1
800	1.0

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE

Possibilità di superamento del 10% in 50 anni

Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/2000 per "indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la classificazione territoriale e urbanistica"

T (s)	Sa _{ref}	Sa _g
0.000	1.000	0.246
0.040	1.389	0.342
0.070	1.759	0.433
0.100	2.283	0.562
0.150	2.637	0.649
0.200	2.707	0.666
0.300	2.466	0.607
0.400	1.840	0.453
0.500	1.445	0.355
0.750	0.955	0.235
1.000	0.645	0.159
1.500	0.355	0.087
2.000	0.231	0.057

