

COMUNE di MARSCIANO

Provincia di Perugia

RELAZIONE GEOLOGICA

(D.M. 14.1.2008)

OGGETTO: variante al piano di lottizzazione F.B.M. Ammeto.

LOCALITÀ: Marsciano – Loc. Ammeto.

PROPRIETÀ: **F.B.M. S.p.A.**

Deruta, lì 19 settembre 2013

IL TECNICO.

(Dott. Geol. Maurizio Battistoni)



The image shows a handwritten signature in black ink over a blue circular professional stamp. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLONI", "DOTT. GEOL.", "BATTISTONI MAURIZIO", "ALBO", "99", and "DELLA REGIONE UMBRIA".

PREMESSA

Per conto della ditta **F.B.M. S.p.A.** si redige la presente relazione sullo studio geologico e le indagini geofisiche e geotecniche effettuate, in conformità col D.M. 14.1.2008 e secondo l'approccio di 2° livello di cui alla D.G.R. 8.3.2010, sui terreni interessati dalla variante ad un piano di lottizzazione per inserimento di nuovi edifici commerciali/direzionali che ricadono in zona sismica (Zona 2) ai sensi della Legge 2.2.1974/n°64 e succ. mod. e int..

Il terreno interessato è sito in Marsciano (PG) ed è distinto in planimetria catastale al Foglio 152



Fig. 1 – Foto aerea da Google maps (anno 2013)

Allegati:

- 1) C.T.R. con ubicazione dell'area in scala 1:5000;
- 2) PLANIMETRIA Catastale con ubicazione delle indagini in scala 1:2000;
- 3) PROFILO GEOTECNICO e geofisico schematico (sez. A.A progetto) in scala 1:200;
- 4) STRATIGRAFIA sondaggio geognostico (Soiltecno) – anno 1996;
- 5) RISULTATI DELLE INDAGINI Geotecniche (prove penetrometriche statiche CPT) – 1996;
- 6) RILIEVO SISMICO DEI MICROTREMORI – HVSR (Soiltecno) – 2013.

STUDIO GEOLOGICO

FINALITA' E METODOLOGIE DI STUDIO

La presente relazione intende illustrare i caratteri geologico geomorfologici dell'area interessata dal piano di lottizzazione ed in particolare dalla parte in variante (lotti 1 e 2) che subiscono una variazione ed una diversa destinazione d'uso rispetto alla precedente situazione.

CONTESTO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Geologia di area vasta

L'area è morfologicamente pianeggiante e si trova alla quota di circa 185 metri s.l.m. nella piana del sistema F. Tevere – F.Nestore ed in destra idrografica del fiume.

Dal punto di vista geologico-stratigrafico la zona ricade nel terrazzo alluvionale antico del F. Tevere (II ordine) che costituisce la parte occidentale della Media valle del fiume tra Marsciano e Fratta Todina.

Geomorfologia di area vasta

L'area in esame, come detto, è morfologicamente pianeggiante e si caratterizza come ex sito estrattivo ritombato negli anni 70+80 del secolo scorso. L'attività estrattiva aveva riguardato lo strato alluvionale superficiale di natura argillosa di 3+4 metri di spessore. Il ritombamento del sito ha prodotto dei lievi avvallamenti di terreno con quote relativamente più basse del piano di campagna originario di circa un metro.

Le quote previste dal piano di lottizzazione riportano le quote all'altezza originaria colmando le depressioni residue nei lotti da edificare.

Non si evidenziano nella zona processi morfologici o erosivi di alcun genere.

Dati sulla franosità dell'area

L'area pianeggiante in questione non è soggetta a dissesti di tipo gravitativo e pertanto è da considerare stabile a tutti gli effetti.

Idrogeologia di area vasta

L'area interessata dalla lottizzazione, che ricade nel terrazzo di II ordine del F.Tevere, rialzato di circa 30 metri rispetto alla piana alluvionale del F. Tevere posta a est di Marsciano. Le alluvioni terrazzate in questione, costituite da alluvioni sia fini limo-argillose che grossolane ghiaioso-sabbiose, contengono una falda freatica di media entità estesa a tutto il terrazzo di Ammeto, compreso tra il Fossatone che scorre a nord-ovest e la piana alluvionale del Tevere a

est La falda, come rinvenuto nel sondaggio stratigrafico effettuato in fase di lottizzazione (S1), è posizionata a circa 6.5 metri di profondità dal p.c. all'interno delle ghiaie grossolane situate tra i 5.5 e gli 8.5 m di profondità circa. Il senso di deflusso della falda è da SO verso E-NE.

Geomorfologia, idrologia ed idrogeologia di area ristretta

Dal punto di vista geomorfologico, come già detto, non si evidenziano fenomeni significativi essendo la zona pianeggiante.

I corsi d'acqua non interessano l'area della lottizzazione ed il fosso più vicino risulta il Fossatone che scorre circa 50÷100 metri più a ovest del limite occidentale della lottizzazione. Tale corso d'acqua, ben incassato in una valle stretta ed allungata, non opera attività erosiva di rilievo o comunque tale da minacciare la zona in esame.

L'idrogeologia specifica del sito, essendo pianeggiante e con stratigrafia abbastanza regolare (livello ghiaioso acquifero posto tra i 5 e gli 8÷9 metri), vede la presenza di una piezometrica alla profondità in genere compresa tra i 6 ed i 7 metri di profondità dal p.c. con lievi oscillazioni stagionali. E' da escludere che la piezometrica stessa possa risalire al di sopra dei -5 m dal p.c. per cui non potrà interferire con le struttura in progetto anche in presenza di un piano interrato (-3 m circa).

Dati sull'alluvionamento dell'area

L'area in oggetto, essendo rialzata di quasi 30 metri rispetto alla piana del F. Tevere a est e di circa 25 rispetto alla piana del F. Nestore a nord, non è soggetta a rischio di alluvionamento.

Anche rispetto al reticolo minore ed in particolare al Fossatone che scorre ad ovest della zona, non vi sono rischi di alluvionamento in quanto l'area della lottizzazione è rialzata in media di 5÷6 metri rispetto al corso d'acqua.

ANALISI CARTOGRAFIE PIANO DI BACINO (P.A.I.)

L'analisi delle cartografie ufficiali del P.A.I. (Piano stralcio di Assetto Idrogeologico) non evidenziano criticità sia dal punto di vista geomorfologico che idraulico.

A conferma di quanto detto si riportano gli stralci del P.A.I. – "Inventario dei movimenti franosi e situazioni a rischio" che delle "Fasce fluviali e zone a rischio" (Fig.2 e Fig.3).

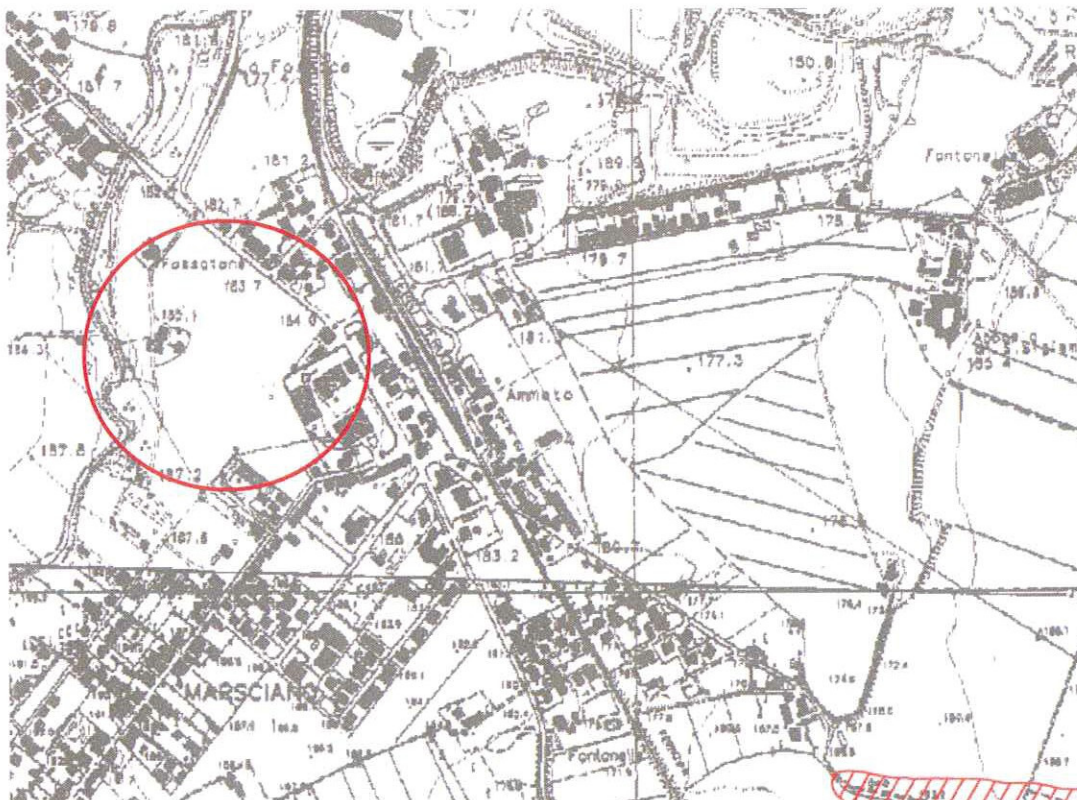


Fig. 2 – Stralcio cartografia P.A.I. – Inventario movimenti franosi e situazioni a rischio F.196 Marsciano

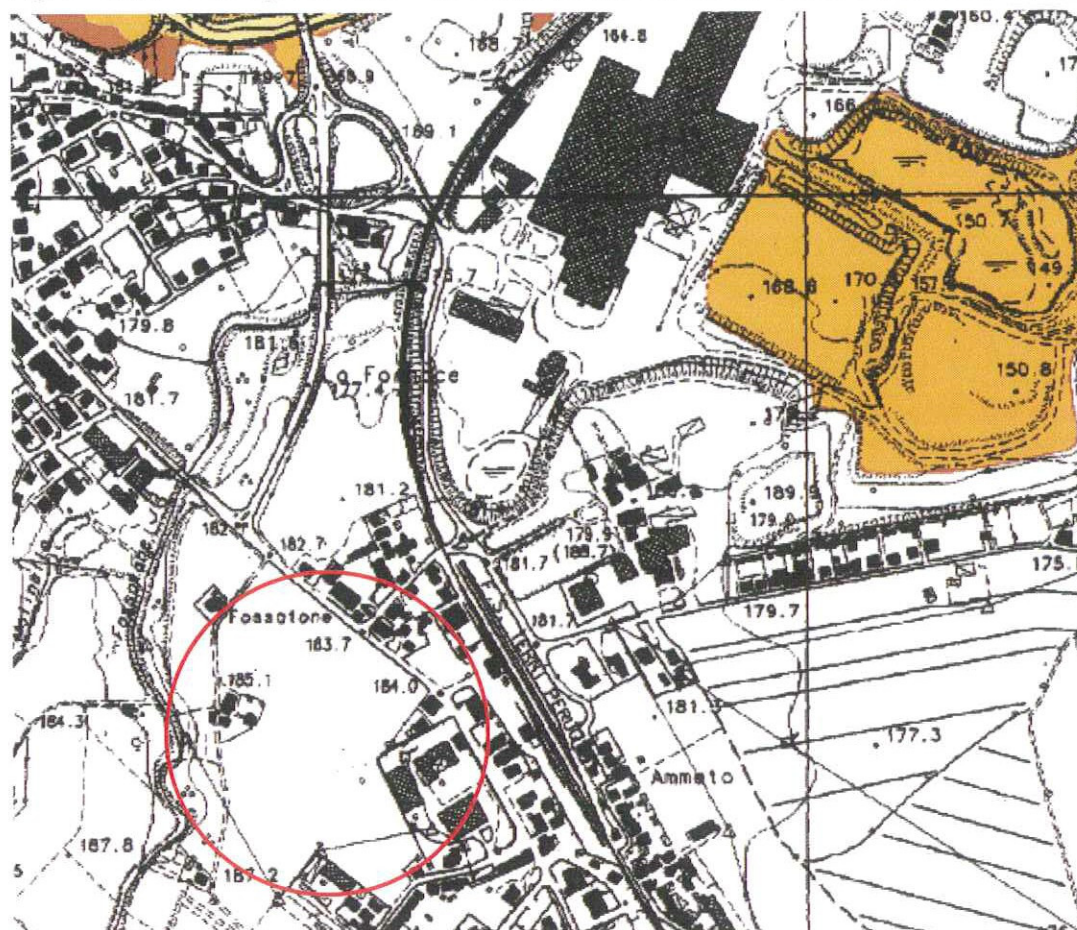


Fig. 3 – Stralcio cartografia P.A.I. – Fasce fluviali e zone a rischio – Tav 12 Marsciano Est

VINCOLI DI P.R.G. DERIVANTI DALLA PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA E IDRAULICA E VINCOLI DI TUTELA PAESAGGISTICO-AMBIENTALE

Non vi sono vincoli derivanti dalla pericolosità geomorfologica, idrogeologica ed idraulica, come già visto al punto precedente, per l'area in questione.

E' presente un vincolo di natura paesaggistico ambientale riportato nel P.R.G. (V. Fig. 4) e legato alla presenza del corso d'acqua denominato "Il Fossatone" da cui si ha una fascia di rispetto di 150 metri (ex legge Galasso). Gli interventi edificatori non hanno comunque implicazioni di carattere ambientale sul corso d'acqua richiamato.

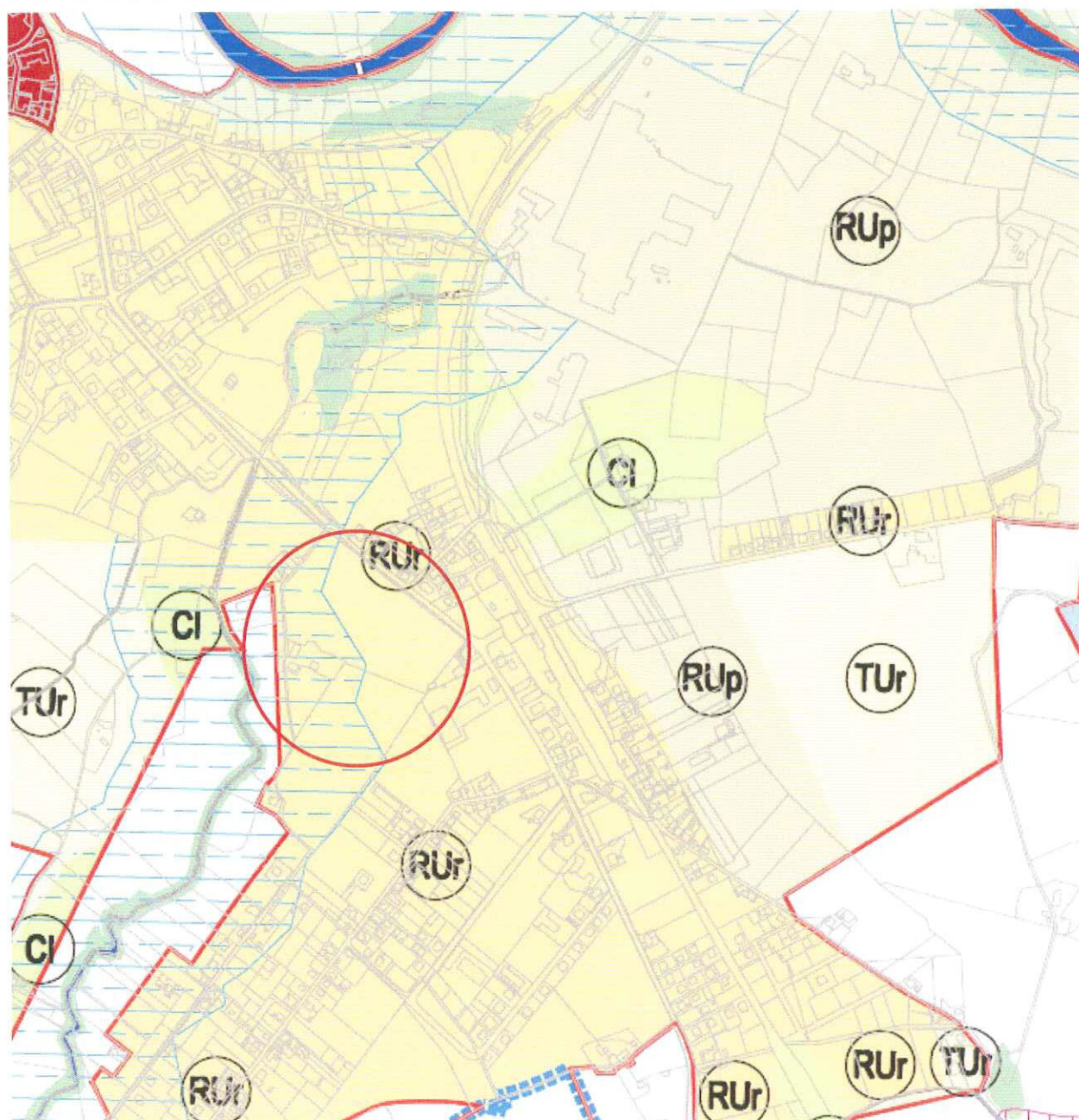


Fig. 4 – Stralcio cartografia P.R.G. – Parte strutturale - Tav A Sintesi _ Marsciano Sud

MODELLAZIONE GEOLOGICA

GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

La morfologia pianeggiante dell'area in studio, situata su un pianoro con pendenza complessiva di circa il 2% verso nord, non pone alcun problema di stabilità per l'area in oggetto e per la variante alla lottizzazione proposta.

La presenza di terreni di riporto per uno spessore di 3+4 metri a colmamento della vecchia cava di argilla non costituisce problema alla realizzazione degli edifici che, se previsti con un piano interrato, possono raggiungere agevolmente lo strato in posto al di sotto dei 4 m circa dal p.c. e altrimenti possono essere dotati di fondazioni profonde su pali o eventualmente di platee in grado di ripartire i carichi superficiali.

Per la realizzazione delle opere accessorie e delle eventuali opere di urbanizzazione in variante (piazze, parcheggi, ecc.) si può considerare che i riporti siano ormai consolidati dato che hanno più di 30 anni. I ricarichi necessari per raggiungere le quote di progetto dovranno essere comunque realizzati per strati successivi e sufficientemente costipati meccanicamente.

La permeabilità dei riporti presenti in superficie, di natura mista limo-sabbiosa ed argillosa, è abbastanza buona e non crea ristagni d'acqua superficiale o situazioni simili.

La permeabilità dello strato alluvionale ghiaioso-ciottoloso presente al di sotto dello strato di riporto è elevata.

La permeabilità delle argille e limi argillosi presenti al di sotto dei 9 m circa è molto bassa (strato impermeabile).

La circolazione idrica sotterranea si svolge quindi nello strato acquifero alluvionale costituito da ghiaie grossolane e sabbie ghiaiose presenti da -5+6 metri a 8+9 metri di profondità dal p.c.. Tale strato è quindi l'acquifero di tipo freatico in esso contenuto è esteso a tutto il terrazzo alluvionale e quindi all'intera area della lottizzazione.

Il livello piezometrico della falda, come già riportato, oscilla tra i 5 ed i 6 metri di profondità in media, a seconda delle condizioni stagionali. Il senso di deflusso della falda, in generale, è verso N-NE anche se sul lato ovest è presente la valle del Fossatone che in certi casi può costituire un asse di drenaggio secondario.

Dal punto di vista idrogeologico comunque non vi sono vincoli ostativi o condizionanti alla realizzazione della lottizzazione (in buona parte già attuata) e degli edifici previsti con la variante.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Indagini e studi precedenti

Le indagini geognostiche effettuate per la variante alla lottizzazione sono principalmente quelle già effettuate per la lottizzazione medesima (campagna del 1996) a cui si sono aggiunte nel tempo altre indagini effettuate per la costruzioni di alcuni edifici nei lotti residenziali già attuati. In particolare inizialmente erano stati effettuati un sondaggio geognostico (ricadente nel lotto 3) e n°3 prove penetrometriche statiche CPT di cui una ricadente nel lotto 2 oggetto di variante (CPT-3). I risultati dei sondaggi e delle prove penetrometriche citate sono riportati in allegato.

Piano delle indagini geognostiche e geofisiche

Il piano delle nuove indagini per l'area in oggetto, che prevede solo il cambio di destinazione e conformazione di un lotto, si è limitato ad un rilievo geofisico effettuato nel lotto n°2 e costituito dalla misura del microtremore o "rumore sismico ambientale" con la tecnica HVSR (Nakamura). Non si è ritenuto necessario al momento effettuare altre indagini geognostiche.

Tale rilievo, i cui risultati e interpretazione sono riportati in allegato, rientra tra le tecniche di sismica passiva e permette essenzialmente di ricostruire il profilo di velocità sismica nel sottosuolo (V_s) da cui discendono le valutazioni sulla pericolosità sismica di base ed eventuali effetti di risonanza e/o amplificazione sismica dovuti alla stratigrafia del sottosuolo.

Descrizione delle indagini effettuate

Il rilievo dei microtremori, come noto, rientra tra le tecniche di sismica passiva e sfrutta il rumore sismico ambientale (noise) e più in particolare il rapporto spettrale tra la componente orizzontale e verticale (H/V) del segnale registrato. Questo rapporto consente di individuare, previo opportuna taratura ed interpretazione, le velocità delle onde di taglio (V_s) degli strati superficiali del profilo sismo-stratigrafico e di quelli più profondi con sufficiente contrasto di rigidità. La misura è anche utilizzata per valutare la frequenza di risonanza del sito ma non sono stati registrati picchi significativi (rapporti $H/V < 2$).

La misura HVSR, effettuata con registratore "SARA" – mod. SR04, è riportata in allegato ed evidenzia una curva sintetica (filtrata mediante software "Easy-HVSR") con presenza di un modesto picco del rapporto H/V a 0.45 Hz ($H/V=2$) che è probabilmente legato al passaggio tra i depositi alluvionali superiori (riporti e ghiaie grossolane) ed i depositi più antichi presenti al di sotto dei 9 m circa dal p.c. (argille sovraconsolidate). Il substrato della Formazione Marnoso-arenaceo, secondo il rilievo citato, dovrebbe essere posto a circa 200 metri di profondità dove si ha un salto di velocità della V_s da 750 a 1200 m/s.

SINTESI DELLE INDAGINI E DELLE ANALISI EFFETTUATE

Considerazioni sulla stabilità dell'area

Trattandosi di area pianeggiante si escludono, come già detto, tutti i fenomeni di instabilità legati alla gravità.

Modello geologico di sintesi e definizione della pericolosità sismica locale

La condizione geomorfologica del sito, sub-pianeggiante o in lievissimo declivio e lontano da corsi d'acqua significativi, non comporta quindi di per sé incremento della pericolosità sismica di base. La condizione topografica del sito, in base alla nuova normativa in materia sismica, rientra nella categoria "T1" ovvero "superfici pianeggianti o pendii con inclinazione media dei versanti $i \leq 15^\circ$ ".

Categoria topografica	Ubicazione dell'intervento	Coeff. di amplificazione top. S_T
T ₁	Terreno pianeggiante ($i < 15^\circ$)	1,0

Il modello geologico di sintesi dell'area indagata, tenendo conto delle indagini effettuate nel 1996 (v. allegati) e delle successive indagini nei vari lotti attuati, può essere ricostruito come segue al di sotto del lotto n°2 di maggiore interesse:

- 1) Strato di riporto superficiale (da 0.0 a 3.5 m)
- 2) Strato di alluvioni limoso-sabbiose e argillose (da 3.5 a 6.0 m)
- 3) Strato di alluvioni ghiaioso-ciottolose con sabbie (da 6.0 a 9.0 m)
- 4) Strato di argille limose sovraconsolidate di base (da 9.0 a >50 m)

In base ai risultati delle indagini condotte e tenendo conto anche dei dati stratigrafici provenienti da aree limitrofe (cava di argilla a fossa – prop. FBM) si può affermare con sicurezza che lo strato argilloso limoso di base (argille sovraconsolidate) supera i 50 m di spessore e con ogni probabilità, tenuto conto di perforazioni profonde a scopo minerario (Gemina) effettuate negli anni '60 nella valle del Tevere, lo spessore dei depositi fluvio-lacustri raggiunge i 200 metri circa.

Il modello geofisico ottenuto in base all'interpretazione dei risultati della misura HVSR, utilizzando lo stesso software d'inversione "Easy-HVSR", è congruente con il modello geologico-stratigrafico sopra indicato e consente anche la valutazione della velocità sismica equivalente nei primi trenta metri (V_{s30}), d'interesse per la successiva fase esecutiva. Tale modello, con i relativi strati e parametri sismici (sintetizzato da riporti e alluvioni recenti di circa 9 m di spessore seguite da argille sovraconsolidate), è riportato nella tabella seguente.

TABELLA A – Modello geologico-sismico del sito e parametri sismici relativi ai primi 30 m.

Strato	Profondità (m)	μ	V_p (m/s)	V_s (m/s)
1	0.0 – 2.0	0.40	-	117
2	2.0 - 9.0	0.35	-	255
3	9.0 - 32.8	0.40	-	441
4	32.8 - 200	0.35	-	750

Dove: μ = modulo di Poisson - V_p = velocità onde sismiche P - V_s = velocità onde sismiche S

La misura della velocità sismica equivalente V_{s30} per il sottosuolo dell'area in oggetto, in base ai dati della tabella precedente, risulta pari a:

$$V_{s30} = 30/[\sum(h_i/V_{s_i})] = \mathbf{325.21 \text{ m/s}}$$

Tale velocità fa attribuire il sottosuolo della area in esame alla categoria "C" di cui alla normativa sismica vigente ossia tra i terreni di media consistenza con spessori di parecchie decine di metri e grado di consistenza che aumenta con la profondità (Eurocodice 8):

Categoria	Descrizione
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o 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 $180 < V_{s30} < 360$ m/s (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni granulari e $75 < c_{u30} < 250$ kPa).

Modello geologico di dettaglio e per il progetto definitivo delle opere di urbanizzazione

Il modello geologico di dettaglio per la variante al Piano attuativo e per le opere di urbanizzazione previste può essere desunto dal modello geologico di sintesi tenendo conto delle indagini geotecniche effettuate ed in particolare della prove CPT-3 che ricade nella zona in questione. Da esse, come noto, si ricavano i principali parametri geotecnici caratteristici degli strati attraversati ed in particolare del volume significativo delle opere previste dal piano di lottizzazione. Il modello geologico-geotecnico di dettaglio per l'area del lotto n°2 può quindi essere riassunto come segue:

- TABELLA B – Parametri geotecnici – valori caratteristici e di progetto -

Strato	Profondità m	γ kN/m ³	ϕ' (°)	ϕ_u (°)	c' kN/m ²	c_u kN/m ²	G_d MPa	E' MPa	E_u MPa	K_w kg/cm ³
1 (rip.)	0.0 – 2.0									
Nominali		17÷18	28÷30	0	0÷2	50÷70		5-10		1
Caratteristici		17.0	28	0	0	50		5		-
Progettuali										
2 (rip-lim)	2.0 – 3.5									
Nominali		18.0	23÷25	-	0÷5	-		25÷50	-	2-3
Caratteristici		18.0	23	-	0	-		25	-	5
Progettuali										
3 (arg-lim)	3.5 - 6.0									
Nominali		19.0	20÷22	0	10-20	100÷120				4-5
Caratteristici		19.0	20	0	10	100				4
Progettuali										

4 (ghiaie)	6.0 – 9.0								
Nominali	18.5	36+40	-	0+2	-		25+50	-	5-6
Caratteristici	18.5	36	-	0	-		25	-	5
Progettuali									

Dove:

γ = peso di volume

φ = angolo di attrito interno effettivo

φ_u = angolo di attrito interno non drenato

c' = coesione effettiva

c_u = coesione non drenata

G_d = modulo di taglio dinamico

E' = modulo di deformazione normale drenato

E_u = modulo di deformazione non drenato

K_w = costante di sottofondo (Winkler)

Per quanto riguarda il piano attuativo e le opere di urbanizzazione da realizzare in variante si nota che esse riguardano essenzialmente lo strato superiore (1) di riporto e al massimo lo strato limoso sciolto (2) con le caratteristiche sopra indicate (v. Tab. B).

La presenza di terreni teneri o sciolti non costituisce comunque limitazione alla realizzazione delle opere previste dal progetto che risultano sicuramente fattibili dal punto di vista geologico e geotecnico. La variante non presenta quindi ostacoli o limitazioni dovute alla natura geologica o alle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo.

I parametri sismici e di pericolosità sismica di base ricavati nel presente studio sono riportati nella tabella seguente (Fig. 5) ottenuta da "Geostru PS".

Le indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (modello geotecnico) sono rimandate alla fase esecutiva in relazione alla tipologia delle strutture ed alle scelte del progettista strutturale degli interventi.

Deruta, lì 19 settembre 2013

IL TECNICO.

(Dott. Geol. Maurizio Battistoni)

Via	Ammeto	n°	
Comune	Marsciano	Cap	
Provincia	Perugia	<input type="button" value="Cerca"/>	

Coordinate WGS84	
Latitudine	<input type="text"/>
Longitudine	<input type="text"/>
Isole	-- Seleziona -- <input type="button" value="Cerca"/>

(1) ^a Coordinate WGS84	
Lat. 42,902627	Long. 12,347002
(1) ^a Coordinate ED50	
Lat. 42,903596	Long. 12,347946

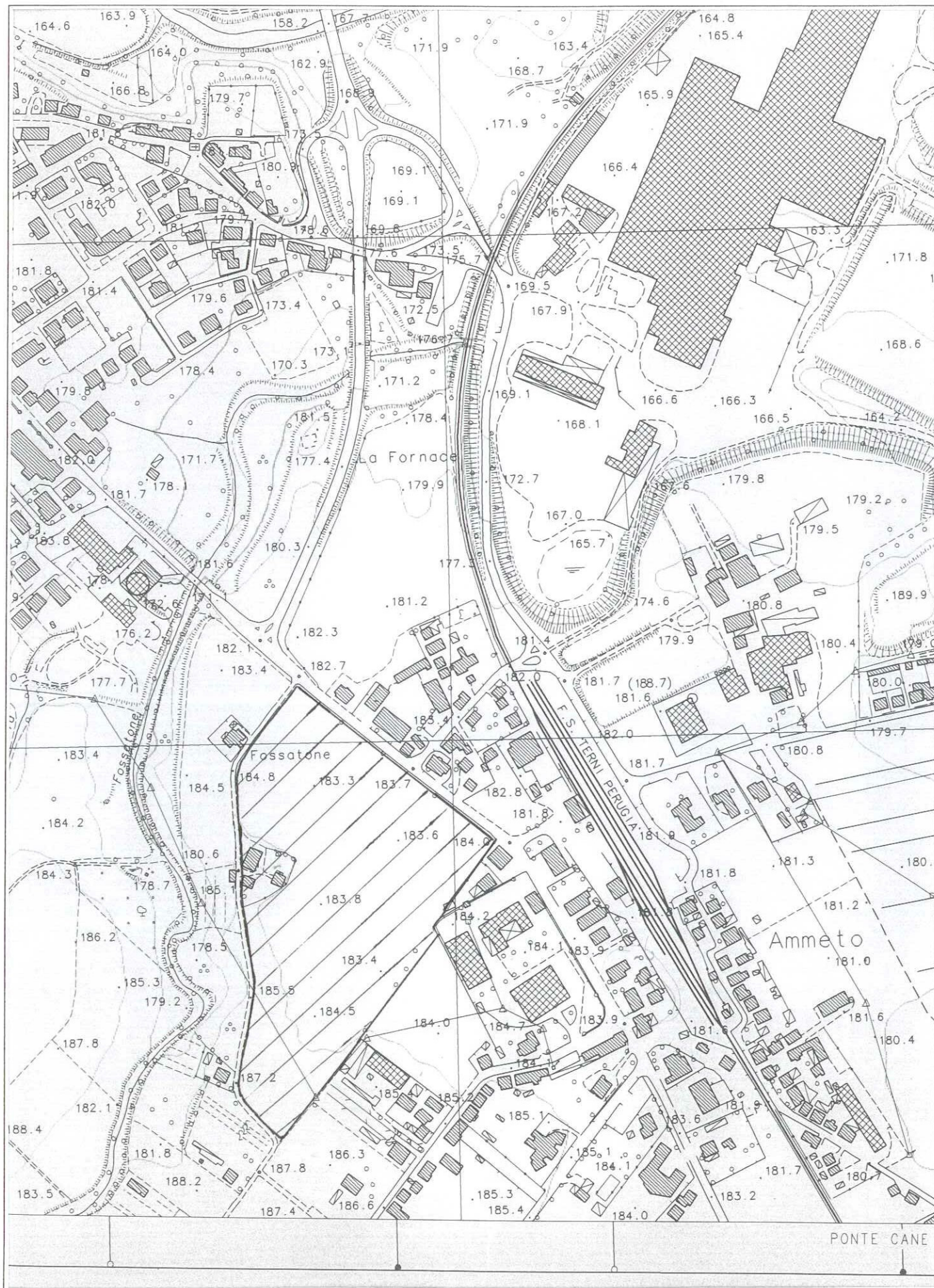
Classe dell'edificio	
II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e soc.	Cu = 1
Vita nominale	50
Opere protettive <= 10, Opere ordinarie >= 50, Grandi opere >= 100,	
Interpolazione	Media ponderata
<input type="button" value="Calcola"/>	

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T ₀ [s]
Operatività (SLO)	30	0,056	2,524	0,266
Danno (SLD)	50	0,068	2,524	0,277
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,159	2,461	0,305
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,199	2,472	0,315
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici				
<input type="radio"/> Muri di sostegno	<input type="radio"/> Paratie			
<input checked="" type="radio"/> Stabilità dei pendii e fondazioni				
<input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.				
H (m)	1			
us (m)	0,1			
Categoria sottosuolo	C			
Categoria topografica	TI			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *				
Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,41
Cc *				
Coeff. funz categoria	1,63	1,60	1,55	1,54
St *				
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Fig.5 – Coordinate del sito e parametri sismici (da Geostru PS).

ALLEGATO n°1 - COROGRAFIA Carta Tecnica Regionale - scala 1:5000






AREA IN OGGETTO

ALLEGATO N°2 : PLANIMETRIA CATASTALE - scala 1:2000

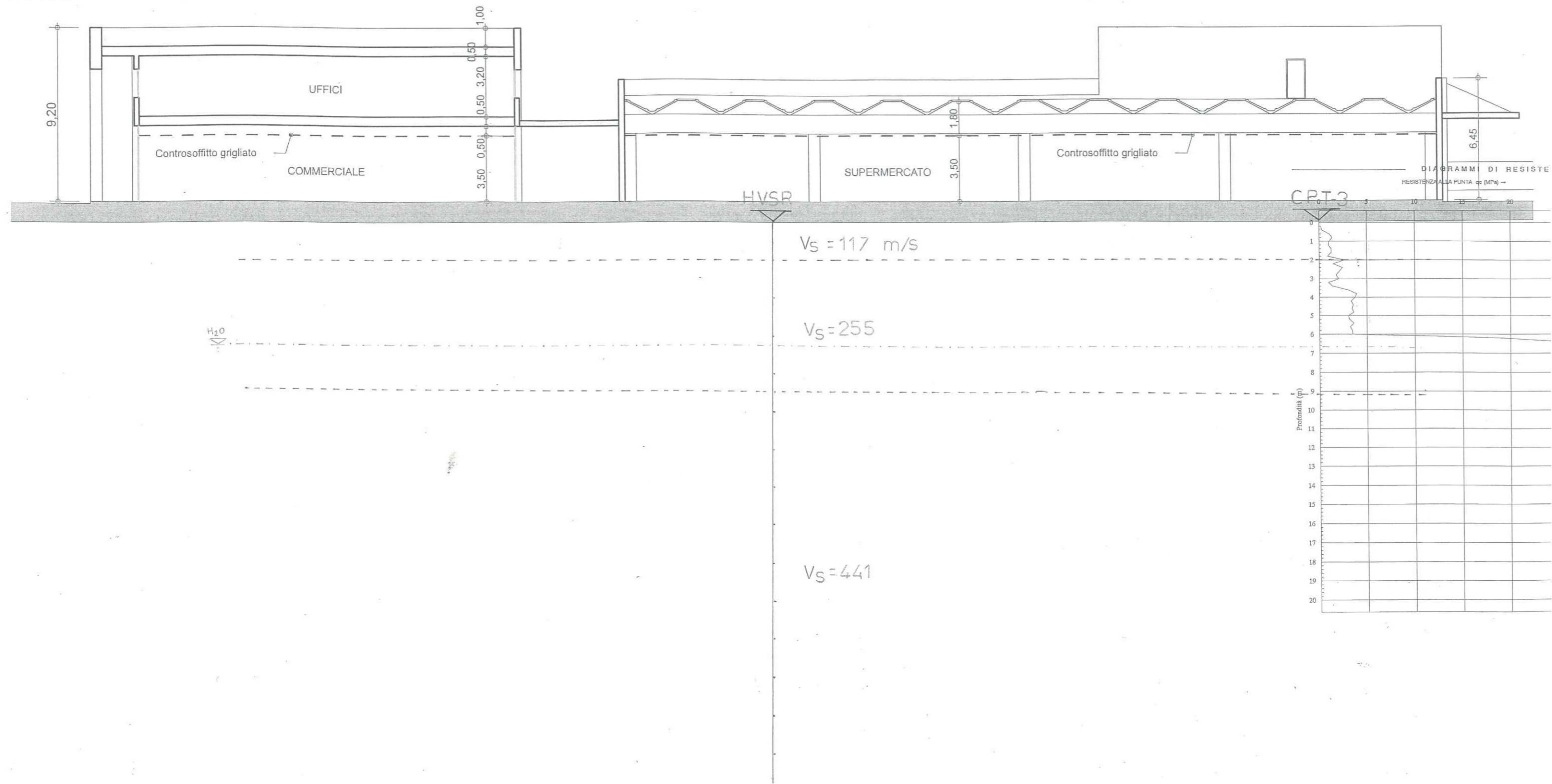


LEGENDA

-  Prova penetrometrica
-  Misura microtremore ambientale H/V
-  Sondaggio a carotaggio continuo

ALLEGATO N°3 : PROFILO GEOTECNICO - scala 1:200

≡ A-A



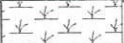
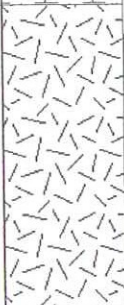
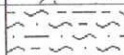

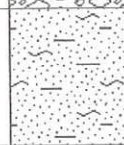

SONDAGGIO GEOGNOSTICO N°1

Metodo di perforazione : trivella ad elica continua
 Diametro di perforazione: 68 mm
 Fluido di perforazione : -
 Utensile di perforazione : coclea tagliente

Committente : F.B.M. S.p.A.
Località : AMMETO di MARSCIANO (PG)
Responsabile : Dott.GeoI. M.BATTISTONI
Data : 31/10/1996

Scala 1:100

Quota inizio: 183 m s.l.m.

Quota inizio: 183 m s.l.m.															
Profondità m	Spessore m	Colonna stratigrafica	Livello falda	Descrizione stratigrafica	Recupero				Campioni			S.P.T.		Pocket Pen. kg/cm²	Torvane (Cu) kN/m²
					(%)				Tipo	Numero	Profondità	Profondità	Nspt		
					0	25	50	75	100						
0,6				Terreno agrario											
				Terreno di riporto prevalentemente fine con materiale grossolano frammisto											
4,6			-5	Limo argilloso marrone con poca sabbia											
5,6				Ghiaia medio-grossa in falda da -6,7 m											
8,2				Sabbia limoso-argillosa grigio-azzurra											
10,0			-10												
			-15												
			-20												



Committente: **F.B.M. S.p.A.**
Località: Ammetto di MARSCIANO (PG).
Progetto: Lottizzazione terreni.

INDAGINI GEOTECNICHE IN POSTO:

- n°3 Prove penetrometriche statiche CPT (*profondità m. 6,0 + 6,0 + 7,0 dal p.c.*)

Le prove sono state eseguite secondo le procedure di riferimento standard internazionali (I.S.S.M.F.E., 1988) e le Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I., 1977).

* I risultati comprendono, per ogni prova statica:

fg. "A") i diagrammi dell'andamento della *resistenza di punta* (q_c), della *resistenza laterale* sul manicotto di frizione (f_s) in MPa e del *rapporto di frizione* (R_f) in % contro la profondità in m.

fg. "B") la tabella dei valori di resistenza misurati con manometro ad alta precisione e i corrispondenti parametri geotecnici del terreno ricavati, in base alle assunzioni fatte sullo stato delle tensioni nel sottosuolo, con le più diffuse relazioni sperimentali ed in particolare per terreni incoerenti:

- Densità relativa	$D_r = -98 + 66 \log_{10}(q_c / \sigma'_v)^{0.5}$	(Lancellotta, 1983);
- Modulo di Taglio	$G_0 = 44 q_c (\sigma'_{oct})^{-0.12} \exp(-1.92 D_r)$	(Baldi et Al., 1986);
- Modulo di deformazione drenato	$E' = 3 q_c OCR^{1/2}$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Indice di rigidezza	$I_r = 300 / R_f$	(Baldi et Al., 1981);
- Angolo d'attrito interno effettivo (limi)	$\phi'^1 =$	
- Angolo d'attrito interno effettivo (sabbie)	$\phi'^2 = \arctg[(1/3.04) \log_{10}(q_c / \sigma'_v)]$	(Caquot)
e per terreni coerenti:		
- Coesione non drenata	$c_u = (q_c - \sigma'_v) / 30$	(Lunne e Eide, 1976);
- Sensitività	$S_t = 15 / R_f$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Modulo di deformazione non drenato	$E_u = 500 c_u OCR^{0.5}$	(Ladde et Al., 1977).

Deruta, li 31/10/1996

Il Responsabile.



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

N° 1

foglio "A"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante semovente
 Punta meccanica tipo "Begemann" ($\varnothing=35,7$ mm) angolo al vertice 60°
 Manicotto laterale di frizione (superficie laterale 150 cm^2)
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5\text{ cm/s}$) - Anello allargatore: no

Committ.: F.B.M. S.p.A.

Data: 31 10 1996

Località: Ammeto - MARSCIANO (PG)

Oper:

Quota piano camp.: m. 186,0 s.l.m.

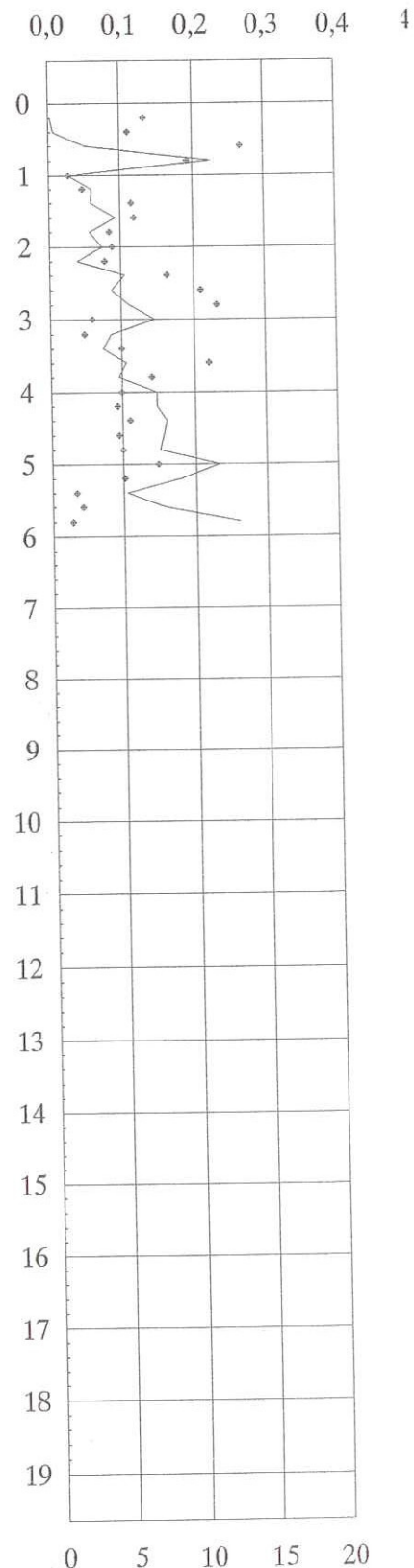
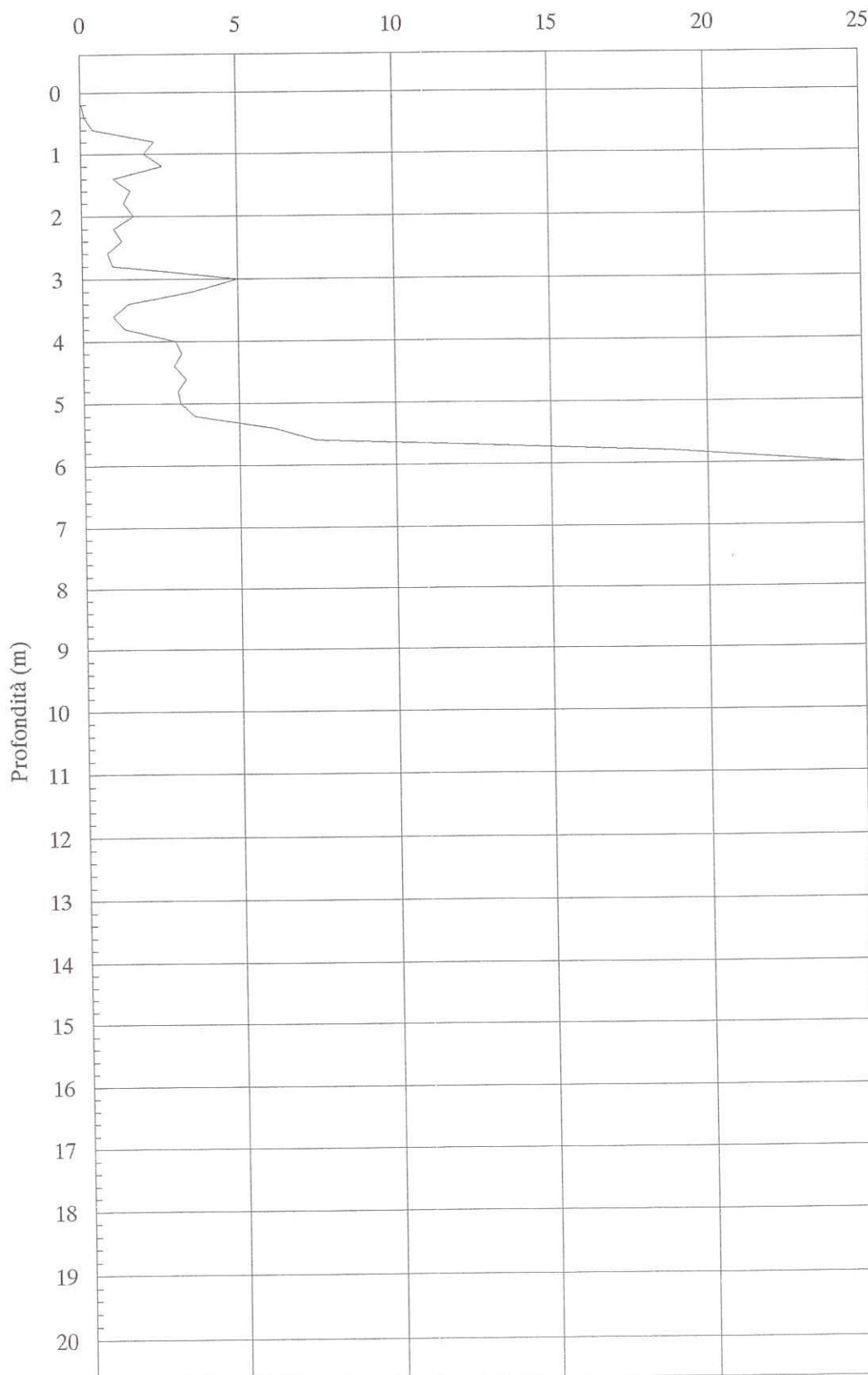
Prof. falda da Q.i.: - n.r.

Quota inizio prova: m. 186,0 s.l.m.

Prof. di stab. falda: -

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

 RESISTENZA ALLA PUNTA q_c (MPa) →

 RESIST. LATERALE f_s (MPa) →


♦ Rf % →



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

N° 1

foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante
Punta meccanica tipo "Begemann" ($\varnothing=35,7$ mm) vertice 60°
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg: no

Committ.: F.B.M. S.p.A.

Data: 31-10-96

Località: Ammeto - MARSCIANO (PG)

Oper.:

Quota piano camp.: m 186 s.l.m.

Prof. falda da Q.i.: n.r.

Quota inizio prova : m 186 s.l.m.

Prof. di stab. falda:

VALORI DI RESISTENZA						TENSIONI NEL TERRENO				PARAMETRI GEOTECNICI											
Prof. m	qc MPa	fs MPa	Qt kN	Rf %	lf —	Y kN/m³	Yw kN/m³	Sigma' kPa	OCR —	terreni incoerenti						terreni coerenti					
										Dr %	Go MPa	E' MPa	Ir —	Ø'1 °	Ø'2 °	Cu/Sig' —	Cu kPa	St —	Eu MPa		
0,2	0,0	0,00	0,1	6,7	15	17,0		3,4	1,0	ERR	ERR	0,1	45	15	19	0,4	1	2	1		
0,4	0,1	0,01	0,2	5,6	18	17,0		6,8	1,0	ERR	ERR	0,3	54	17	22	0,5	4	3	2		
0,6	0,4	0,05	1,5	13,3	8	17,5		10,3	1,0	7	12	1,0	23	22	27	1,2	13	1	6		
0,8	2,4	0,23	3,7	9,6	10	18,0		13,9	1,0	54	27	5,9	31	31	36	5,6	78	2	39		
1	2,0	0,03	5,9	1,4	73	18,0		17,5	1,0	46	26	5,0	219	29	34	3,8	66	11	33		
1,2	2,6	0,06	5,4	2,3	43	18,0		21,1	1,0	51	30	6,5	129	29	34	4,1	86	6	43		
1,4	1,0	0,06	4,7	5,8	17	18,0		24,7	1,0	22	20	2,5	52	23	28	1,3	33	3	17		
1,6	1,6	0,09	5,9	5,9	17	18,0		28,3	1,0	32	25	3,9	51	24	30	1,8	51	3	26		
1,8	1,3	0,06	6,1	4,2	24	18,0		31,9	1,0	26	24	3,3	71	23	28	1,4	43	4	22		
2	1,7	0,07	5,9	4,4	23	18,0		35,5	1,0	31	27	4,2	68	23	29	1,5	54	3	27		
2,2	1,0	0,04	7,1	3,8	26	18,0		39,1	1,0	15	22	2,5	78	20	25	0,8	33	4	16		
2,4	1,3	0,10	6,7	8,2	12	18,0		42,7	1,0	20	24	3,2	37	21	26	1,0	41	2	21		
2,6	0,8	0,09	7,1	10,5	10	18,0		46,3	1,0	7	20	2,1	29	18	22	0,6	26	1	13		
2,8	1,0	0,11	7,3	11,6	9	18,0		49,9	1,0	10	22	2,4	26	18	23	0,6	30	1	15		
3	5,0	0,15	11,8	2,9	34	18,0		53,5	1,0	56	47	12,5	102	27	33	3,1	165	5	82		
3,2	3,6	0,08	12,7	2,4	42	18,0		57,1	1,0	46	41	9,0	127	25	31	2,1	118	6	59		
3,4	1,5	0,07	13,7	5,0	20	18,0		60,7	1,0	19	27	3,7	60	20	24	0,8	47	3	24		
3,6	1,0	0,11	12,7	11,0	9	18,0		64,3	1,0	6	23	2,4	27	17	21	0,5	30	1	15		
3,8	1,4	0,10	13,7	7,1	14	18,0		67,9	1,0	16	27	3,4	43	18	23	0,6	43	2	21		
4	3,0	0,15	14,1	5,0	20	19,0		71,7	1,0	37	39	7,5	61	23	28	1,4	97	3	48		
4,2	3,2	0,15	16,1	4,7	22	19,0		75,5	1,0	38	40	7,9	65	23	28	1,4	103	3	52		
4,4	2,9	0,16	17,7	5,5	18	19,0		79,3	1,0	35	39	7,3	55	22	27	1,2	95	3	47		
4,6	3,3	0,16	20,6	4,7	21	19,0		83,1	1,0	38	42	8,3	63	23	28	1,3	108	3	54		
4,8	3,0	0,15	21,6	5,0	20	19,0		86,9	1,0	35	40	7,6	60	22	27	1,1	98	3	49		
5	3,1	0,23	21,6	7,5	13	19,0		90,7	1,0	35	41	7,8	40	22	27	1,1	101	2	50		
5,2	3,6	0,18	30,4	5,1	20	19,0		94,5	1,0	39	44	8,9	59	22	27	1,2	116	3	58		
5,4	6,1	0,10	31,4	1,7	59	19,0		98,3	1,0	53	56	15,3	176	25	31	2,0	201	9	100		
5,6	7,5	0,16	35,3	2,1	48	19,0		102,1	1,0	59	62	18,6	143	26	32	2,4	245	7	123		
5,8	18,8	0,26	58,8	1,4	72	18,5		105,8	1,0	85	94	47,1	216	31	37	5,9	624	11	312		
6	24,5	ERR	72,6	ERR	ERR	18,5		109,5	1,0	92	107	61,3	ERR	32	38	7,4	814	****	407		



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

N° 2

foglio "A"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante semovente
Punta meccanica tipo "Begemann" ($\varnothing=35,7$ mm) angolo al vertice 60°
Manicotto laterale di frizione (superficie laterale 150 cm^2)
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5\text{ cm/s}$) - Anello allargatore: no

Committ.: F.B.M. S.p.A.

Data: 31 10 1996

Località: Ammeto - MARSCIANO (PG)

Oper:

Quota piano camp.: m. 183,0 s.l.m.

Prof. falda da Q.i.: - n.r.

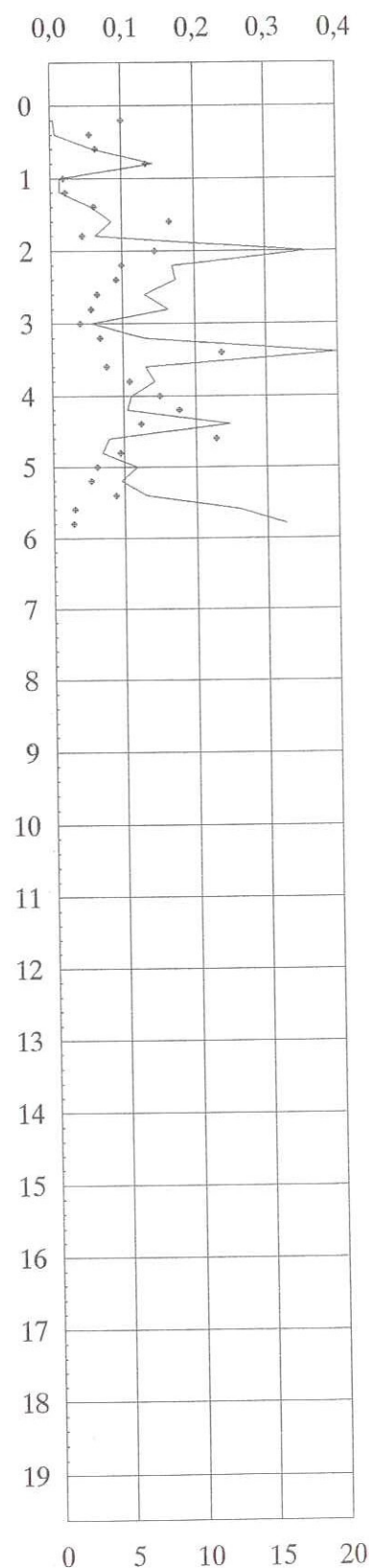
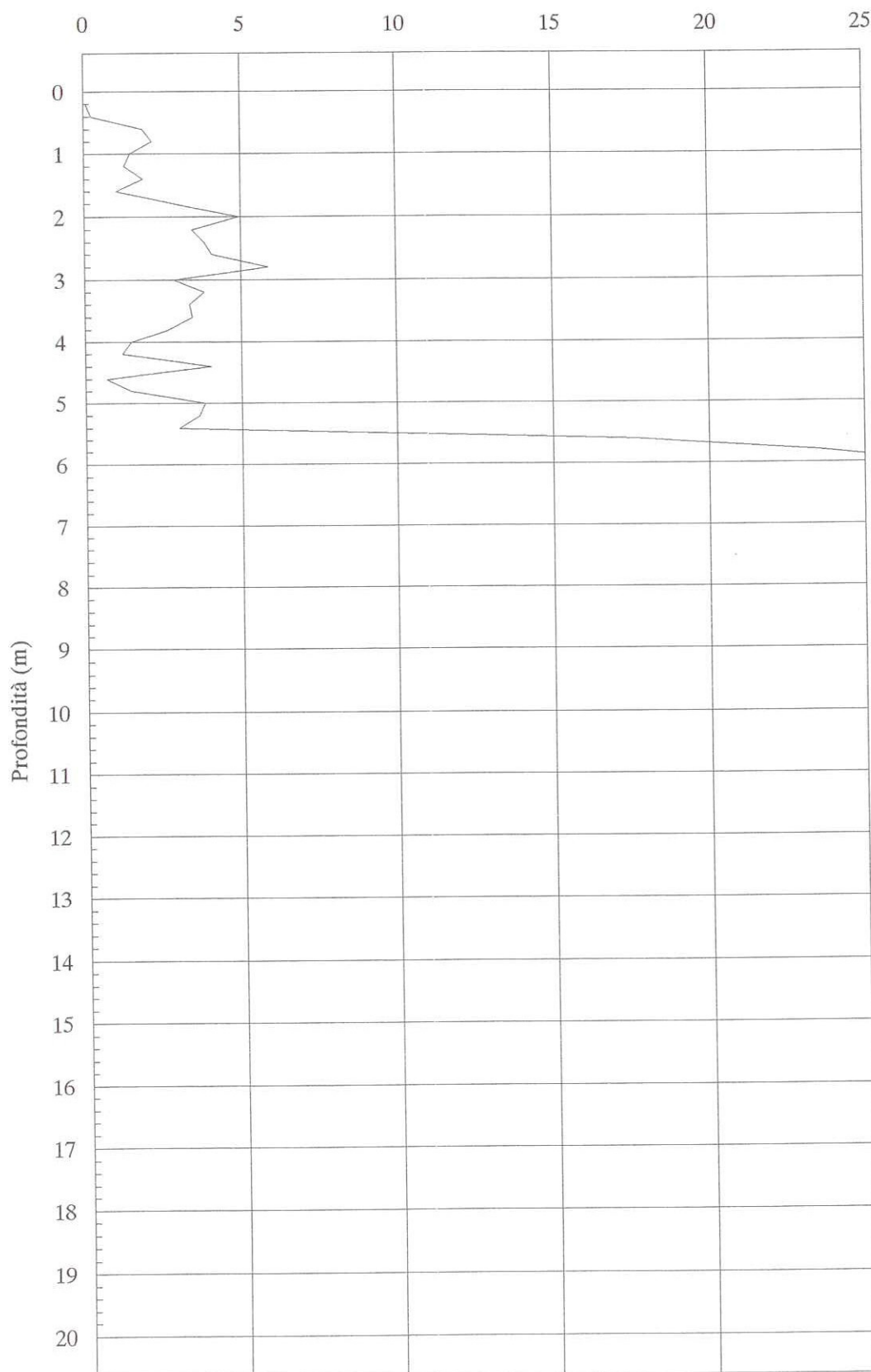
Quota inizio prova: m. 183,0 s.l.m.

Prof. di stab. falda: -

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RESISTENZA ALLA PUNTA q_c (MPa) \rightarrow

RESIST. LATERALE f_s (MPa) \rightarrow



◆ Rf % \rightarrow


PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M
N° 2

foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante
 Punta meccanica tipo "Begemann" ($\varnothing=35,7$ mm) vertice 60°
 Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg: no

Committ.: F.B.M. S.p.A.

Data: 31-10-96

Località: Ammeto - MARSCIANO (PG)

Oper.:

Quota piano camp.: m 183 s.l.m.

Prof. falda da Q.i.: n.r.

Quota inizio prova: m 183 s.l.m.

Prof. di stab. falda:

VALORI DI RESISTENZA						TENSIONI NEL TERRENO				PARAMETRI GEOTECNICI											
Prof. m	qc MPa	fs MPa	Qt kN	Rf %	lf —	Y kN/m³	Yw kN/m³	Sigma' kPa	OCR —	terreni incoerenti						terreni coerenti					
										Dr %	Go MPa	E' MPa	Ir —	Ø'¹ °	Ø'² °	Cu/Sig' —	Cu kPa	St —	Eu MPa		
0,2	0,1	0,00	0,1	5,0	20	17,0		3,4	1,0	ERR	ERR	0,2	60	19	24	0,7	3	3	1		
0,4	0,2	0,01	0,3	2,8	36	17,0		6,8	1,0	ERR	ERR	0,6	108	22	27	1,1	8	5	4		
0,6	1,9	0,06	2,2	3,2	32	17,5		10,3	1,0	52	23	4,7	95	31	37	6,0	62	5	31		
0,8	2,2	0,14	3,5	6,7	15	18,0		13,9	1,0	52	26	5,4	45	30	36	5,1	71	2	36		
1	1,5	0,01	4,3	0,9	113	18,0		17,5	1,0	37	23	3,7	338	27	32	2,8	48	17	24		
1,2	1,3	0,01	3,4	1,0	98	18,0		21,1	1,0	31	22	3,2	293	25	30	2,0	42	15	21		
1,4	1,9	0,06	4,3	3,0	33	18,0		24,7	1,0	39	27	4,7	99	26	32	2,5	61	5	31		
1,6	1,0	0,08	4,5	8,3	12	18,0		28,3	1,0	20	21	2,5	36	22	27	1,2	33	2	17		
1,8	2,8	0,06	7,8	2,2	45	18,0		31,9	1,0	48	33	7,1	136	27	33	2,9	94	7	47		
2	4,9	0,36	9,4	7,3	14	18,0		35,5	1,0	62	44	12,4	41	30	35	4,6	164	2	82		
2,2	3,4	0,17	11,8	5,0	20	18,0		39,1	1,0	50	38	8,6	61	27	33	2,9	113	3	57		
2,4	3,8	0,17	13,7	4,5	22	18,0		42,7	1,0	52	40	9,6	66	27	33	3,0	126	3	63		
2,6	4,1	0,13	14,7	3,2	31	18,0		46,3	1,0	52	42	10,2	93	27	33	2,9	134	5	67		
2,8	5,9	0,16	11,8	2,8	36	18,0		49,9	1,0	62	50	14,7	108	29	34	3,9	194	5	97		
3	2,8	0,06	19,6	2,0	51	18,0		53,5	1,0	40	36	7,1	152	24	30	1,7	93	8	47		
3,2	3,8	0,13	17,7	3,4	30	18,0		57,1	1,0	48	42	9,6	89	26	31	2,2	126	4	63		
3,4	3,4	0,40	15,7	11,9	8	18,0		60,7	1,0	43	40	8,4	25	24	30	1,8	110	1	55		
3,6	3,4	0,13	12,7	3,8	26	18,0		64,3	1,0	43	41	8,6	79	24	30	1,7	112	4	56		
3,8	2,6	0,14	11,8	5,4	18	18,0		67,9	1,0	35	36	6,6	55	22	28	1,3	86	3	43		
4	1,5	0,11	18,6	7,6	13	18,0		71,5	1,0	17	28	3,7	40	19	23	0,7	47	2	23		
4,2	1,2	0,10	17,7	8,9	11	18,0		75,1	1,0	10	26	2,9	34	17	21	0,5	37	2	18		
4,4	4,0	0,25	22,6	6,2	16	18,0		78,7	1,0	45	45	10,1	49	24	29	1,7	131	2	66		
4,6	0,7	0,08	21,6	11,4	9	18,0		82,3	1,0	ERR	ERR	1,7	26	13	17	0,2	20	1	10		
4,8	1,5	0,07	20,6	4,7	21	18,0		85,9	1,0	15	29	3,7	64	17	22	0,5	46	3	23		
5	3,8	0,12	22,6	3,1	33	19,0		89,7	1,0	41	45	9,6	98	23	28	1,4	125	5	62		
5,2	3,6	0,10	25,5	2,6	38	19,0		93,5	1,0	39	44	9,1	114	22	28	1,3	118	6	59		
5,4	3,0	0,13	25,5	4,4	23	19,0		97,3	1,0	33	41	7,5	68	21	26	1,0	96	3	48		
5,6	17,7	0,26	29,4	1,5	68	18,5		101,0	1,0	83	91	44,1	203	31	36	5,8	585	10	293		
5,8	23,5	0,33	35,3	1,4	72	18,5		104,7	1,0	91	104	58,8	216	32	38	7,5	781	11	391		
6	27,5	ERR	49,0	ERR	ERR	18,5		108,4	1,0	95	112	68,6	ERR	33	38	8,4	912	****	456		



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

N° 3

foglio "A"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante semovente
 Punta meccanica tipo "Begemann" ($\varnothing=35,7$ mm) angolo al vertice 60°
 Manicotto laterale di frizione (superficie laterale 150 cm²)
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allargatore: no

Committ.: F.B.M. S.p.A.

Data: 31 10 1996

Località: Ammeto - MARSCIANO (PG)

Oper:

Quota piano camp.: m. 183,0 s.l.m.

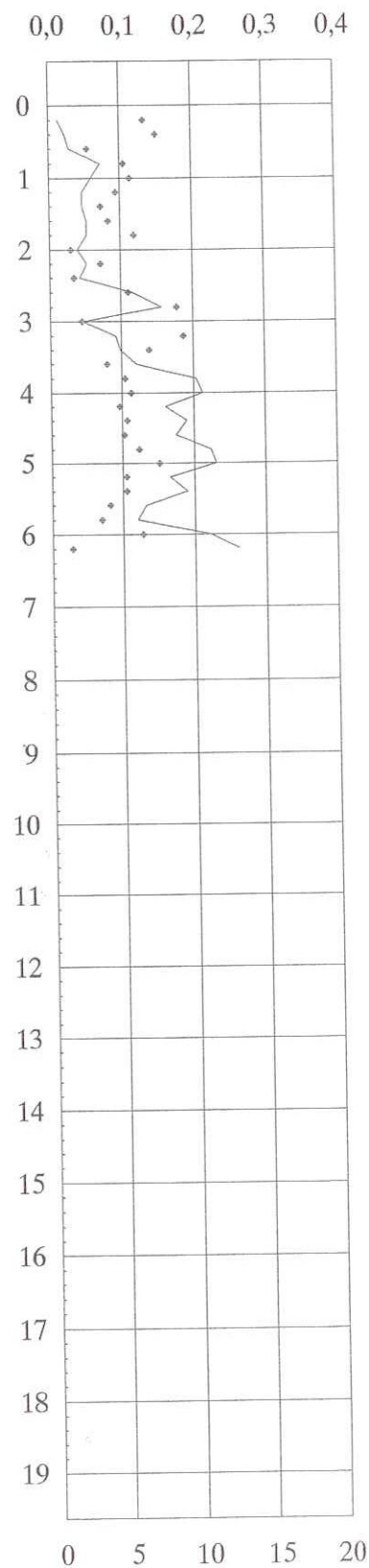
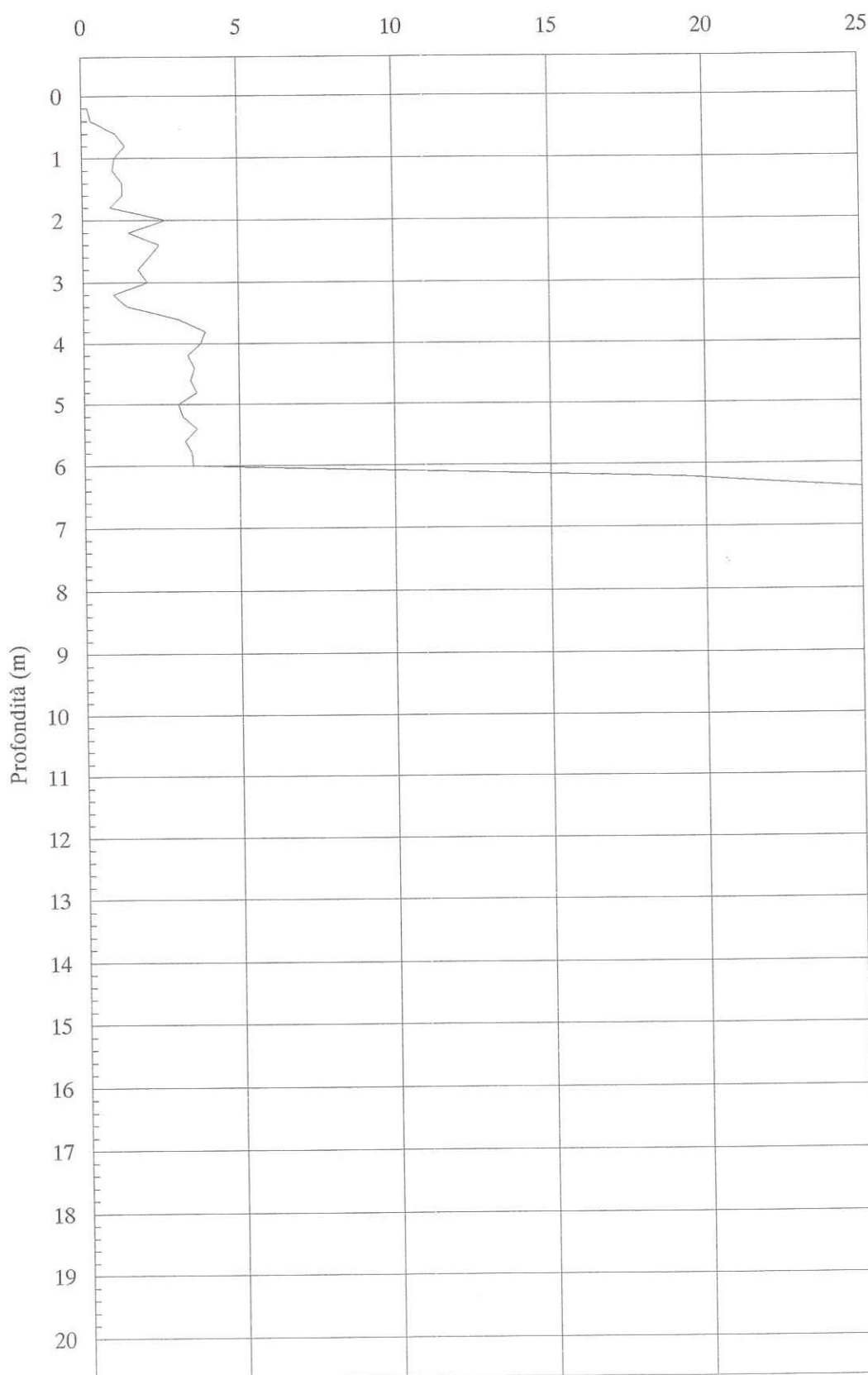
Prof. falda da Q.i.: - n.r.

Quota inizio prova: m. 183,0 s.l.m.

Prof. di stab. falda: -

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

 RESISTENZA ALLA PUNTA q_c (MPa) →

 RESIST. LATERALE f_s (MPa) →


♦ Rf % →

Rilievo sismico dei microtremori - stazione singola - HVSR-1

Dott. Maurizio Battistoni C.FISC: BTTMRZ62D26G478E P.IVA: 01800730549	Via: Via Foscolo snc 06053 Deruta (PG) - San Nicolò di Celle - Tel: - 075-974740 Fax: Email: mbatti@libero.it Web:
--	---

Lottizzazione terreni

	Data: settembre 2013
	Il committente F.B.M. S.p.A.
	IL Tecnico
	Il Progettista
Ditta esecutrice: Soiltecno Srl	

211FD2618BC5455AB3BFE19C72525582

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo V_{s30} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{s30} .

Dati generali

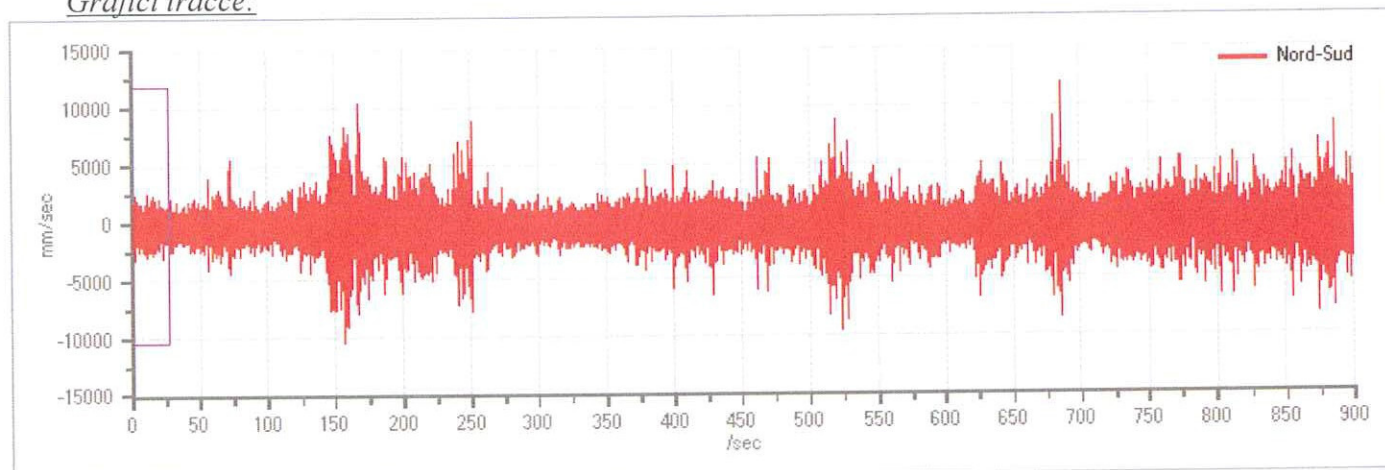
Nome progetto: Lottizzazione terreni
Committente: F.B.M. S.p.A.
Cantiere: Ammeto
Località: Marsciano
Operatore: Battistoni
Responsabile: Battistoni
Data: 25/09/2013 0.00.00
Zona: Ammeto di Marsciano (PG)
Latitudine: Longitudine:

Tracce in Input

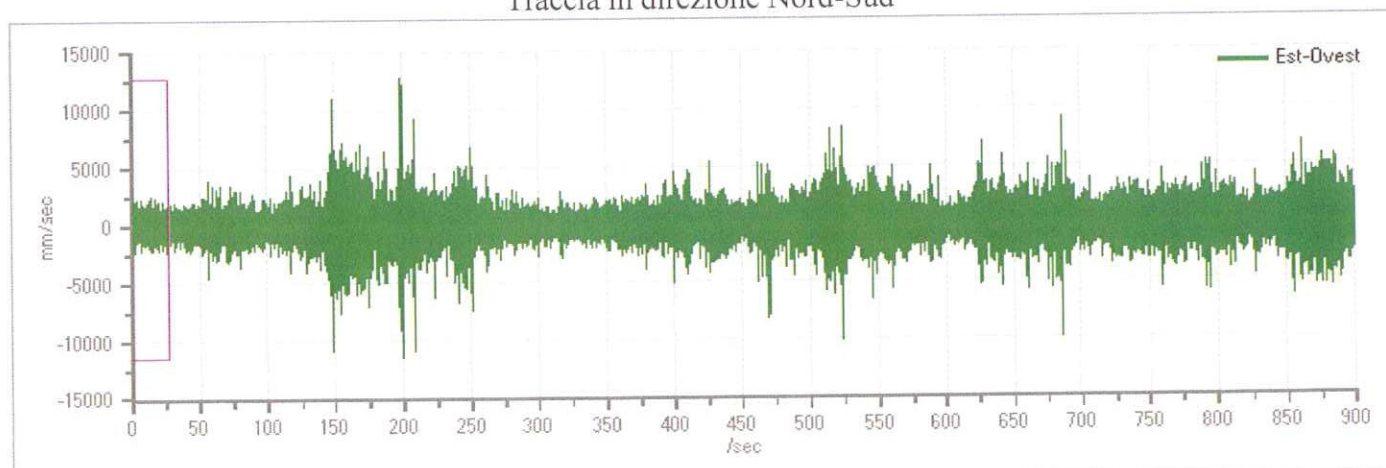
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 900 s
Frequenza di campionamento: 300,00 Hz
Numero campioni: 270000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

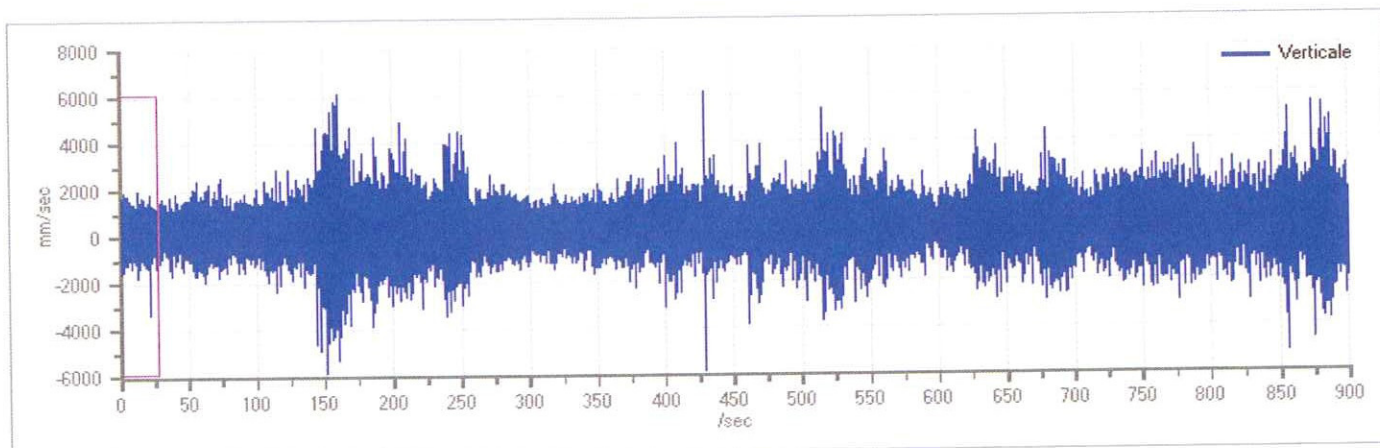
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

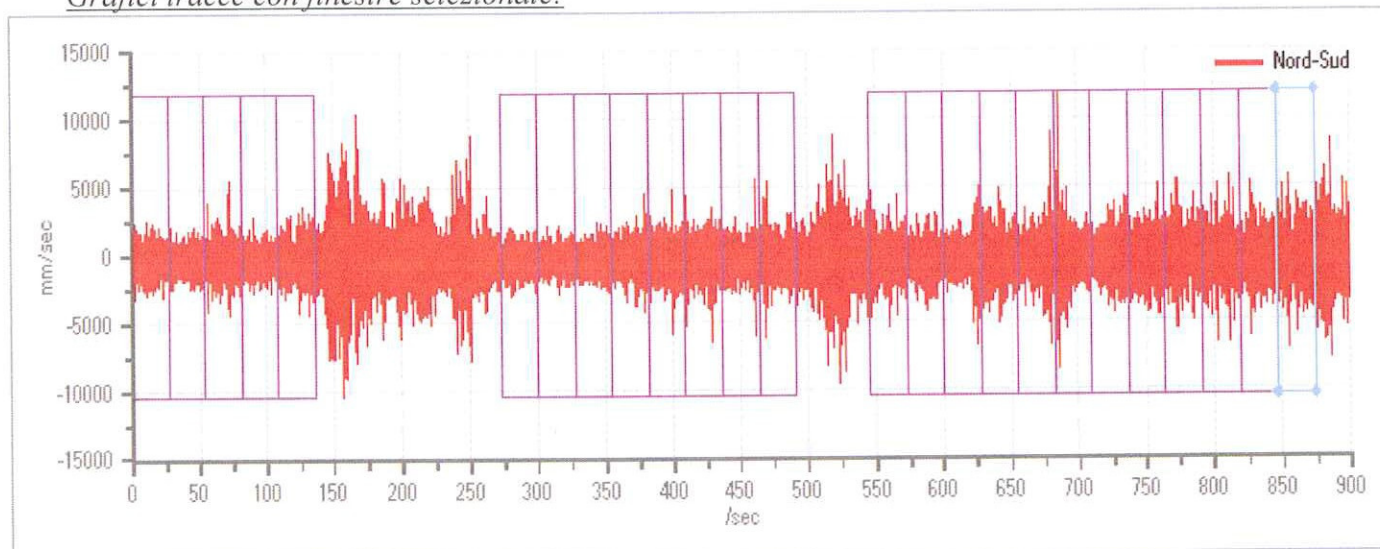
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 25
 Numero finestre incluse nel calcolo: 25
 Dimensione temporale finestre: 27,307 s
 Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamiento: 10,00 %
 Coefficiente di banda: 45,00

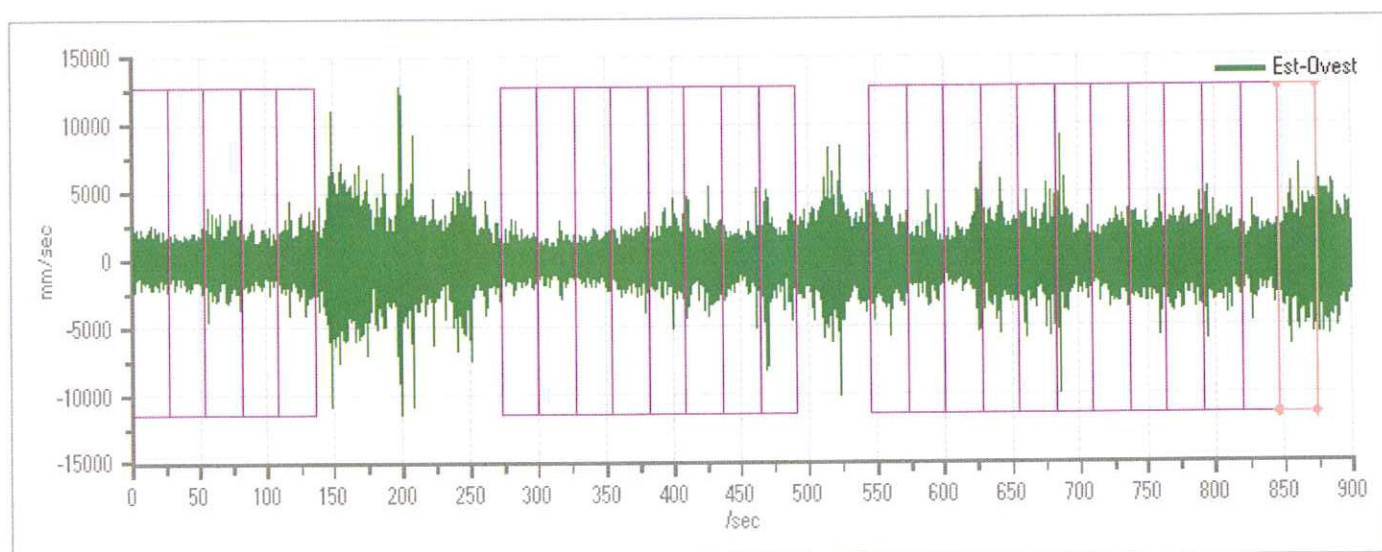
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	27,307	Inclusa
2	27,307	54,613	Inclusa
3	54,613	81,92	Inclusa
4	81,92	109,227	Inclusa
5	109,227	136,533	Inclusa
6	273,067	300,373	Inclusa
7	300,373	327,68	Inclusa
8	327,68	354,987	Inclusa
9	354,987	382,293	Inclusa
10	382,293	409,6	Inclusa
11	409,6	436,907	Inclusa
12	436,907	464,213	Inclusa
13	464,213	491,52	Inclusa
14	546,133	573,44	Inclusa
15	573,44	600,747	Inclusa
16	600,747	628,053	Inclusa
17	628,053	655,36	Inclusa
18	655,36	682,667	Inclusa
19	682,667	709,973	Inclusa
20	709,973	737,28	Inclusa
21	737,28	764,587	Inclusa
22	764,587	791,893	Inclusa
23	791,893	819,2	Inclusa
24	819,2	846,507	Inclusa
25	846,507	873,813	Inclusa

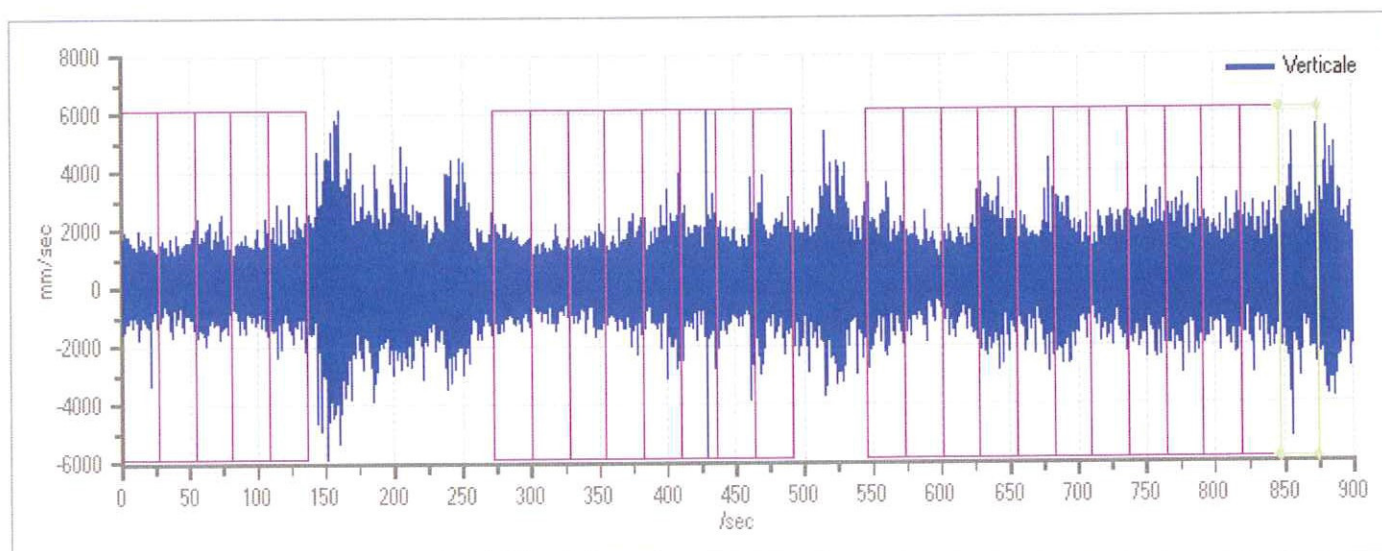
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

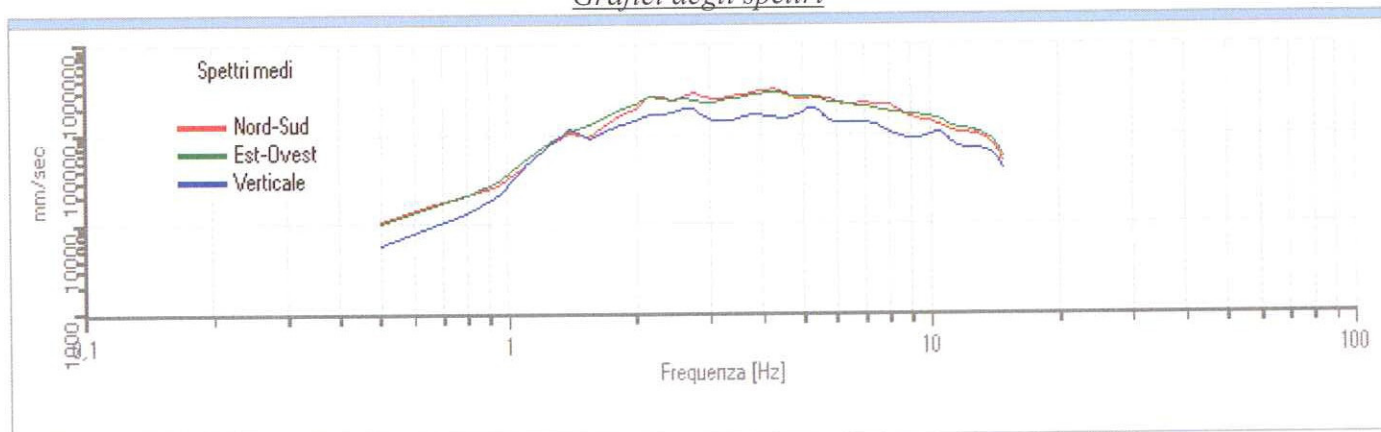


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

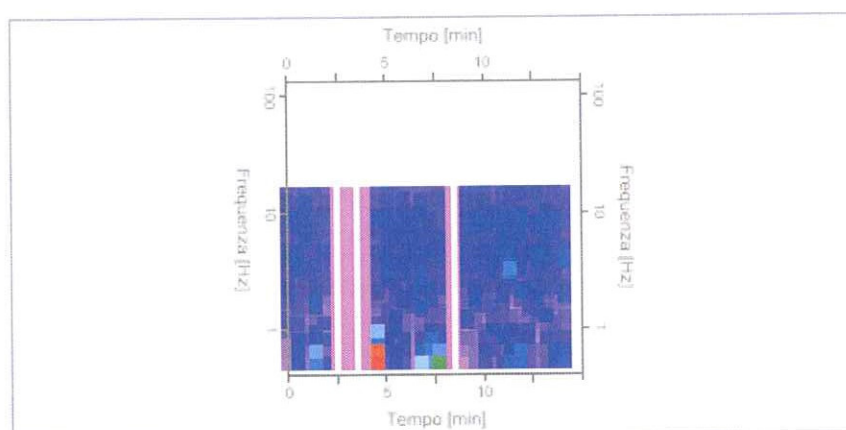


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

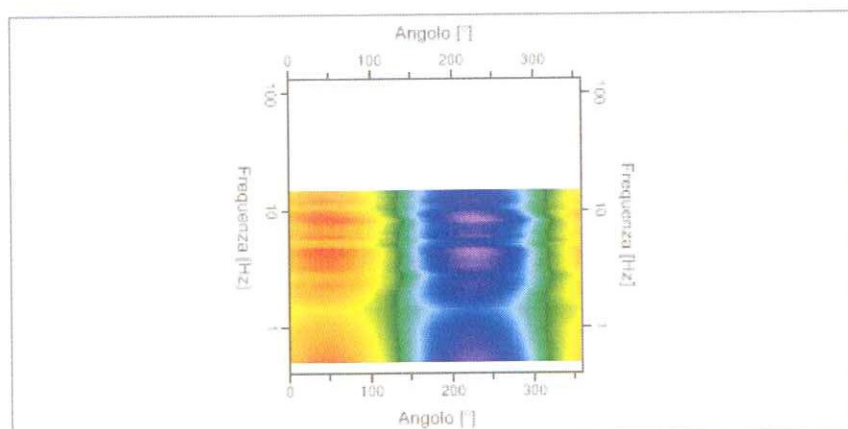
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

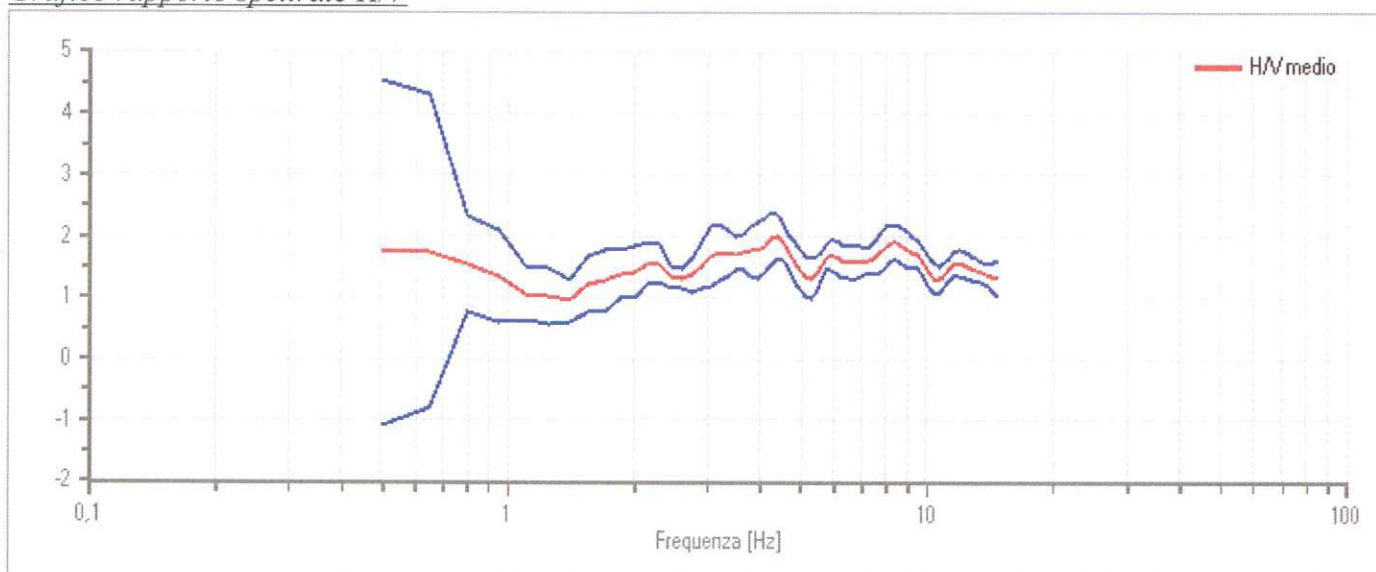
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15,00 Hz
 Frequenza minima: 0,50 Hz
 Passo frequenze: 0,15 Hz
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10,00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 4,40 Hz \pm 0,18 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Non superato
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

Modello stratigrafico

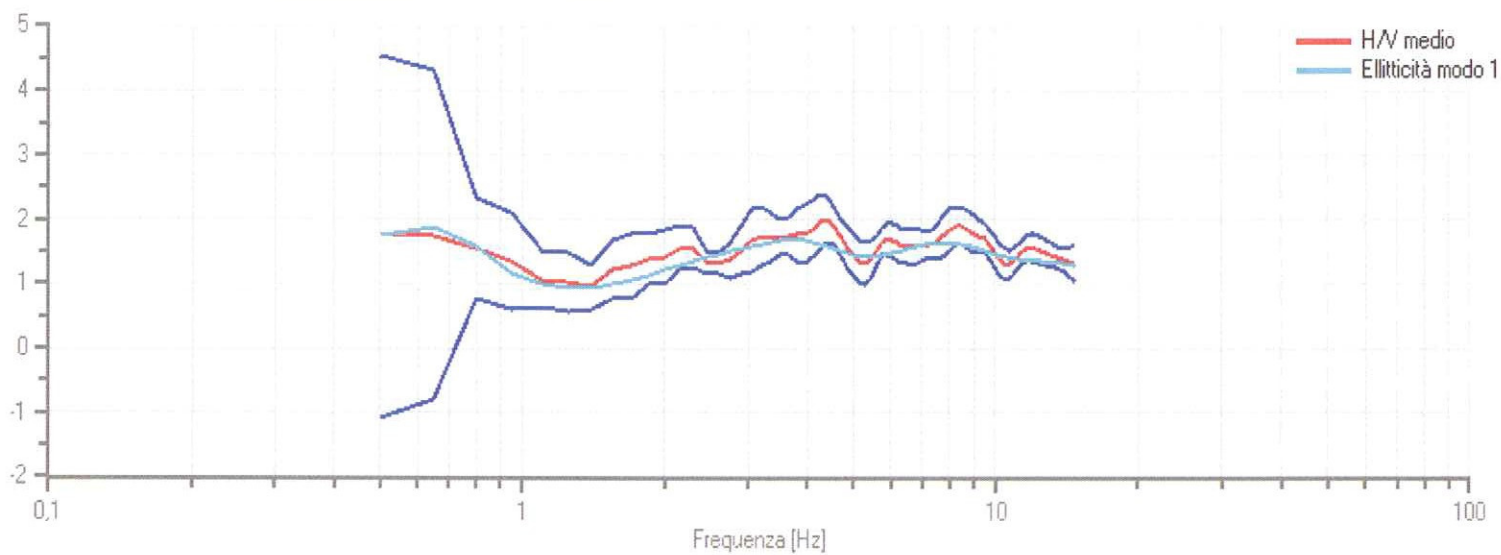
Dati riepilogativi:

Numero strati: 6
Frequenza del picco dell'ellitticità: 0,65 Hz
Valore di disadattamento: 0,08
Valore Vs30: 325,21 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m³]	Coeff. di Poisson	Velocità Onde di taglio [m/s]
1	0	2	18	0,4	117
2	2	7,05	19	0,35	255
3	9,05	23,83	20	0,4	441
4	32,88	167,49	21	0,35	750
5	200,37	314,61	22	0,35	1202
6	514,98	1	23	0,3	1998

Curva di ellitticità del modello interpretativo ottenuto



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

