

COMUNE di TORGIANO

Provincia di Perugia

RELAZIONE GEOLOGICA & MICROZONAZIONE SISMICA

(L.R. 11/2005, D.M. 14.1.2008 & D.G.R. 377/2010)

PROGETTO:	Piano attuativo in variante al PRG per la realizzazione di un nuovo Insedimento industriale.
LOCALITA':	Ferriera.
PROPRIETA':	<b>O.M.G. – OFFICINE MECCANICHE GALLETTI S.r.l.</b> <b>ETRURIA LEASING S.p.A.</b>

Deruta, lì 7 dicembre 2012

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: "ALBO 99 DELLA REGIONE UMBRIA" and "BATTISTONI MAURIZIO".

## **PREMESSA**

Per conto della proprietà **O.M.G. S.r.l.** ed **Etruria Leasing S.p.A.**, si redige la presente relazione sullo studio geologico, idrogeologico e le indagini geotecniche effettuate, in conformità col D.M. 14.1.2008, e lo studio di microzonazione sismica ai sensi della D.G.R. 377/2010 sui terreni interessati dalla realizzazione di un nuovo insediamento industriale in variante al PRG vigente che ricade in zona sismica 2 ai sensi della Legge 2.2.1974/n°64 e succ. modifiche e integrazioni (OPCM 3274/03 & DGR 852/03).

Il terreno interessato è sito in loc. Ferriera del comune di Torgiano ed è distinto in planimetria catastale al Foglio n°2, particelle n°519-552-553-554-555-556-557-558.

Le coordinate geografiche del sito sono (ED50) da Geostru Lat. 43,080917 -Long. 12,446223

### **Allegati:**

- 1) COROGRAFIA C.T.R. con ubicazione dell'area in esame in scala 1:5000;
- 2) PLANIMETRIA Generale ubicazione delle indagini in scala 1:2000;
- 3) PROFILO GEOTECNICO schematico del terreno in scala 1:500;
- 4) RISULTATI DELLE INDAGINI Geotecniche in sito (n°2 prove penetrometriche statiche CPT) e Geofisiche (n°1 profilo sismico a rifrazione e n°2 rilievi dei microtremori HVSR).

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

L'area esaminata è morfologicamente quasi pianeggiante e si trova in sinistra idrografica del F.Tevere, tra questo e la strada provinciale 401, ai piedi del versante occidentale della collina di Brufa.

Tale area, in particolare, è situata ad una quota compresa tra i 188 e i 198 metri s.l.m. e risulta sopraelevata rispetto all'alveo d'espansione del F.Tevere di oltre 3 metri sul lato ovest più basso. In tale tratto l'alveo naturale del fiume è inoltre molto incassato e largo per cui si possono escludere pericoli di alluvionamento di qualsiasi genere.

La situazione del rischio di alluvionamento è riportata nella figura seguente (Fig. 1) tratta dalla cartografia ufficiale del PAI vigente (Aut. Bacino F.Tevere) ed attesta l'assenza di rischio per tutta l'area in oggetto.

L'area in oggetto, dal punto di vista geomorfologico, presenta una lieve pendenza, di circa il 2+3% (2°) che, in seguito ai riporti previsti per la lottizzazione, tenderà ad attenuarsi. La zona non presenta quindi indizi morfologici di instabilità o dissesti gravitativi di alcun genere.



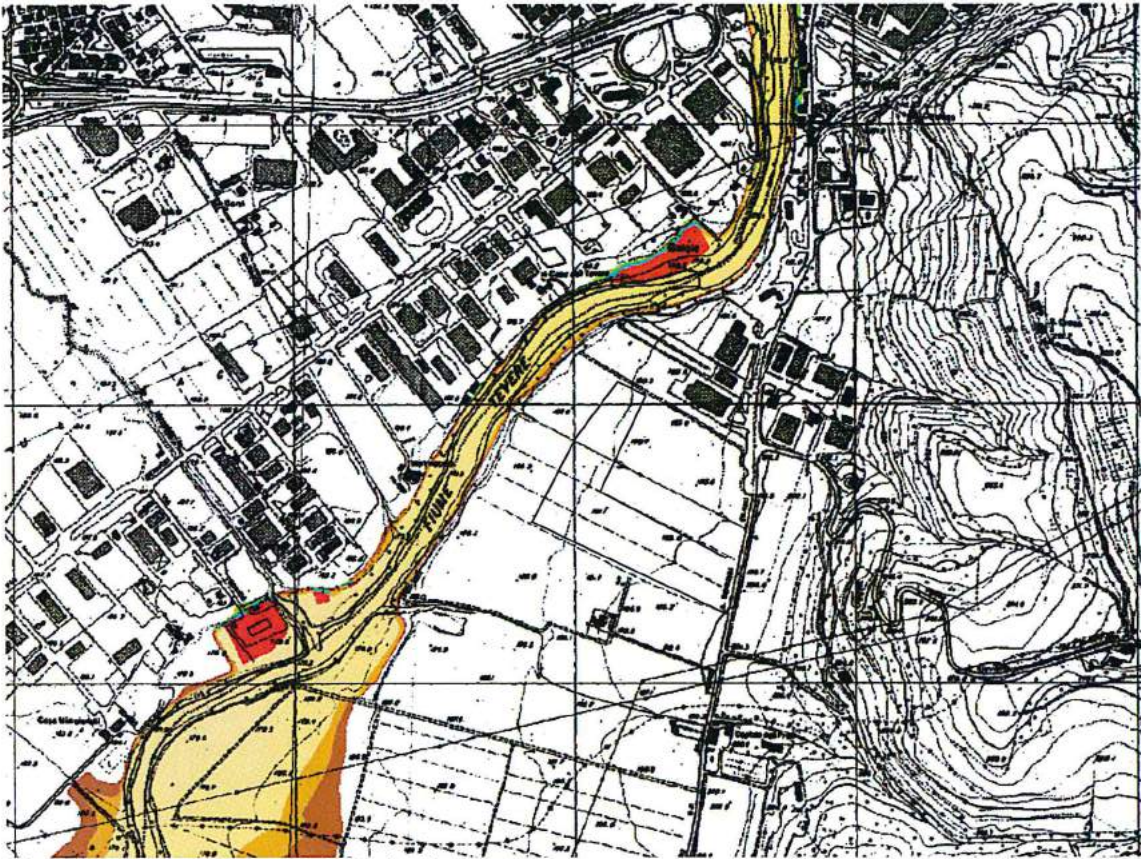


Fig.1 – Stralcio cartografia PAI rischio idraulico.

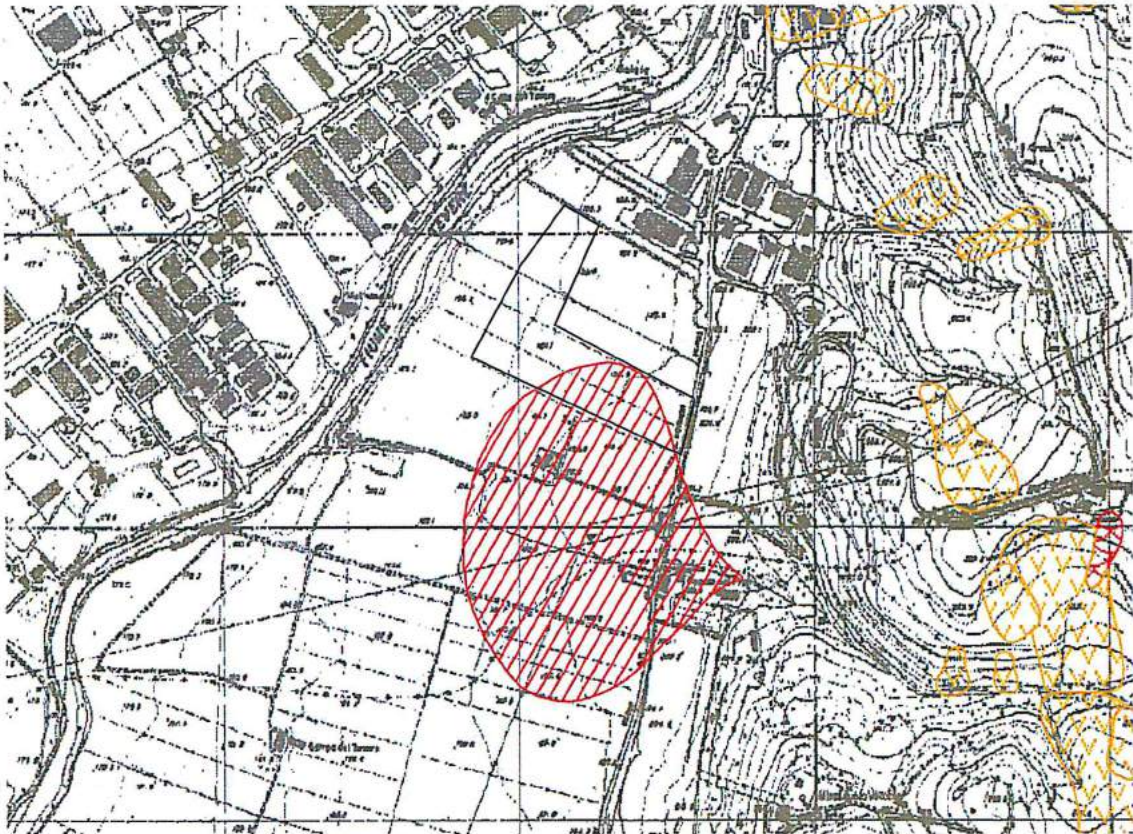


Fig.2 Stralcio cartografia Pai Rischio geomorfologico.



La cartografia del rischio geomorfologico del PAI riporta in primo luogo l'assenza di fenomeni franosi in genere ma anche la presenza nella zona sud di una conoide di deiezione (accumulo di detrito di falda) legata ad un modesto fosso che scende dal versante orientale della valle che comunque in epoche storiche non risulta essere stata mai attiva.

Il rischio connesso alla conoide, peraltro molto modesto, può essere comunque superato considerando una barriera rialzata lungo il limite sud della lottizzazione o alzando le quote di imposta degli edificio previsti.

La categoria topografica del sito, in base ai dettami della nuova normativa sismica richiamata in premessa (D.M. 14.1.08), rientra nella categoria T1 ovvero "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ " per cui non è previsto alcun incremento della pericolosità sismica di base legata alla morfologia.

<i>Categoria topografica</i>	<i>Ubicazione dell'opera</i>	<i>Coeff. di amplificazione top. <math>S_T</math></i>
T <sub>1</sub>	Pendio con inclinazione $i < 15^\circ$	1,0

Il drenaggio superficiale è piuttosto sviluppato con una rete di piccoli fossi sub-paralleli che scendono verso ovest e confluiscono nel corso del F. Tevere. Uno di questi fossetti che attraversa la provinciale circa 200 m più a sud dell'area in oggetto, solca la piana alluvionale da est verso ovest e si getta nel F.Tevere attraversando un rialzo che costituisce il cono di deiezione dello stesso. Come già detto comunque non si hanno notizie storiche di attività della conoide citata ne richi di alluvionamento legati al fosso visto il piccolo bacino imbrifero sotteso e le portate trascurabili. Il reticolo idrografico minore che non influisce significativamente sulla fattibilità dell'intervento.

Geologicamente i terreni presenti nella zona d'imposta del manufatto in progetto appartengono alle alluvioni terrazzate del F.Tevere che giacciono direttamente sul basamento roccioso della Formazione Marnoso-arenacea costituente il fondo dell'alveo del fiume ed il versante roccioso orientale.

Lo spessore delle alluvioni di natura limo-sabbiosa presenti sopra il basamento roccioso è nella zona più a valle di circa 5÷6 metri a partire dalla quota del p.c., come risulta da perforazioni e dalle indagini effettuate in sito per la costruzione di un altro capannone (campagna di prove penetrometriche statiche e profili sismici del 2008).

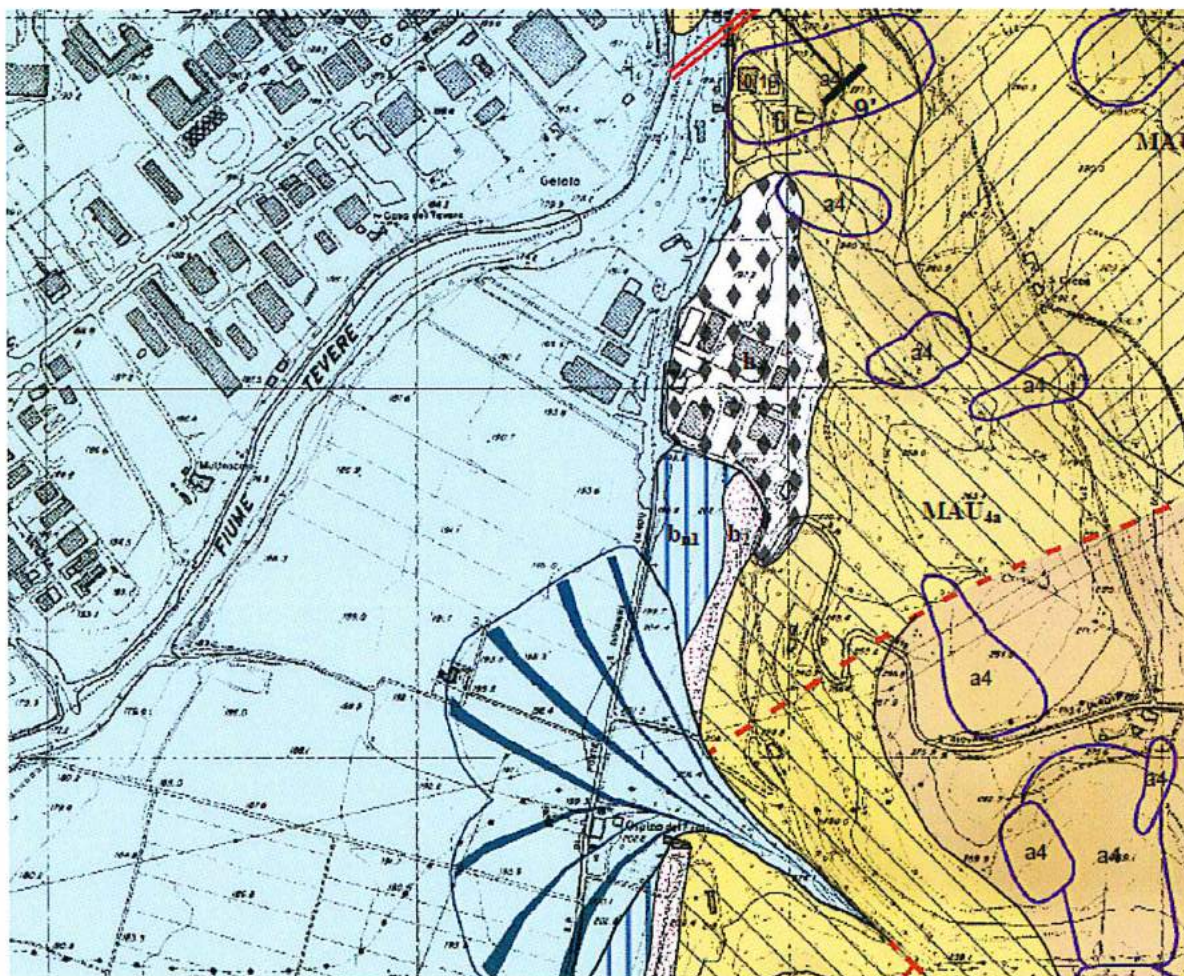
Il profilo stratigrafico locale, sulla base di tali indagini e dei rilievi sismici riportati più avanti, può quindi essere riassunto come segue:

- da 0.0 a 5.0÷6.0 m alluvioni limo-sabbiose e argillose grigie con livelli ghiaiosi intercalati;
- da 5.0÷6.0 a 30 m rocce stratificate marnose ed arenacee piuttosto fratturate;
- da 30 a > 100 m rocce marnoso-arenacee piuttosto compatte (substrato sismico).



Nella zona posta più a monte, a ridosso della strada provinciale, lo spessore dei terreni di copertura aumenta e raggiunge i 15+17 m circa ed al di sotto si rinviene direttamente il substrato roccioso marnoso – arenaceo. La situazione geologica del sito è evidenziata anche nella Cartografia geologica regionale 1:10000 di seguito riportata in stralcio (Fig. 3)

Fig. 3 – CARTOGRAFIA GEOLOGICA 1:10000 (Stralcio Fg. 311100 – ponte San Giovanni)



### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI



#### **h - Depositi antropici**

Deposito di materiale non cementato; materiale di riporto di origine antropica.

*Olocene*



#### **b<sub>2</sub> - Coltre eluvio-colluviale**

Depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati in posto (*eluvium*) o sedimentati sui versanti per trasporto in massa e/o ruscellamento diffuso (*colluvium*).

*Pleistocene - Olocene*



#### **b - Depositi alluvionali**

Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali.

*Pleistocene - Olocene*



#### **b<sub>n1</sub> - Depositi alluvionali terrazzati**

Depositi alluvionali non in rapporto con la morfologia attuale, numerati progressivamente (b<sub>n1</sub>.....b<sub>nn</sub>) dal più recente al più antico.

*Pleistocene - Olocene*

La circolazione idrica sotterranea è poco sviluppata negli strati superficiali e si concentra negli strati rocciosi fratturati del substrato (arenarie fratturate) mediamente permeabili presenti sotto la copertura prevalentemente fine limoso-sabbiosa ed argillosa e quindi impermeabile.

Nelle prove penetrometriche statiche effettuate in sito per la caratterizzazione geotecnica dell'area di fabbricazione non è stata rinvenuta la presenza di falda acquifera almeno fino a 6 metri di profondità dal p.c..

In alcuni pozzi presenti nella zona si è rilevata la presenza di una falda freatica a circa 10 metri di profondità dal p.c. che quindi rientra nel substrato roccioso e non interessa le fondazioni delle opere in progetto.

In definitiva tenendo conto delle indagini e della situazione stratigrafica ed idrogeologica illustrata, non vi sono vincolo o condizioni ostative alla realizzazione del piano in oggetto.



## MODELLO GEOLOGICO-SISMICO

Per la ricostruzione del modello geologico-sismico del sito in questione si è utilizzato il profilo sismico a rifrazione (A-B) effettuato (campagna 2008) in occasione dell'indagine per la costruzione del capannone esistente integrato con due rilievi sismici (sismica passiva) dei microtremori (tecnica HVSR o di Nakamura) effettuati uno nella zona più bassa e uno nella zona superiore lungo la provinciale.

La prospezione sismica a rifrazione (v. allegato) aveva messo in luce la presenza di tre strati sismicamente distinguibili con un salto di velocità ( $V_p$ ) al di sotto dei 5+6 metri (substrato roccioso).

In particolare, come riportato in allegato, le dromocrone del profilo sismico (scoppi coniugati) individuano prima due strati di copertura con basse velocità sismiche ( $V_p=428$  fino a 1+2.0 m e  $V_p=781$  m/s fino a 5+6 m) e poi il substrato roccioso con velocità sismica  $V_p=2755$  m/s.

Tale substrato prosegue ovviamente in profondità per qualche centinaio di metri come noto da dati di geologia regionale.

Per la ricostruzione del modello geologico-sismico del sito e della velocità equivalente ( $V_{S_{30}}$ ) ai sensi del DM richiamato, si possono fare delle deduzioni indirette dai dati di velocità delle onde prime ( $V_p$ ) misurati con la sismica a rifrazione e i valori corrispondenti di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo noti i valori comunemente rispondenti agli strati individuati per il coefficiente di Poisson ( $\nu$ ) che vale circa 0.4+0.5 per i sedimenti fini della copertura e circa 0.35+0.4 per la Marnoso-arenacea.

In secondo luogo si è tenuto conto dei risultati dei rilievi sismici dei microtremori (tecnica HVSR – Nakamura, 1978) effettuati ad integrazione delle precedenti indagini che hanno permesso di risalire con buona approssimazione alle velocità sismiche degli strati presenti ed alla determinazione della velocità sismica equivalente ( $V_{S_{30}}$ ). Il rilievo dei microtremori, come noto, utilizza il rapporto spettrale tra la componente orizzontale e quella verticale del segnale (rumore sismico o "noise") e rientra pertanto tra le tecniche di sismica passiva. Tale rapporto (H/V), quando si abbiano sufficienti contrasti di velocità sismica tra strati sovrapposti e noto lo spessore dello strato e/o strati di superficiale ("fit" vincolato), permette di avere informazioni attendibili sulle velocità sismiche delle onde di taglio ( $V_s$ ) degli strati superficiali e sul loro spessore da cui si può risalire anche alla valutazione delle velocità sismiche equivalenti ( $V_{S_{30}}$ ) richieste dalla normativa sismica vigente. I risultati delle analisi e le relative interpretazioni sono riportati in allegato.

Le misure HVSR, effettuate con registratore "SARA" – mod. SR04 e le curve sintetiche ottenute (filtrate mediante software "EasyHVSR" della Geostru) presentano evidenti picchi di

risonanza ( $H/V=4-5$ ) collocati a 5 e 6 Hz rispettivamente nel secondo e nel primo rilievo HVSR. Tali picchi dovrebbero corrispondere al passaggio netto tra gli strati di copertura (alluvioni) e agli strati marnoso-arenacei del substrato sottostanti che possono essere anche più o meno fratturati ma sempre appartenenti alla stessa formazione rocciosa (Marnoso-arenacea).

L'interpretazione dei risultati della misura HVSR, anch'essa effettuata mediante software d'inversione "Easy HVSR", rilevando nel profilo del terreno uno strato di copertura di circa 1.3 m concorda con i rilievi di superficie effettuati in loco. Dall'interpretazione del rilievo HVSR-1 che è quello più a valle e più significativo per l'area, è stato ottenuto il seguente modello geologico-sismico del sito abbastanza affidabile almeno nei primi 30 metri (Tabella A):

TABELLA A – Modello geologico-sismico del sito e parametri sismici desunti dal rilievo HVSR-1.

Strato	Profondità (m)	$\mu$	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)
Suolo	0.0 – 1.0	0.4	-	80
Copertura alluvionale	1.0 – 7.0	0.4	-	252
Substrato fratturato	7.0 – 31.0	0.4	-	550
Marnoso-arenacea	31,0 – 160	0,35	-	1140
Calcari marnosi (?)	160 – ?	0.35	-	1960

Dove:  $\mu$  = modulo di Poisson -  $V_p$  = velocità onde sismiche P (compr) -  $V_s$  = velocità onde sismiche S (di taglio)

In base ai dati contenuti della tabella precedente, che tengono conto anche di un rilievo geologico effettuato nell'area più estesa del colle, si può ricavare la velocità sismica equivalente ( $V_{s30}$ ) del sito in esame che risulta pari a:

$$V_{s30} = 30 / [\sum(h_i/V_{s_i})] = 381.90 \text{ m/s}$$

Il valore ricavato della  $V_{s30}$  (circa 380 m/s) fa ricadere il sito in questione nella fascia dei terreni di categoria "B" ( $V_s = 360 \div 800$  m/s) ossia tra i terreni molto compatti o rocce tenere, con spessori di parecchie decine di metri. Il secondo rilievo (HVSR-2) presenta un valore della  $V_{s30}$  anche maggiore di circa 490 m/s per cui si può attribuire al sito in oggetto, vista la buona corrispondenza con i dati geologico-geotecnici (almeno per gli strati superiori A e B), la categoria "B" di sottosuolo (v. Eurocodice 8) ovvero:

Categoria	Descrizione
B	Rocce tenere e terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $360 < V_{s30} < 800$ m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).

Dal punto di vista geologico-strutturale non si rileva la presenza di lineamenti tettonici attivi o comunque in grado di condizionare l'edificabilità del sito.



- Idraulica
- Moto Uniforme

**Geostru PS Parametri sismici v.1.4**

Geostru PS è un software per il calcolo dei parametri sismici secondo le NTC 2008 e la Circolare Ministeriale n. 617 del 2 Febbraio 2009.

La parte innovativa e interessante di Geostru PS è l'integrazione con Google Maps, uno dei sistemi interattivi per la navigazione nelle mappe.

Il sistema di coordinate di Google è WGS84 (World Geodetic System 1984). Il sistema di coordinate del reticolo sismico di riferimento è ED50 (European Datum 1950). **Geostru PS** effettua la conversione automatica dal sistema WGS84 a quello in coordinate ellissoidiche ED50.

**E' possibile scaricare il documento di validazione dalla sezione: Servizi -> Validazione codice di calcolo.**

**Novità: E' disponibile la versione Advanced di GeoStru PS. Per maggiori informazioni [clicca qui](#)**

Cerca Posizione	Determinazione dei parametri sismici
Via <input type="text" value="Feria"/> n° <input type="text"/> Comune <input type="text" value="Torgiano"/> Cap <input type="text"/> Provincia <input type="text" value="Perugia"/> <input type="button" value="Cerca"/>	(1)* Coordinate WGS84 Lat. <input type="text" value="43,079953"/> ° Long. <input type="text" value="12,445278"/> ° (1)* Coordinate ED50 Lat. <input type="text" value="43,080917"/> ° Long. <input type="text" value="12,446223"/> °
Coordinate WGS84 Latitudine <input type="text"/> ° Longitudine <input type="text"/> ° <input type="button" value="Cerca"/>	Classe dell'edificio <input checked="" type="checkbox"/> Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali. Cu = 1 Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100) <input type="text" value="50"/> Interpolazione <input type="text" value="Media ponderata"/> <input type="button" value="Calcola"/>



43.079953, 12.445278

Visualizza vertici della maglia di appartenenza



**Parametri sismici**

(1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc [s]
Operatività (SLO)	30	0,065	2,454	0,269
Danno (SLD)	50	0,083	2,415	0,277
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,202	2,414	0,307
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,256	2,443	0,317
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici					
<input type="radio"/> Muri di sostegno <span style="float: right;"><input type="radio"/> Paratie</span>					
<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)	<input type="text" value="1"/>				
us (m)	<input type="text" value="0,1"/>				
Categoria sottosuolo	<input type="text" value="B"/>				
Categoria topografica	<input type="text" value="T1"/>				
		SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,15"/>	
Cc * Coeff. funz categoria	<input type="text" value="1,43"/>	<input type="text" value="1,42"/>	<input type="text" value="1,39"/>	<input type="text" value="1,38"/>	
St * Amplificazione topografica	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	
<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]		<input type="text" value="0,6"/>			
Coefficienti		SLO	SLD	SLV	SLC
kh		0,016	0,020	0,068	0,082
kv		0,008	0,010	0,034	0,041
Amax [m/s²]		0,765	0,976	2,375	2,985
Beta		0,200	0,200	0,280	0,280
<input type="button" value="Calcola"/>					

\* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

- 
- 
-



## MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO

Per quanto riguarda la microzonazione sismica del sito in oggetto, tenendo conto delle normative di riferimento citate in premessa, si è utilizzato l'approccio di primo livello, in quanto lo studio è finalizzato alla variante al piano regolatore generale del comune di Torgiano.

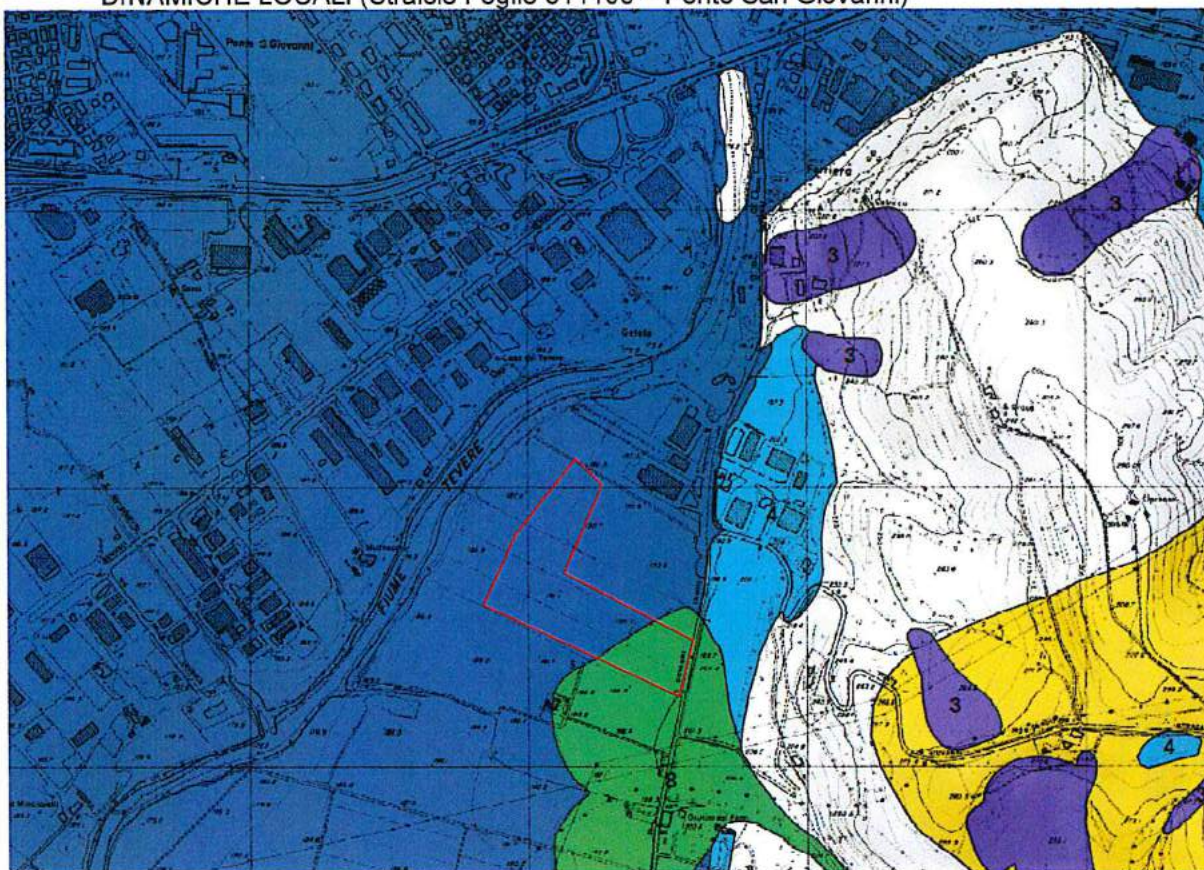
A tale scopo, oltre alle indagini ed ai rilievi sismici citati al punto precedente, si fa riferimento alla cartografia di pericolosità sismica redatta dalla Regione Umbria che evidenzia (Fig. 4) per l'area in questione due microzone omogenee in prospettiva sismica che sono:

- Zona 7 – Zona di fondovalle con depositi alluvionali;
- Zona 8 – Zona pedemontana di falda di detrito o cono di deiezione.

Si tratta quindi di due aree entrambi suscettibili di amplificazione sismica per cause morfologiche – stratigrafiche di cui si può tenere conto nella formazione del P.R.G. e sue varianti (parte strutturale).






La quantificazione della risposta sismica locale può essere approfondita nella successiva fase attuativa del piano (parte operativa).

Fig. 4 – CARTA DELLE ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICHE O INSTABILITA' DINAMICHE LOCALI (Stralcio Foglio 311100 – Ponte San Giovanni)





## Legenda delle zone suscettibili di amplificazioni sismiche o instabilità dinamiche

-  3 - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana
-  4 - Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti
-  7 - Zona di fondovalle con depositi alluvionali
-  8 - Zona pedemontana di falda di detrito o cono di deiezione
-  12 - Zona dei depositi delle unità sintemiche (UBSU)

### CONCLUSIONI

I terreni di copertura presenti nella zona appartengono alla categoria delle terre di natura prevalentemente incoerente (limi sabbiosi compatti) dalla superficie fino a 5÷7 metri di profondità e poi alla categoria delle rocce (arenarie e marne stratificate) dapprima fratturate poi rigide per uno spessore di qualche centinaio di metri.

Dal punto di vista geologico geomorfologico ed idrogeologico, oltre che dalle indagini geotecniche disponibili, la zona in esame è idonea ad ospitare i nuovi insediamenti produttivi previsti dal piano in variante al PRG proposto tenendo conto delle indicazioni date ai punti precedenti.

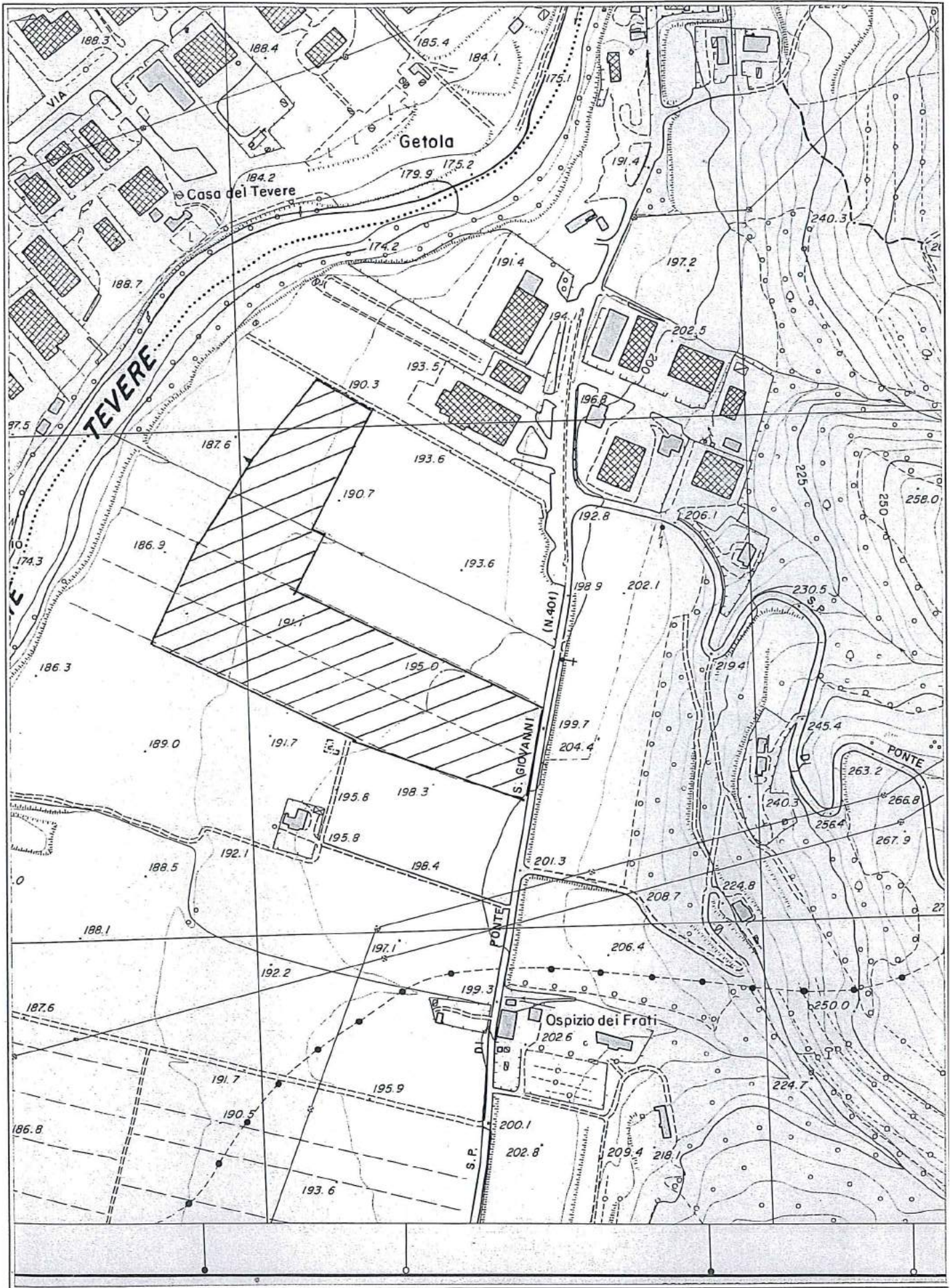
Deruta, lì 7 dicembre 2012

IL TECNICO.  
(Dott. Geol. Maurizio Battistoni)



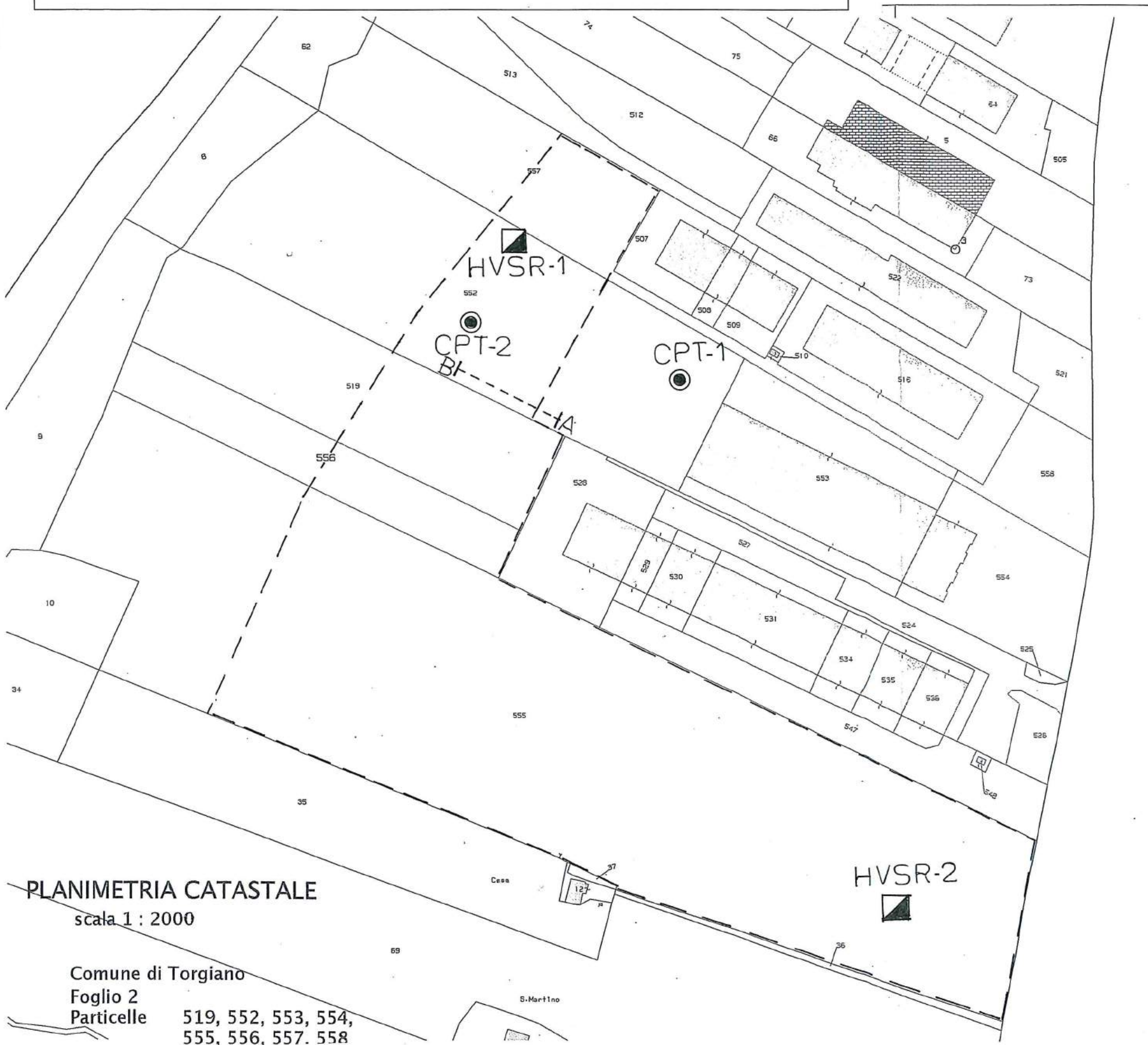


ALLEGATO n°1 - COROGRAFIA Carta Tecnica Regionale - scala 1:5000



AREA IN OGGETTO





PLANIMETRIA CATASTALE

scala 1 : 2000

Comune di Torgiano

Foglio 2

Particelle 519, 552, 553, 554,  
555, 556, 557, 558

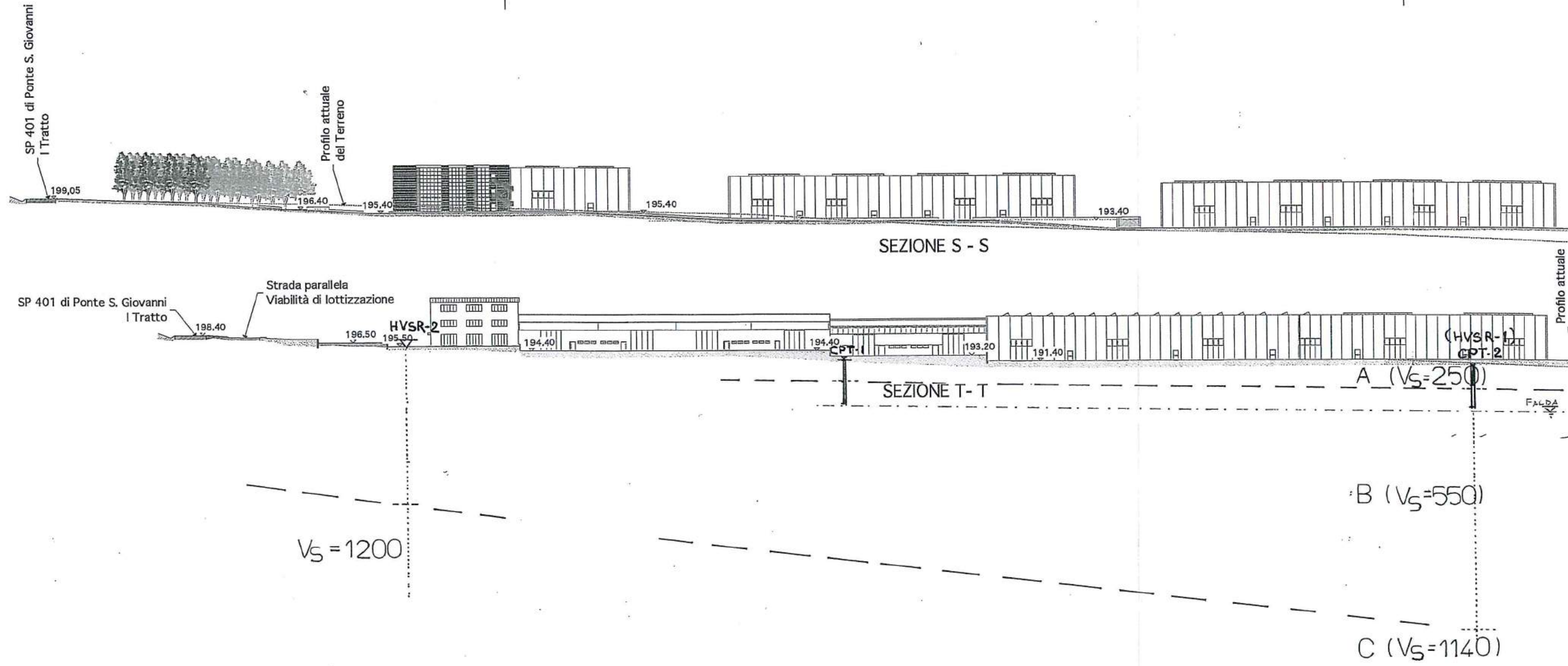
LEGENDA:

● Prove penetrometriche statiche CPT

--- Profilo sismico a rifrazione A-B

▣ Rilievo sismico dei Microtremori - HVSR

ALLEGATO N°3 : PROFILO GEOTECNICO - scala 1:500





Committente: **OMG – OFFICINE MECCANICHE GALLETTI S.r.l.**Località: Ferriera di **TORGIANO (PG)**.

Progetto: Realizzazione edificio industriale.

**INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN POSTO :**

- n°2 Prove penetrometriche statiche CPT (profondità m. 5,00 + 6,00 dal p.c.).
- n°1 Profilo sismico a rifrazione\*\* (stendimento 50 m).

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	$S_r = 15 / R_f$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Modulo di deformazione non drenato	$E_u = 500 c_u OCR^{0.5}$	(Ladde et Al., 1977).

Le prospezioni sismiche a rifrazione sono state eseguite secondo il metodo degli scoppi coniugati (n°2 scoppi eseguiti agli estremi della base sismica A-B).

\*\* I risultati comprendono, per ogni prospezione sismica:

fg. "1") la tabella dei dati della prospezione sismica a rifrazione con i valori dei tempi di ritardo delle onda "p" dedotti dai sismogrammi ottenuti con strumentazione PASI LCM-3 canali;

fg. "2") Le copie delle registrazioni sismiche ottenute in campagna con strumentazione PASI LCM-3 canali;

fg. "3") il grafico delle dromocrone relative agli scoppi diretto e coniugato e l'interpretazione sismica del profilo ottenuti mediante software "Procedure di geofisica" – Università di Napoli "Federico II".

Deruta, li 18/07/2008

**Il Responsabile.**



Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante  
Punta meccanica tipo "Begemann" ( $\phi=35,7$  mm) vertice  $60^\circ$   
Manicotto laterale di frizione (area laterale  $150$  cm $^2$ )  
Velocità d'avanzamento  $2$  cm/s ( $\pm 0,5$  cm/s) - Anello allarg.: si

Committ.: **OMG-OFFICINE MECCANICHE GALLETTI**

Data: 18/07/08

Località: Ferriera di **TORGIANO (PG)**.

Oper.: Ceccobelli

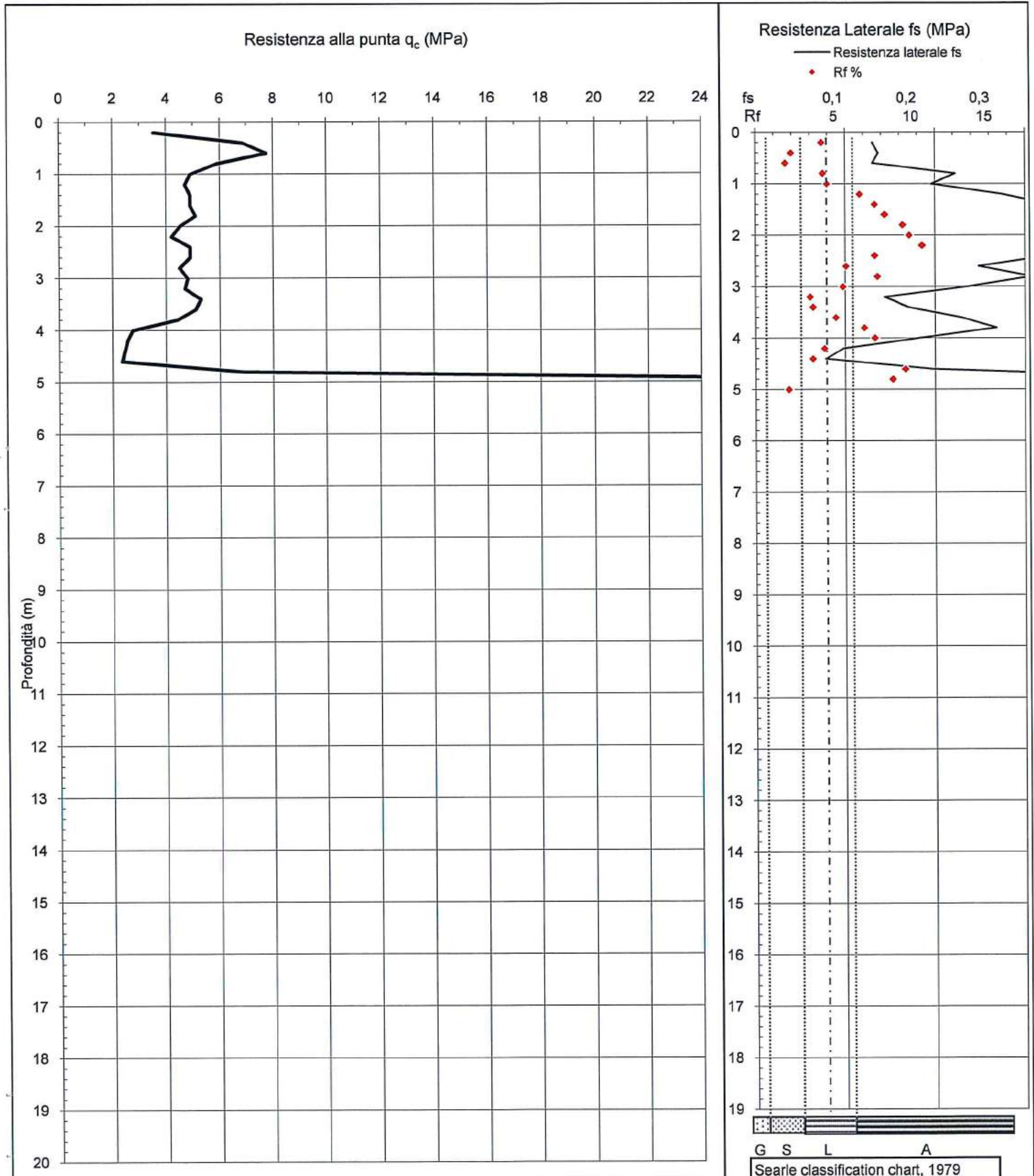
Quota piano camp.: m  $191.0$  s.l.m.

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

Quota inizio prova: m  $191.0$  s.l.m.

Prof. di stab. falda: n.r.

**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**







## PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

**N° 1**

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante  
 Punta meccanica tipo "Begemann" ( $\phi=35,7$  mm) vertice 60°  
 Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm<sup>2</sup>)  
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ( $\pm 0,5$  cm/s) - Anello allarg.: si

Committ.: **OMG-OFFICINE MECCANICHE GALLETTI**  
 Località: **Ferriera di TORGIANO (PG).**  
 Quota piano camp.: m 191.0 s.l.m.  
 Quota inizio prova: m 191.0 s.l.m.

Data: 18/07/08  
 Oper.: **Ceccobelli**  
 Prof. falda da Q.i.: n.r.  
 Prof. stab. falda: n.r.

**VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO**
**PARAMETRI GEOTECNICI**

Prof.	qc	fs	Qt	Rf	lf	$\gamma$	$\gamma_w$	$\sigma'$	OCR	terreni incoerenti				terreni coerenti						
										Dr	Go	E'	Ir	$\phi'^1$	$\phi'^2$	Cu/ $\sigma'$	Cu	St	Eu	
m	MPa	MPa	kN	%	-	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kPa	-	%	MPa	MPa	-	°	°	-	kPa	-	MPa	
0.2	3.5	0.13	4.9	3.7	27	18.0		3.6	6.0	85	23	25.9	81	39	45		32.7	118	4	144
0.4	6.9	0.14	11.8	2.0	50	18.0		7.2	6.0	94	35	50.4	150	39	44		31.7	229	8	280
0.6	7.7	0.13	12.7	1.7	59	18.0		10.8	6.0	92	39	56.9	178	38	43		23.9	258	9	316
0.8	5.9	0.22	10.8	3.8	26	18.0		14.4	6.0	80	36	43.2	79	35	41		13.6	196	4	240
1.0	4.9	0.20	11.4	4.0	25	18.5		18.1	6.0	71	35	36.0	75	33	39		9.0	163	4	199
1.2	4.7	0.27	11.8	5.8	17	19.5		22.0	6.0	67	35	34.6	51	32	37		7.1	156	3	191
1.4	4.9	0.33	14.7	6.7	15	19.5		25.9	6.0	66	37	36.0	45	31	37		6.3	163	2	199
1.6	4.9	0.35	16.7	7.2	14	19.5		29.8	6.0	64	38	36.0	42	30	36		5.5	162	2	199
1.8	5.1	0.42	21.6	8.2	12	19.5		33.7	6.0	64	39	37.5	37	30	36		5.0	169	2	207
2.0	4.5	0.39	24.5	8.6	12	19.5		37.6	6.0	58	37	33.2	35	29	34		4.0	149	2	183
2.2	4.2	0.39	26.5	9.3	11	19.5		41.5	6.0	55	37	31.0	32	28	33		3.4	139	2	170
2.4	4.9	0.33	29.4	6.7	15	19.5		45.4	6.0	58	40	36.0	45	28	34		3.6	162	2	198
2.6	4.9	0.25	31.4	5.1	20	19.5		49.3	6.0	57	41	36.0	59	28	33		3.3	162	3	198
2.8	4.5	0.31	31.4	6.8	15	19.5		53.2	6.0	54	40	33.2	44	27	32		2.8	149	2	182
3.0	4.8	0.24	34.3	4.9	20	19.0		57.0	6.0	54	41	35.3	61	27	32		2.8	158	3	194
3.2	4.7	0.14	34.3	3.1	33	18.0		60.6	6.0	53	41	34.6	98	26	32		2.6	155	5	190
3.4	5.3	0.17	33.3	3.2	31	18.0		64.2	6.0	55	44	38.9	93	27	32		2.7	174	5	214
3.6	5.1	0.23	35.3	4.5	22	18.5		67.9	5.0	54	44	34.2	67	26	32		2.5	168	3	188
3.8	4.4	0.27	35.7	6.1	16	19.5		71.8	5.0	49	42	29.6	49	25	30		2.0	145	2	162
4.0	2.7	0.18	36.3	6.7	15	19.5		75.7	4.0	34	35	16.5	45	22	27		1.2	89	2	89
4.2	2.5	0.10	33.3	3.8	26	18.0		79.3	4.0	31	34	15.3	78	21	26		1.0	82	4	82
4.4	2.5	0.08	30.4	3.2	31	18.0		82.9	3.0	30	34	12.7	94	21	26		1.0	79	5	68
4.6	2.4	0.20	27.5	8.3	12	19.5		86.8	3.0	28	34	12.2	36	20	25		0.9	76	2	65
4.8	6.9	0.52	25.5	7.6	13	19.5		90.7	5.0	58	53	46.1	39	26	32		2.5	226	2	252
5.0	35.3	0.65	54.9	1.9	54	18.0		94.3	6.0	104	##	259.4	162	35	40		12.4	1174	8	1437



Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante  
Punta meccanica tipo "Begemann" ( $\phi=35,7$  mm) vertice 60°  
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm<sup>2</sup>)  
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ( $\pm 0,5$  cm/s) - Anello allarg.: si

Committ.: **OMG-OFFICINE MECCANICHE GALLETTI**

Data: 18/07/08

Località: Ferriera di **TORGIANO (PG)**.

Oper.: Ceccobelli

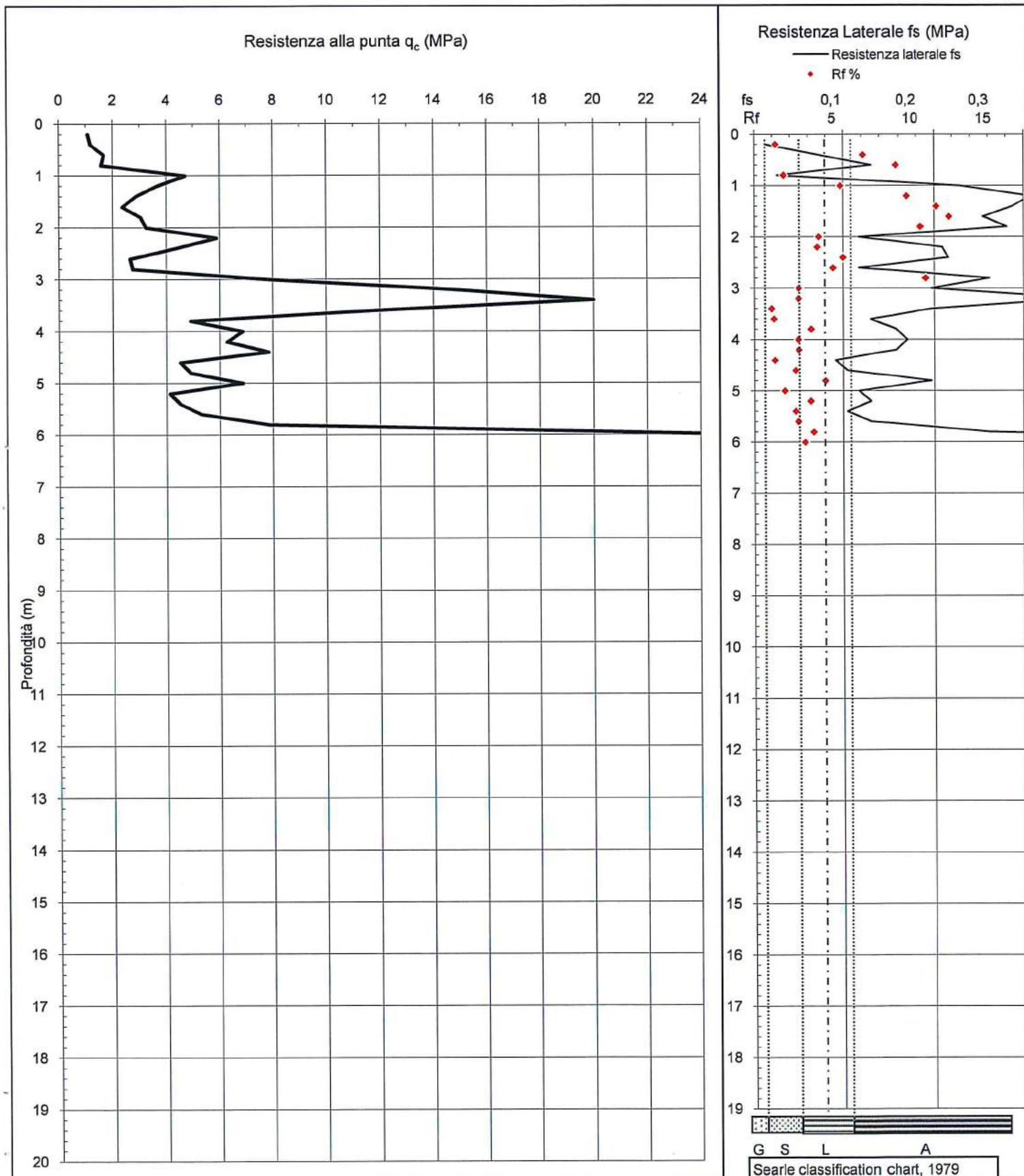
Quota piano camp.: m 188.0 s.l.m.

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

Quota inizio prova: m 188.0 s.l.m.

Prof. di stab. falda: n.r.

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA







## PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

**N° 2**

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante	Committ.: <b>OMG-OFFICINE MECCANICHE GALLETTI</b>	Data: 18/07/08
Punta meccanica tipo "Begemann" ( $\phi=35,7$ mm) vertice $60^\circ$	Località: <b>Ferriera di TORGIANO (PG)</b> .	Oper.: <b>Ceccobelli</b>
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm <sup>2</sup> )	Quota piano camp.: m 188.0 s.l.m.	Prof. falda da Q.i.: n.r.
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ( $\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: si	Quota inizio prova: m 188.0 s.l.m.	Prof. stab. falda: n.r.

**VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO**
**PARAMETRI GEOTECNICI**

Prof.	qc	fs	Qt	Rf	lf	$\gamma$	$\gamma_w$	$\sigma'$	OCR	terreni incoerenti				terreni coerenti						
										Dr	Go	E'	Ir	$\phi^{1'}$	$\phi^{2'}$	Cu/ $\sigma'$	Cu	St	Eu	
m	MPa	MPa	kN	%	-	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kPa	-	%	MPa	MPa	-	°	°	-	kPa	-	MPa	
0.2	1.1	0.01	1.1	1.2	83	18.0		3.6	6.0	51	14	7.9	248	34	39		10.0	36	12	44
0.4	1.2	0.07	1.6	6.1	16	19.5		7.5	6.0	43	16	8.6	49	30	36		5.2	39	2	48
0.6	1.7	0.13	2.9	7.8	13	19.5		11.4	6.0	47	20	12.3	38	30	35		4.8	55	2	68
0.8	1.6	0.03	3.9	1.7	60	18.0		15.0	6.0	41	20	11.5	180	28	34		3.5	52	9	63
1.0	4.7	0.23	5.5	4.9	21	19.0		18.8	6.0	70	34	34.6	62	33	38		8.3	156	3	191
1.2	3.6	0.31	7.8	8.5	12	19.5		22.7	6.0	59	31	26.7	35	30	36		5.3	120	2	147
1.4	2.8	0.29	8.0	10.1	10	19.5		26.6	6.0	50	29	20.9	30	28	34		3.5	94	1	115
1.6	2.4	0.25	8.0	10.8	9	19.5		30.5	6.0	43	27	17.3	28	26	32		2.5	77	1	95
1.8	3.0	0.28	8.2	9.2	11	19.5		34.4	6.0	48	31	22.3	32	27	33		2.9	100	2	123
2.0	3.2	0.12	13.7	3.6	28	18.0		38.0	6.0	49	32	23.8	83	27	32		2.8	107	4	131
2.2	5.9	0.21	12.2	3.6	28	18.0		41.6	6.0	65	43	43.2	84	30	35		4.7	195	4	239
2.4	4.3	0.22	14.1	5.0	20	19.5		45.5	6.0	54	38	31.7	60	27	33		3.1	142	3	174
2.6	2.6	0.12	13.7	4.4	23	18.5		49.2	5.0	39	31	17.8	68	24	30		1.8	87	3	97
2.8	2.7	0.26	13.3	9.5	11	19.5		53.1	5.0	39	32	18.4	32	24	29		1.7	90	2	100
3.0	7.8	0.20	24.5	2.5	40	18.0		56.7	6.0	68	51	57.7	120	30	35		4.6	260	6	318
3.2	14.7	0.37	24.5	2.5	40	18.0		60.3	6.0	86	69	108.1	121	33	38		8.1	488	6	598
3.4	20.0	0.20	39.2	1.0	102	18.0		63.9	6.0	94	80	147.0	306	34	39		10.4	665	15	814
3.6	11.8	0.13	19.6	1.1	90	18.0		67.5	6.0	78	63	86.5	270	31	36		5.8	390	14	478
3.8	4.9	0.16	11.8	3.2	31	18.0		71.1	5.0	52	44	32.9	94	26	31		2.3	161	5	180
4.0	6.9	0.17	13.7	2.5	40	18.0		74.7	6.0	61	50	50.4	121	27	33		3.0	226	6	277
4.2	6.3	0.16	13.3	2.5	40	18.0		78.3	6.0	57	49	46.1	120	27	32		2.6	207	6	253
4.4	7.8	0.09	14.7	1.2	86	18.0		81.9	6.0	63	54	57.7	257	28	33		3.2	259	13	317
4.6	4.5	0.10	10.8	2.3	43	18.0		85.5	5.0	47	43	30.3	129	24	30		1.7	148	6	165
4.8	4.9	0.20	11.4	4.0	25	18.5		89.2	5.0	48	45	32.9	75	24	30		1.8	160	4	179
5.0	6.9	0.12	14.1	1.7	58	18.0		92.8	5.0	58	53	46.1	175	26	32		2.4	226	9	252
5.2	4.1	0.13	10.8	3.2	32	18.0		96.4	4.0	42	43	24.7	95	23	28		1.4	134	5	134
5.4	4.5	0.10	11.4	2.3	43	18.0		100.0	4.0	44	45	27.1	129	23	29		1.5	147	6	147
5.6	5.3	0.13	11.8	2.5	41	18.0		103.6	5.0	49	48	35.5	122	24	29		1.7	173	6	194
5.8	7.8	0.26	14.1	3.3	30	18.0		107.2	5.0	59	57	52.6	90	26	32		2.4	258	5	288
6.0	25.5	0.73	35.3	2.8	35	18.0		110.8	6.0	93	97	187.4	105	32	38		7.6	846	5	1036



SOILTECNO s.r.l. - DERUTA (PG)  
Indagini nel sottosuolo

Procedure di Geofisica v2.0 - Indagine Sismica a Rifrazione

Stendimento: OMG                      profilo: A-B                      azimuth: NO60W  
Localita : Ferriera di TORGIANO                      Data: 22/07/08  
Offset = 5 m                      Distanza intergeofonica = 5 m

PUNTI SPERIMENTALI

Stendim. diretto		Stendim. coniugato	
Distanza [m]	Tempo [ms]	Distanza [m]	Tempo [ms]
5.0	12.2	5.0	11.2
10.0	16.6	10.0	19.2
15.0	21.4	15.0	22.4
20.0	24.2	20.0	24.4
25.0	25.0	25.0	24.8
30.0	26.4	30.0	28.2
35.0	29.8	35.0	28.6
40.0	31.8	40.0	29.8
45.0	32.0	45.0	33.2

Strato	Vel. dir. [m/s]	t. int. [ms]	Vel. con. [m/s]	t. int. [ms]
1	409.8	0.0	446.4	0.0
2	1087.0	7.5	625.0	3.2
3	2786.6	16.5	2978.7	17.3

INTERPRETAZIONE

Strato	Velocita [m/s]	Spess.A [m]	Spess.B [m]	Dip [deg]	Prof.A [m]	Prof.B [m]
1	428.1	2.0	0.8	= =	2.0	0.8
2	781.5	3.1	5.6	10	5.1	6.4
3	2755.7	= = =	= = =	-10	= = =	= = =