

REGIONE UMBRIA – COMUNE DI ASSISI

Dott. Geol. Guido Servoli

Geologia-Geotecnica-Idrogeologia-Geofisica

Via della Resistenza, n. 8 - 06064

Tavernelle di Panicale (PG) - P.I. 02208480547

e-mail: geotrivel@libero.it

Tel/Fax: 075832492 – 3357028100

Sede di Perugia: Via E. Toti n. 69 - 06128



**OGGETTO: RELAZIONE GEOLOGICA PER LA VARIANTE AL PIANO REGOLATORE GENERALE – Parte Operativa –
RELATIVA ALL'AMPLIAMENTO DELL'OPIFICIO SITO IN FRAZIONE TORDANDREA, NEL COMUNE DI ASSISI.**

OGGETTO: RELAZIONE GEOLOGICA

Data: Novembre 2022

RICHIEDENTE:

MIAL - F.Ili Massini S.r.l.

Il Tecnico

Dott. Geol. Guido Servoli



1. PREMESSA

La presente relazione espone i risultati conseguiti in un'indagine geologica e geofisica svolta su incarico della MIAL dei F.lli Massini s.r.l., per la Variante al PIANO REGOLATORE GENERALE – Parte Operativa – relativa all'Ampliamento dell'Opificio sito in Fraz. Tordandrea, nel comune di Assisi.

Riferendosi allo sviluppo del vigente catasto terreni del comune di Assisi, l'area è compresa nelle particelle n. 600-650 (parte) del foglio n. 138.

L'area ove si prevede l'intervento è nei pressi della Fraz. Tordandrea, nel territorio comunale di Assisi.

2. OGGETTO E METODO DI INDAGINE

Il sottoscritto per i dati geognostici si è avvalso dei dati provenienti da prove penetrometriche statiche eseguite in passato per la costruzione dei capannoni esistenti ed ubicate in planimetria.

Il Quadro normativo, basato sulle nuove Norme Tecniche, Ordinanze ed Istruzioni Tecniche, è il seguente:

L.R. 1/2015, art. 28, comma 10 e art. 106; art. 89 del DPR 380/2001 per la verifica delle condizioni geomorfologiche del territorio, di cui la L. 64 del 03/02/74 art. 2.

- Norme Tecniche per le Costruzioni – Testo Unico (D.M. 17/01/2018)
- OPCM 3274 del 20/03/2003 – Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per costruzioni in zona sismica e successive modifiche ed integrazioni (OPCM 3316, OPCM 3431).
- Legge Regionale Testo Unico 1/2015
- Norme Tecniche di Attuazione PRG del Comune di Assisi

Inoltre per gli aspetti sismici è stato predisposto uno studio di Microzonazione Sismica di II° Livello con effettuazione di prove geofisiche in sito, di cui si riportano più avanti i risultati.

La disposizione dei terreni e la stratigrafia è stata ricavata, come detto in precedenza mediante indagini penetrometriche eseguite sul lotto limitrofo e per quanto riguarda la superficie di falda, attraverso i dati di pozzi privati esistenti in zona (essenzialmente quello di proprietà).

La relazione comprende i seguenti argomenti:

- **Inquadramento geomorfologico**
- **Geologica della zona e caratteristiche idrogeologiche**
- **Caratterizzazione geotecnica**
- **Microzonazione Sismica di II° Livello**
- **Considerazioni finali**

Si allegano:

- 1- Estratto dalla corografia IGM 1:25.000
- 2- Estratto dalla planimetria catastale con ubicazione della zona Scala 1:2.000
- 3- CTR – Scala 1:5.000 con ubicazione prove limitrofe
- 4- Estratto Carta Geologica - Scala 1:10.000
- 5- Estratto Carta Geomorfologica di PRG – Scala 1:10.000
- 6- Estratto Carta Idrogeologica ed Idraulica di PRG – Scala 1:10.000
- 7- Estratto Carta di Pericolosità Sismica – Scala 1:10.000
- 8- Estratto Carta di Propensione al dissesto di PRG – Scala 1:10.000
- 9- Estratto Carta Zooning Geologico-Tecnico di PRG – Scala 1:10.000
- 10- Sezione con schema dei rapporti stratigrafici - Scala 1:250

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La zona in esame è ubicata in prossimità dell’abitato di Tordandrea nel comune di Assisi (vedi carta topografica Scala 1:25.000), ad una quota di circa 195 m. s.l.m.

La proprietà è situata lungo la valle del F. Chiascio, ad una distanza di circa 1.7 Km. dall’alveo del fiume stesso. Detto corso d’acqua, dopo un percorso meandriforme, riceve le acque del fiume Topino, che scorre poco più a sud della zona oggetto di studio.

Sono presenti inoltre alcune canalizzazioni di tipo artificiale che consentono il drenaggio delle acque superficiali; sempre a sud si trova un tratto pressochè pianeggiante, costituito dai sedimenti fluvio-lacustri terrazzati che si raccorda con le colline della formazione Marnoso-Arenacea (ad acclività accentuata) attraverso una fascia di sedimenti di facies lacustre a debole pendenza.

La zona, rispetto all’alveo del Fiume Chiascio, si trova più elevata di circa 10-12 m.

Si rilevano elementi morfologici di origine antropica (più a Nord del sito di studio) consistenti in depressioni contornate da scarpate, in genere inferiori a 10 m. e frequentemente alte non più di 4-5 m.; tali depressioni sono in via di recupero e livellamento e non interessano i terreni oggetto dell’intervento, dal quale distano non meno di 2 Km.

Data la morfologia pianeggiante, si esclude il verificarsi di fenomeni franosi.

Il rilevamento di campagna, unitamente alla consultazione dell’Estratto di PRG “Carta di Propensione al dissesto”, non evidenzia a grande scala fenomeni franosi in atto, né segni d’instabilità latente.

I principali elementi geomorfologici sono elencati nella Carta Geomorfologica – All. n. 5.

4. GEOLOGIA DELLA ZONA E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Nell'area affiorano i sedimenti alluvionali terrazzati quaternari, come si può vedere dall'elaborato n. 4 (Carta Geologica in Scala 1:10.000).

In superficie, nei campi intorno è possibile rinvenire uno spessore di terreno agrario di circa 70-80 cm.

La successione stratigrafica locale, determinata attraverso le prove penetrometriche statiche limitrofe, è riportata nella sezione geologica di dettaglio (Scala 1:250) ed è la seguente, dall'alto verso il basso:

- da 0 a circa 1,2-1,4 m. di profondità:

 - Terreno di riporto e/o alterazione superficiale

- da circa 1,2-1,4 m. a circa 4,4 m. dal p.c.:

 - Limi argillosi con intercalazioni di limi-sabbiosi e/o sabbie limose a consistenza medio-bassa

- da circa 4,4 m. e fino alla profondità di 9,6 m. dal p.c.:

 - Limi argillosi a consistenza medio-bassa.

Accanto alla stratigrafia nell'allegato n. 10 sono riportati anche i parametri geotecnici.

Tali sedimenti ricoprono con uno spessore di alcune decine di metri (50 m. in prossimità del centro di S.M. degli Angeli), i depositi fluvio-lacustri plio-pleistocenici, costituiti prevalentemente da limi ed argille grigio-azzurrognole.

Le litologie presenti nella zona al variare della profondità determinano valori del grado di permeabilità differenti. Dai dati in possesso e da quelli dei pozzi esistenti in prossimità dell'area, si può affermare che l'acquifero più superficiale è all'interno di livelli sabbioso-limosi e ghiaioso-sabbiosi ad una profondità variabile e compresa fra -3 m. e -7 m dal p.c.

Più in basso si assiste ad una diminuzione del coefficiente di permeabilità per la presenza di litologie limo-argillose; per cui le falde più in profondità sono localizzate in corrispondenza della presenza di spessori considerevoli di sabbie.

Data la presenza di un acquifero abbastanza superficiale nella Carta Idrogeologica ed Idraulica (Elaborato di PRG), la zona viene considerata con grado di vulnerabilità alto, all'interno di una scala il cui massimo è rappresentato dai livelli superiori rispettivamente "Elevato" e "Molto Elevato", di grado maggiore rispetto alla zona di studio (vedi elaborato n. 6 – Carta Idrogeologica ed Idraulica di PRG).

5. CARATTERISTICHE IDRAULICHE

Per quanto riguarda le caratteristiche idrauliche della zona si può confrontare la Carta Idrogeologica ed Idraulica (Estratto di PRG – All. n. 6), nella quale la zona ricade tra quelle esondabili con tempo di ritorno di 500 anni.

6. PROPENSIONE AL DISSESTO

In questa carta sono rappresentate le forme del dissesto (frane etc....) e si può vedere che l'area è potenzialmente stabile in quanto abbiamo pendenze nulle; per cui la propensione al dissesto è bassa e l'area non è interessata da movimenti franosi (vedi All. n. 8).

7. ZONING GEOLOGICO-TECNICO

Questa carta rappresenta il Rischio Geologico-Idrogeologico ed Idraulico; si può notare che l'area rientra tra quelle "AREE A BASSO RISCHIO GEOLOGICO – IDROGEOLOGICO – IDRAULICO con esondabilità riferita a tempi di ritorno di 500 anni.

8. CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA

Questa carta (All. n. 7) mette in mostra la suscettibilità sismica delle aree; per quanto riguarda l'abitato di Tordandrea la suscettibilità sismica è bassa, mentre può essere suscettibile dal punto di vista delle caratteristiche dei terreni che risultano scadenti (Zone 4 nella cartografia).

Ed è per questo che nella fase esecutiva si dovranno approfondire le indagini geotecniche in sito per verificare la consistenza dei terreni.

9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per determinare le qualità fisico-meccaniche dei terreni si è fatto ricorso ai dati delle prove penetrometriche statiche eseguite in sito (cfr. allegato prove), in corrispondenza degli ampliamenti dei capannoni esistenti.

I valori permettono di considerare i terreni prevalentemente limo-argilloso-sabbiosi fino a circa 4,5 m. di profondità e limo-argillosi da circa 4,5 m. fino alla profondità di investigazione, con presenza di lenti sabbio-limose tra -4 m. e -7 m. di profondità e spessore variabile da zona a zona; l'interpretazione stratigrafica e le variazioni litologiche dei terreni sono riportati nell'allegato n. 10.

La correlazione tra le prove, sia per la litologia, che per la caratterizzazione geotecnica, permette di stabilire una certa continuità laterale dei sedimenti; negli allegati delle prove penetrometriche sono riportati i valori dei parametri geotecnici, anche riproposti nell'allegato n. 10.

Di seguito vengono riportate delle tabelle, per singola prova, relative ai parametri geotecnici determinati con le prove penetrometriche statiche, oltre che un'interpretazione degli stessi con il software "geostru".

La superficie di falda risulta a circa 4 m. dal p.c. (vedi prove); si tratta di una filtrazione a carattere superficiale e localizzata, dato che si è potuta rinvenire solo in corrispondenza della prova n. 2 (Anno 2005).

Segue elaborazione dati prove (1999-2005) oltre che una breve introduzione sulle modalità di esecuzione delle prove penetrometriche statiche.

Sono stati appunto eseguiti in tutto n. 4 sondaggi penetrometrici, con strumentazione penetrometro statico SP/100KN Deep Drill e con Penetrometro PAGANI, con caratteristiche riferibili ad un penetrometro *Olandese tipo Gounda*; la strumentazione è montata su mezzo semovente, e viene ancorata al suolo mediante una coppia di eliche.

La singola prova consiste nell'infissione a pressione (con velocità costante = 2 cm/sec) una punta conica (tipo Beegeman), misurando separatamente, ma con continuità (ogni 20 cm.), lo sforzo necessario alla penetrazione della punta e l'adesione terreno acciaio di un manicotto posto sopra la punta.

I valori di lettura alla punta e al manicotto consentono di ottenere:

- R_p o q_c (resistenza alla punta) in Kg/cm^2 ;
- $R_p + R_l$ (punta e resistenza laterale) in Kg/cm^2 .

I dati di campagna di ogni singola prova sono riportati, in funzione della profondità, su apposite tabelle numeriche e grafiche, queste consentono la discretizzazione del terreno indagato in livelli caratterizzati da valori di R_p e R_l relativamente costanti per tutto lo spessore dello strato.

Gli orizzonti ottenuti possono essere poi interpretati seguendo le indicazioni dell'ampia bibliografia presente per il tipo di indagine, nella tabella VALUTAZIONI LITOLOGICHE e GEOTECNICHE, si è utilizzata la seguente bibliografia.

- Determinazione della litologia.
- **Metodo di Begemann (1965)**

Raccomandazioni A.G.I. (1977)

Metodo di Schmertmann (1978)

Coesione non drenata C_u (in Kg/cm^2)

solo per terreni coesivi, da Racc. A.G.I. (1977), Ricceri et al. (1974), Marsland et al. (1974/1979).

Densità relativa $D_r\%$,

per terreni granulari da correlazione di Meyerhof (1956-1965).

Angolo di attrito interno efficace ϕ' ,

per terreni granulari, si utilizzano differenti correlazioni, di cui:

Per sabbie limose (limo > 5%) la relazione di Meyerhof (1956);

Per sabbie si utilizzano formule in funzione di R_p e di σ'_{vo} (pressione verticale efficace) Durgunoglu & Mitchell (1975).

Per valori di $R_p < 25$ la formula tratta da "Fondazioni" di J.E. Bowels.

Modulo edometrico (M_0 in Kg/cm^2) (Sanglerat 72, Mitchell-Gardner 75, Ricceri et Al. 74, Holden 73), con relazioni differenti per terreni attritivi e coesivi.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI prova Cpt 1 con prog. geostru

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm^2)	fs (Kg/cm^2)	nsione litostati totale (Kg/cm^2)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm^2)	Correlazione	Cu (Kg/cm^2)
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,26
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,58
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,26

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Metodo generale del modulo Edometrico	27,41
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Metodo generale del modulo Edometrico	46,32
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Metodo generale del modulo Edometrico	32,27

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Cancelli 1980	183,54
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Cancelli 1980	416,55
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Cancelli 1980	186,29

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Imai & Tomauchi	74,86
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Imai & Tomauchi	125,18
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Imai & Tomauchi	85,29

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Schmertmann 1978	OCR = 6
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Schmertmann 1978	OCR = 6
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Schmertmann 1978	OCR=1

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Meyerhof	1,74
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Meyerhof	1,87
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Meyerhof	1,74

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	---	--	---	-----

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Meyerhof	1,82
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Meyerhof	1,95
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Meyerhof	1,82

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Piacentini-Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Piacentini-Righi 1988	3,76E-09
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Piacentini-Righi 1988	2,19E-08

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,40	5,0	0,4	0,11	0,11	Piacentini-Righi 1988	1,5E-07
Strato 2	4,40	11,6	0,56	0,49	0,49	Piacentini-Righi 1988	1,309943E-04
Strato 3	9,60	6,19	0,28	1,22	1,22	Piacentini-Righi 1988	4,075685E-04

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI prova Cpt 2 con prog. geostru

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,21
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,5
Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,49

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Metodo generale del modulo Edometrico	22,83
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Metodo generale del modulo Edometrico	43,01
Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Metodo generale del modulo Edometrico	44,13

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	---	---	--------------	-----------------------------

Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Cancelli 1980	148,03
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Cancelli 1980	356,15
Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Cancelli 1980	346,56

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Imai & Tomauchi	65,32
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Imai & Tomauchi	112,57
Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Imai & Tomauchi	116,34

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Schmertmann 1978	OCR = 6
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Schmertmann 1978	OCR = 6
Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Schmertmann 1978	OCR = 1-1.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Meyerhof	1,7
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Meyerhof	1,85

Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Meyerhof	1,84
----------	------	-------	------	------	------	----------	------

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	0,16	0,02

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Meyerhof	1,78
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Meyerhof	1,93
Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Meyerhof	1,92

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48		<5

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Meyerhof 1951	23,19

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Robertson & Campanella 1983	27,56

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Robertson & Campanella da Schmertmann	20,27

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Imai & Tomauchi	139,07

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione e	Ocr
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Stress- History	0,67

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Kulhawy-Mayne (1990)	0,27

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	0,16352	0,02126

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Meyerhof	2,1

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,25

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Robertson e Wride 1997	0,551

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Piacentini- Righi 1988	4,50E-10
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Piacentini- Righi 1988	1,34E-04
Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Piacentini- Righi 1988	2,85E-05

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0,80	4,0	0,44	0,05	0,05	Piacentini-Righi 1988	1,2E-07
Strato 2	2,40	9,75	0,52	0,25	0,25	Piacentini-Righi 1988	1,317007E-05
Strato 3	4,20	13,78	0,32	0,57	0,48	Piacentini-Righi 1988	5,529115
Strato 4	7,60	10,29	0,28	1,05	1,05	Piacentini-Righi 1988	0,8810938

Di seguito elaborati prove penetrometriche.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici si consulti l'allegato n. 10 (Sezione con parametri geotecnici).

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 1 TABELLE VALORI RESISTENZA REL 1993

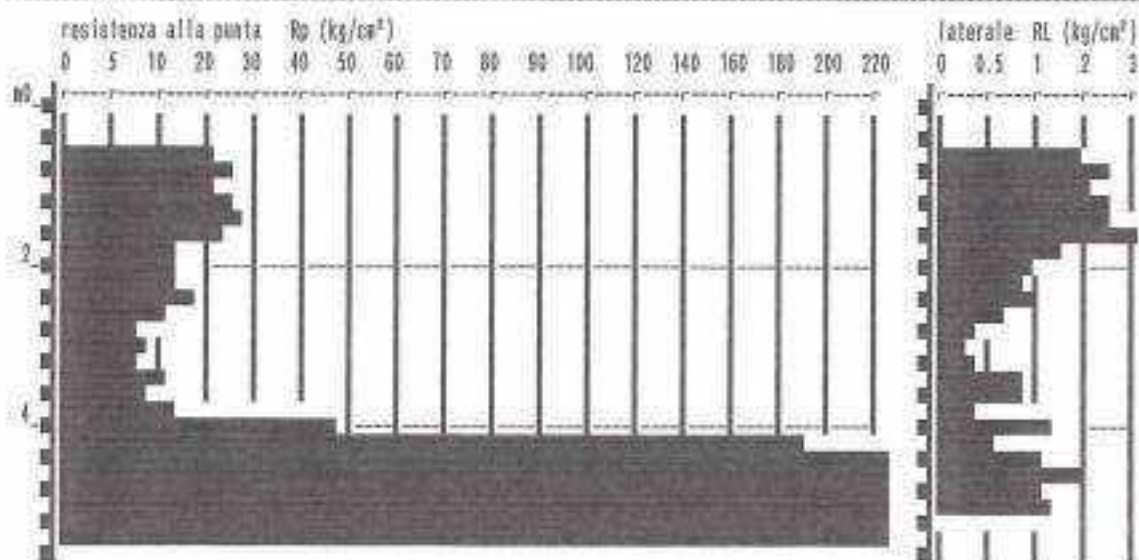
PENETROMETRO STATICO tipo COUDA da 10t (con anello allargatore) - avanz. 2 cm/s - COSTANTE TRASFORMAZIONE Ct = 10,00
 punta meccanica tipo Begemann Ø 35,1mm (area punta 10cm² - apertura 60°) - manicotto laterale (superficie 150 cm²)
 Cantiere: NIAL quota inizio: ---
 Località: Tordandrea prof. falda = 3.00 m da quota inizio
 data: 04-08-99

Letture di campagna				Rp	RI	Rp/RI	Rt	Letture di campagna				Rp	RI	Rp/RI	Rt
prof.(m)	punta later. totale			kg/cm²	kg/cm²	-	kg	prof.(m)	punta later. totale			kg/cm²	kg/cm²	-	kg
0.20	-	-	-	-	-	-	-	3.00	9.0	15.0	134.0	9	0.33	27	1340
0.40	-	-	-	-	-	-	-	3.20	8.0	13.0	118.0	8	0.40	20	1180
0.60	22.0	-	44.0	22	2.07	11	440	3.40	12.0	18.0	98.0	12	0.87	14	980
0.80	26.0	57.0	81.0	26	2.53	20	610	3.60	9.0	23.0	92.0	9	0.93	10	920
1.00	22.0	60.0	80.0	22	2.13	10	300	3.80	15.0	29.0	80.0	15	0.40	38	800
1.20	26.0	58.0	106.0	26	2.67	10	1060	4.00	48.0	54.0	105.0	48	1.33	36	1050
1.40	28.0	68.0	128.0	28	2.67	11	1280	4.20	190.0	210.0	180.0	190	0.60	317	1800
1.60	24.0	64.0	128.0	24	3.27	7	1280	4.40	246.0	257.0	250.0	246	1.27	196	2500
1.80	15.0	64.0	133.0	15	1.60	9	1330	4.60	298.0	318.0	352.0	298	2.00	150	3520
2.00	15.0	39.0	169.0	15	1.00	15	1690	4.80	285.0	315.0	389.0	285	1.20	237	3890
2.20	15.0	30.0	150.0	15	0.87	17	1500	5.00	324.0	342.0	357.0	324	1.47	221	3570
2.40	17.0	30.0	147.0	17	1.00	17	1470	5.20	290.0	312.0	419.0	290	-	-	4190
2.60	12.0	77.0	150.0	12	0.67	18	1500	5.40	619.0	-	1000	619	-	-	10000
2.80	8.0	18.0	144.0	8	0.40	20	1440								

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 1 DIAGRAMMI DI RESISTENZA

PENETROMETRO STATICO tipo GONDA da 10 t
 Cantiere: NIAL
 Località: Tordandrea

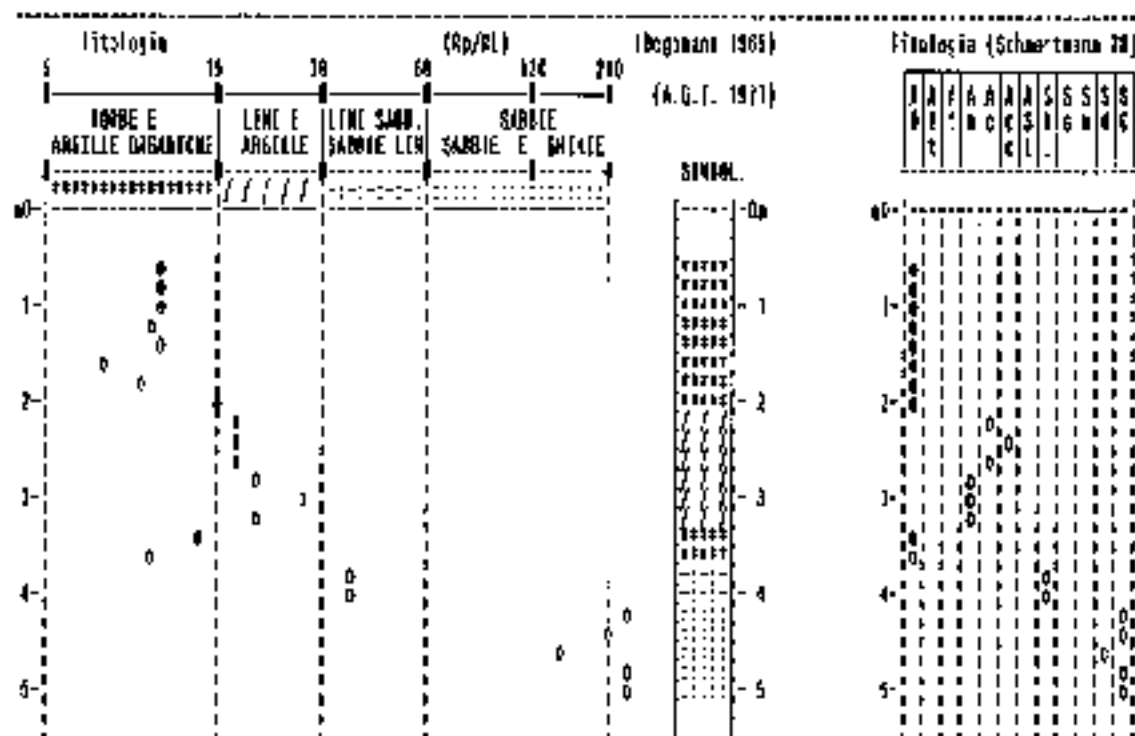
data: 04-03-95
 quota inizio: ---
 prof. falda = 3.00 m da quota inizio



PROVA PENETROMETR. STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1
06/ 1993

PENETROMETRO STATICO Capo SONDA da 10 L
Cantiera : MEAL
Località : Te-Mandrea

data : 04-09-99
quota inizio : ...
prof. della = 3,00 m ca quota inizio


PROVA PENETROMETRA. STATICA CPT 1
PARAM. GEOTECHNICI tabelle RAL 1993

PENETROMETRO STATICO tipo CONDA da 10 t

Cantiere : NAAL

Località : Cordandrea

data : 04-09-99

quota inizio : --

prof. fondo = 3.00 m da quota inizio

MANIPOLA COLSILA										MANIPOLA GRANULARE												
prof.	Rp	Rp/RL	MANIPOLA	f'	σ'Ve	CU	BCU	E50	E25	R0	Dr	ρ1s	ρ2s	ρ3s	ρ4s	ρ50	ρ90	A50/g	E'50	E'25	Mo	
(m)	kg/cm²	(-)	LITOL.	t/m²	kg/cm²	kg/cm²	(-)	kg/cm²	kg/cm²	(-)	%	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(-)	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	
0.20	-	-	-	-	1.05	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0.40	-	-	-	-	1.05	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0.80	22	11	4	-	1.00	0.31	0.35	18.6	144	260	56	34	39	18	42	48	48	26	3.178	31	59	66
0.80	24	10	4	-	1.05	0.35	0.32	60.3	154	233	58	32	36	19	42	48	48	26	3.168	34	65	74
1.20	28	10	4	-	1.05	0.36	0.25	43.8	144	236	58	33	37	20	41	43	34	24	3.134	31	59	64
1.20	26	10	4	-	1.05	0.32	0.34	33.8	158	243	58	32	37	20	41	43	34	24	3.163	35	65	74
1.40	28	10	4	-	1.05	0.35	0.31	32.6	164	246	64	38	37	20	41	43	37	27	3.134	31	70	84
1.80	24	7	4	-	1.03	0.38	0.29	24.8	151	223	52	37	35	18	40	42	34	28	3.117	36	60	72
1.80	18	8	2	2	1.00	0.39	0.61	18.8	113	114	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.00	15	5	2	2	1.05	0.33	0.63	13.1	113	378	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.20	15	7	2	2	1.05	0.31	0.43	11.8	113	178	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.40	13	9	2	2	1.05	0.14	0.12	11.6	123	384	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.60	12	9	2	2	1.05	0.18	0.54	3.8	118	878	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.80	8	29	2	2	1.05	0.32	0.18	8.5	148	213	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.00	5	37	2	2	0.98	0.34	0.15	5.1	148	231	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.20	8	50	2	2	0.86	0.35	0.48	4.7	358	252	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.80	12	7	2	2	0.92	0.33	0.37	4.3	548	223	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.80	4	10	2	2	0.96	0.19	0.48	4.6	388	244	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.80	15	37	4	2	0.89	0.31	0.63	2.3	452	228	50	18	21	18	36	40	28	27	3.838	38	58	43
4.00	48	34	4	2	0.81	0.32	-	-	-	-	-	58	33	38	40	43	34	34	3.134	38	398	144
4.20	190	317	3	2	0.93	0.35	-	-	-	-	-	88	47	43	45	46	42	37	3.268	413	415	538
4.40	248	186	2	2	0.95	0.33	-	-	-	-	-	88	42	42	45	46	42	35	3.258	412	828	344
4.80	289	129	2	2	0.85	0.38	-	-	-	-	-	88	47	42	45	46	42	40	3.258	438	748	892
5.00	385	251	3	2	0.85	0.32	-	-	-	-	-	88	47	43	45	46	42	40	3.254	416	712	855
5.00	324	251	3	2	0.85	0.34	-	-	-	-	-	88	47	43	45	46	42	40	3.258	814	814	872
5.20	330	-	2	2	0.85	0.36	-	-	-	-	-	88	47	43	45	46	42	40	3.258	452	725	878
5.70	848	-	2	2	0.85	0.38	-	-	-	-	-	88	47	42	45	46	46	40	3.258	1832	518	1852

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 7 PARAM. GEOTECNICI diagrammi RM 1391

PENETROMETRO STATICO tipo 5000A ea 10 t

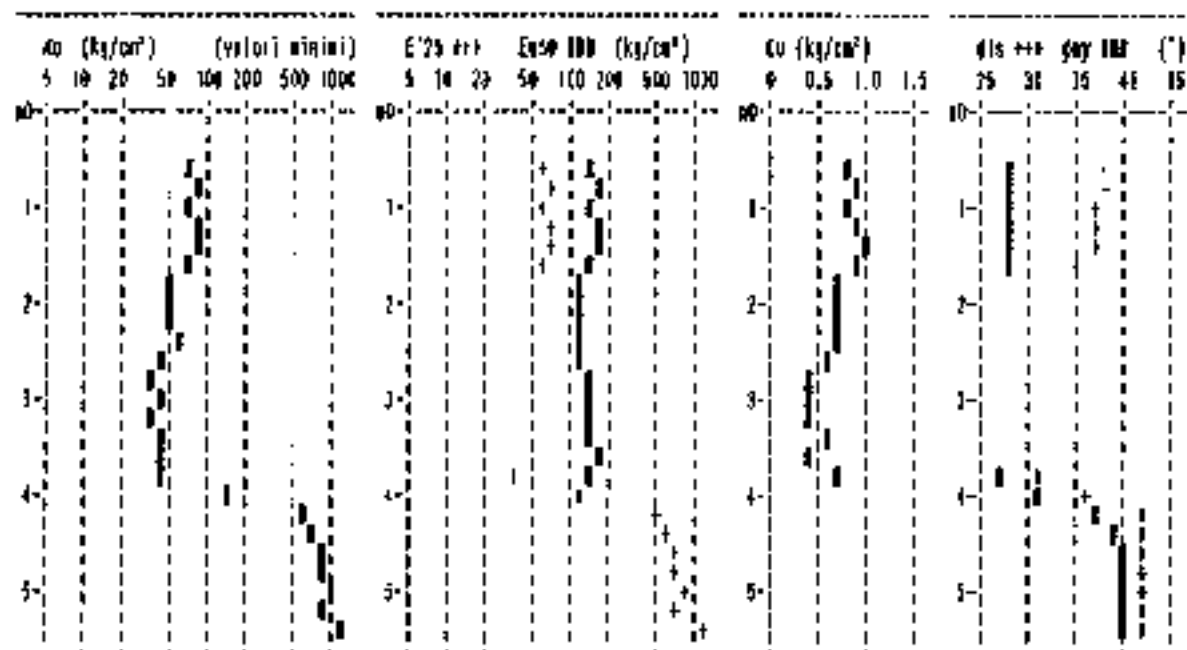
Cantiere : M14

Località : Fordandrea

data : 04-29-99

quota inizio : ---

prof. dati : 3.00 m da quota inizio



PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 2 TABELLE VALORI RESISTENZA R&T 1993

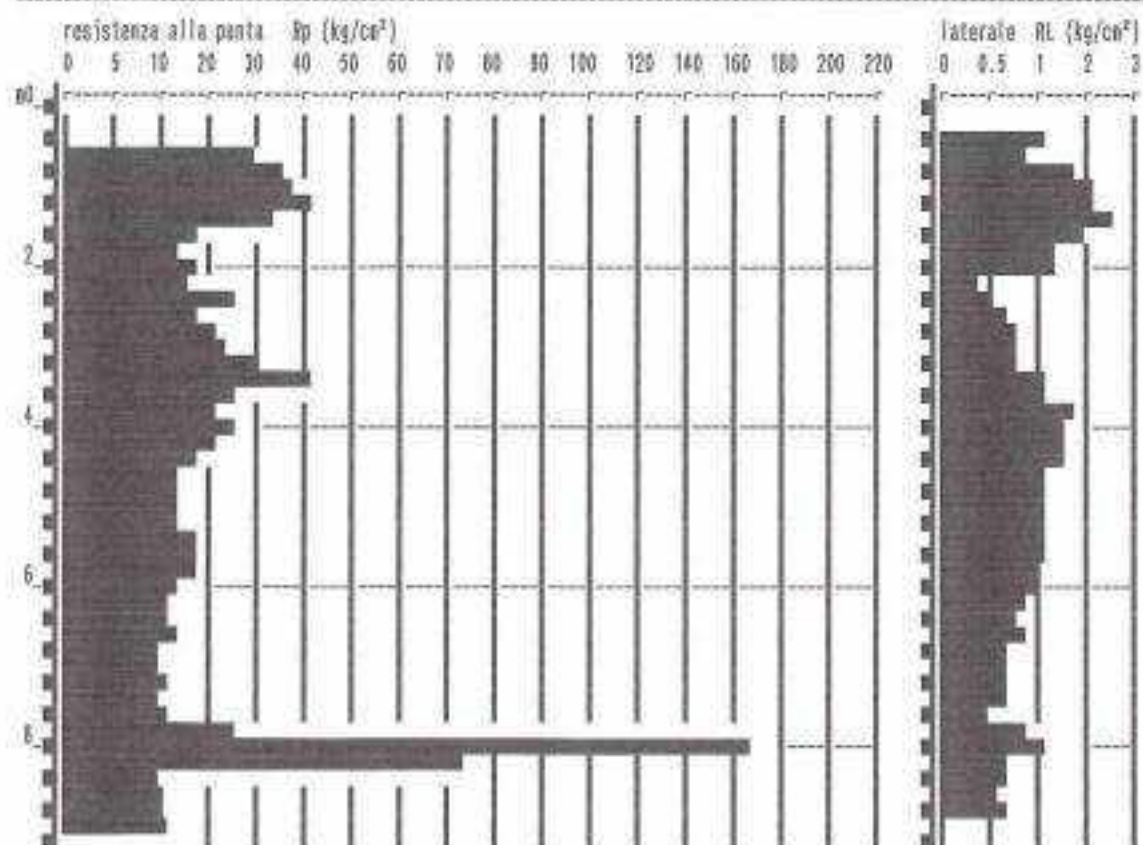
PENETROMETRO STATICO tipo GUNDA da 10t (con anello allargatore) - areaaz. 2 cm² - COSTANTE TRASFORMAZIONE Ct = 10,00
 punta meccanica tipo Bogenmann p. 35.7mm (area punta 10cm² - apertura 60°) - manicotto laterale (superficie 150 cm²)
 Cantiere: NEAL quota inizio: ---
 Località: Tordodrea - Assisi prof. falda = 4,00 m da quota inizio
 data: 04-09-98

prof. (m)	Letture di campagna			Rp	RI	Rp/RI	Rt	prof. (m)	Letture di campagna			Rp	RI	Rp/RI	Rt
	punta	later.	totale	kg/cm ²	kg/cm ²	-	kg		punta	later.	totale	kg/cm ²	kg/cm ²	-	kg
0.20	-	-	-	-	-	-	-	4.80	15.0	33.0	162.0	15	1.20	12	1620
0.40	-	-	-	-	1.13	-	-	5.00	15.0	33.0	178.0	15	1.13	13	1780
0.60	31.0	48.0	50.0	31	0.83	33	500	5.20	15.0	32.0	143.0	15	1.20	12	1430
0.80	36.0	50.0	58.0	36	1.73	21	580	5.40	18.0	36.0	142.0	18	1.13	16	1420
1.00	37.0	63.0	92.0	37	2.13	17	920	5.60	16.0	35.0	133.0	16	1.27	14	1330
1.20	41.0	73.0	113.0	41	2.20	19	1130	5.80	17.0	38.0	138.0	17	1.00	17	1380
1.40	34.0	67.0	124.0	34	2.80	13	1240	6.00	15.0	30.0	122.0	15	1.00	15	1220
1.60	18.0	57.0	146.0	18	1.93	9	1460	6.20	12.0	27.0	112.0	12	0.67	14	1120
1.80	14.0	43.0	167.0	14	1.47	10	1670	6.40	12.0	25.0	106.0	12	0.60	15	1060
2.00	18.0	40.0	198.0	18	1.33	14	1980	6.60	13.0	25.0	105.0	13	0.67	15	1050
2.20	16.0	36.0	184.0	16	0.40	40	1840	6.80	11.0	24.0	102.0	11	0.73	15	1020
2.40	25.0	31.0	178.0	25	0.53	47	1780	7.00	11.0	22.0	94.0	11	0.67	17	940
2.60	17.0	25.0	162.0	17	0.67	26	1620	7.20	12.0	22.0	83.0	12	0.73	16	830
2.80	22.0	32.0	150.0	22	0.80	28	1500	7.40	10.0	21.0	75.0	10	0.73	14	750
3.00	24.0	36.0	125.0	24	0.80	30	1250	7.60	12.0	23.0	74.0	12	0.47	26	740
3.20	29.0	41.0	113.0	29	0.80	36	1130	7.80	26.0	33.0	98.0	26	0.93	26	980
3.40	41.0	53.0	122.0	41	1.27	32	1220	8.00	169.0	183.0	213.0	169	1.13	145	2130
3.60	25.0	44.0	123.0	25	1.20	21	1230	8.20	75.0	92.0	139.0	75	0.73	102	1390
3.80	23.0	41.0	126.0	23	1.87	12	1260	8.40	10.0	21.0	87.0	10	0.73	14	870
4.00	26.0	54.0	176.0	26	1.60	16	1760	8.60	11.0	22.0	82.0	11	0.60	16	820
4.20	21.0	45.0	162.0	21	1.67	13	1620	8.80	11.0	20.0	80.0	11	0.67	17	800
4.40	18.0	43.0	172.0	18	1.60	11	1720	9.00	12.0	22.0	83.0	12	-	-	830
4.60	15.0	38.0	172.0	15	1.20	12	1720								

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 2 DIAGRAMMI DI RESISTENZA

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Cantiere : MIAL
 Località : Fordandrea - Assisi

data : 04-09-99
 quota inizio : ---
 prof. falda = 4.00 m da quota inizio



PROVA PENETROMETR.STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

1953

PENETROMETRO STATICO tipo GOUJA da 10 t

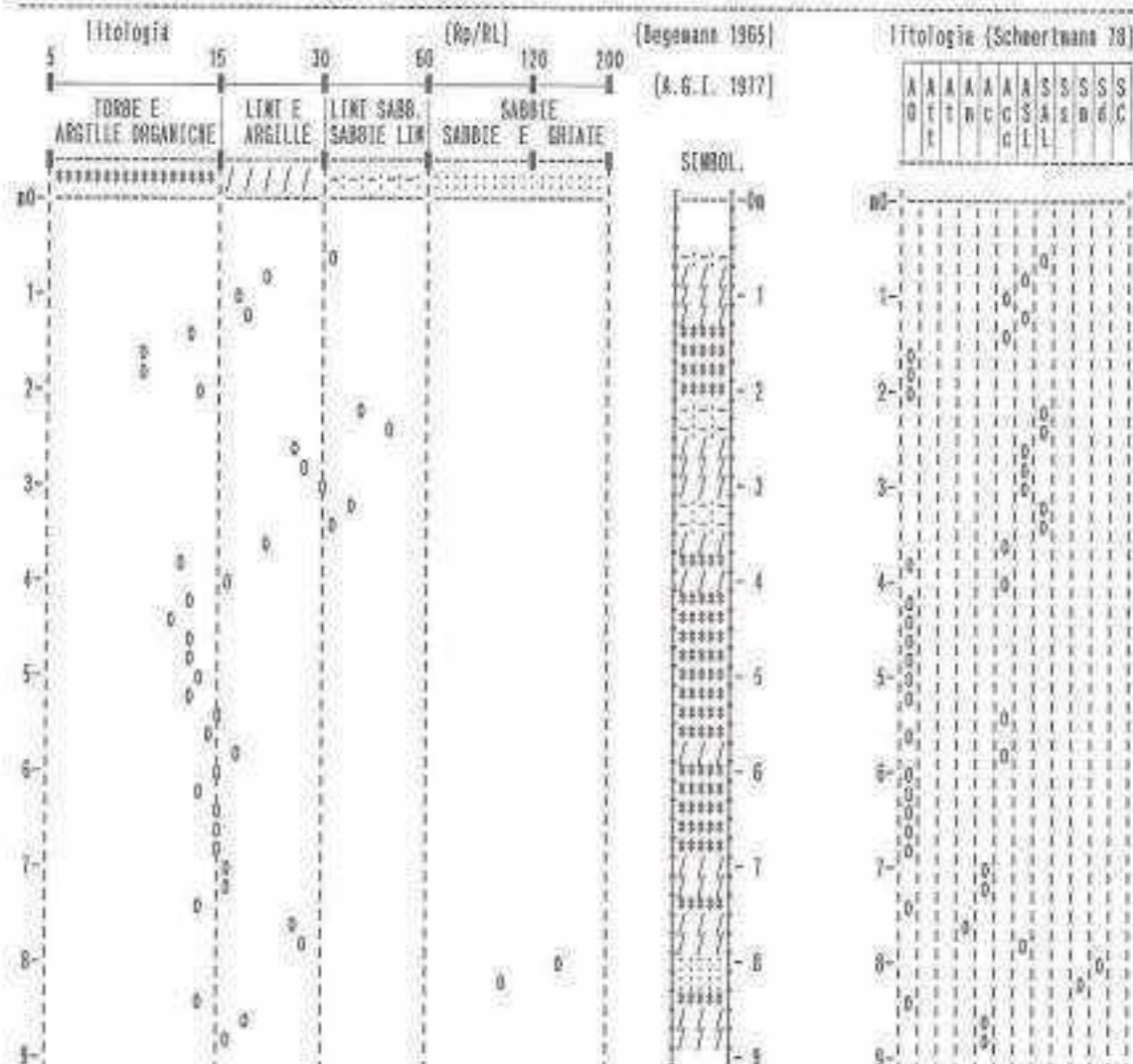
Castiere : NEAL

Località : Tordadrea - Assisi

data : 04-09-99

quota inizio : ---

prof. falda = 4.00 m da quota inizio



PROVA PENETROMETR. STATICA
PARAM. GEOTECNICI *tabelle*

CPT 2

R47 1993

PERETROMETRO STATICO tipo GSDA de 10 t

Cantiere : MEAL

Località : Torlandrea - Assisi

data : M-09-99

enof2 itiz3o : —

prof. falda = 4.00 m da quota inizio

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
prof. (m)	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	NATURA LITOL.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr X	ϕ1s (°)	ϕ2s (°)	ϕ1s (°)	ϕ4s (°)	ϕdn (°)	ϕxy (°)	Awa/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0.20	-	-	3	1.85	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	-	-	3	1.85	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	21	23	3	1.85	0.11	-	-	-	-	-	85	40	41	42	45	41	38	0.288	92	18	83
0.80	38	21	4	1.85	0.15	1.38	85.8	284	388	188	82	40	41	42	45	41	33	0.281	69	93	188
1.00	37	17	4	1.85	0.19	1.33	87.3	210	315	111	78	29	41	42	44	40	38	0.187	82	93	111
1.20	41	19	4	1.85	0.22	1.37	89.8	252	348	133	78	29	41	42	44	40	38	0.186	88	103	123
1.40	34	19	4	1.85	0.28	1.13	39.7	160	209	132	68	38	39	41	43	38	28	0.193	97	85	160
1.60	10	9	2	1.85	0.33	3.15	29.7	128	181	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.80	14	10	2	1.85	0.32	8.64	14.1	188	192	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.00	10	14	2	1.85	0.37	9.75	15.2	100	181	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.20	10	10	3	1.85	0.41	9.70	12.3	118	127	52	31	33	38	38	43	32	27	0.060	27	43	48
2.40	25	67	3	1.85	0.44	-	-	-	-	-	44	34	37	38	42	34	28	0.080	42	63	75
2.60	17	25	2	1.85	0.48	9.72	18.8	123	184	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.80	32	27	4	1.85	0.52	3.85	11.6	144	218	88	38	32	38	38	41	32	28	0.071	37	65	88
3.00	14	39	4	1.85	0.58	3.89	11.2	151	227	73	31	32	38	38	41	32	28	0.074	40	89	72
3.20	28	38	3	1.85	0.59	-	-	-	-	-	42	34	38	38	41	32	29	0.088	48	73	81
3.40	41	32	3	1.85	0.62	-	-	-	-	-	53	38	38	43	43	35	30	0.111	60	103	123
3.60	25	21	4	1.85	0.61	0.81	8.8	160	238	78	34	32	38	38	41	32	28	0.097	42	83	75
3.80	23	12	4	1.85	0.70	0.87	9.2	188	252	88	28	32	38	38	43	31	28	0.056	38	59	88
4.00	28	18	4	1.85	0.72	0.88	8.6	171	251	78	34	32	38	38	41	31	28	0.086	43	85	78
4.20	21	13	4	1.85	0.74	0.82	7.2	184	276	83	28	32	34	37	43	38	27	0.040	35	53	68
4.40	14	11	2	1.85	0.78	0.76	8.2	188	288	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.60	15	12	2	1.85	0.78	0.81	5.2	214	321	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.80	15	12	2	1.85	0.80	0.87	5.6	228	338	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.00	15	13	2	1.85	0.82	0.87	4.9	226	338	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.20	15	12	2	1.85	0.84	0.87	4.7	232	348	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.40	18	18	2	1.85	0.88	0.78	5.3	234	368	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.60	18	18	2	1.85	0.88	0.78	5.2	244	368	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.80	17	17	2	1.85	0.88	0.72	4.8	246	372	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.00	16	16	2	1.85	0.91	0.87	4.2	258	392	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.20	12	14	2	1.85	0.93	0.87	3.4	262	392	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.40	12	15	2	1.85	0.98	0.87	3.2	286	398	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.60	10	10	2	1.85	0.97	0.84	2.6	213	418	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.80	11	15	2	1.85	0.98	0.84	2.3	288	402	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.00	11	18	2	1.85	1.01	0.84	2.3	273	408	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.20	12	16	2	1.85	1.02	0.87	2.3	281	421	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.40	10	14	2	1.85	1.04	0.89	2.5	285	397	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.60	12	26	2	1.85	1.08	0.87	2.9	289	439	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.80	28	28	3	1.85	1.08	0.89	5.2	296	444	74	38	31	38	37	40	29	28	0.345	43	85	78
8.00	184	188	3	1.85	1.10	-	-	-	-	-	88	40	42	43	46	39	37	0.218	282	482	507
8.20	19	193	3	1.85	1.12	-	-	-	-	-	68	38	38	48	48	35	32	0.128	175	188	225
8.40	12	14	2	1.85	1.18	3.53	2.2	210	419	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.60	11	18	2	1.85	1.18	3.58	2.4	288	427	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.80	11	18	2	1.85	1.17	3.54	2.4	289	434	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.00	12	-	2	1.85	1.19	3.67	2.5	303	454	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 2 PARAM. GEOTECNICI diagrammi R&Z 1993

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

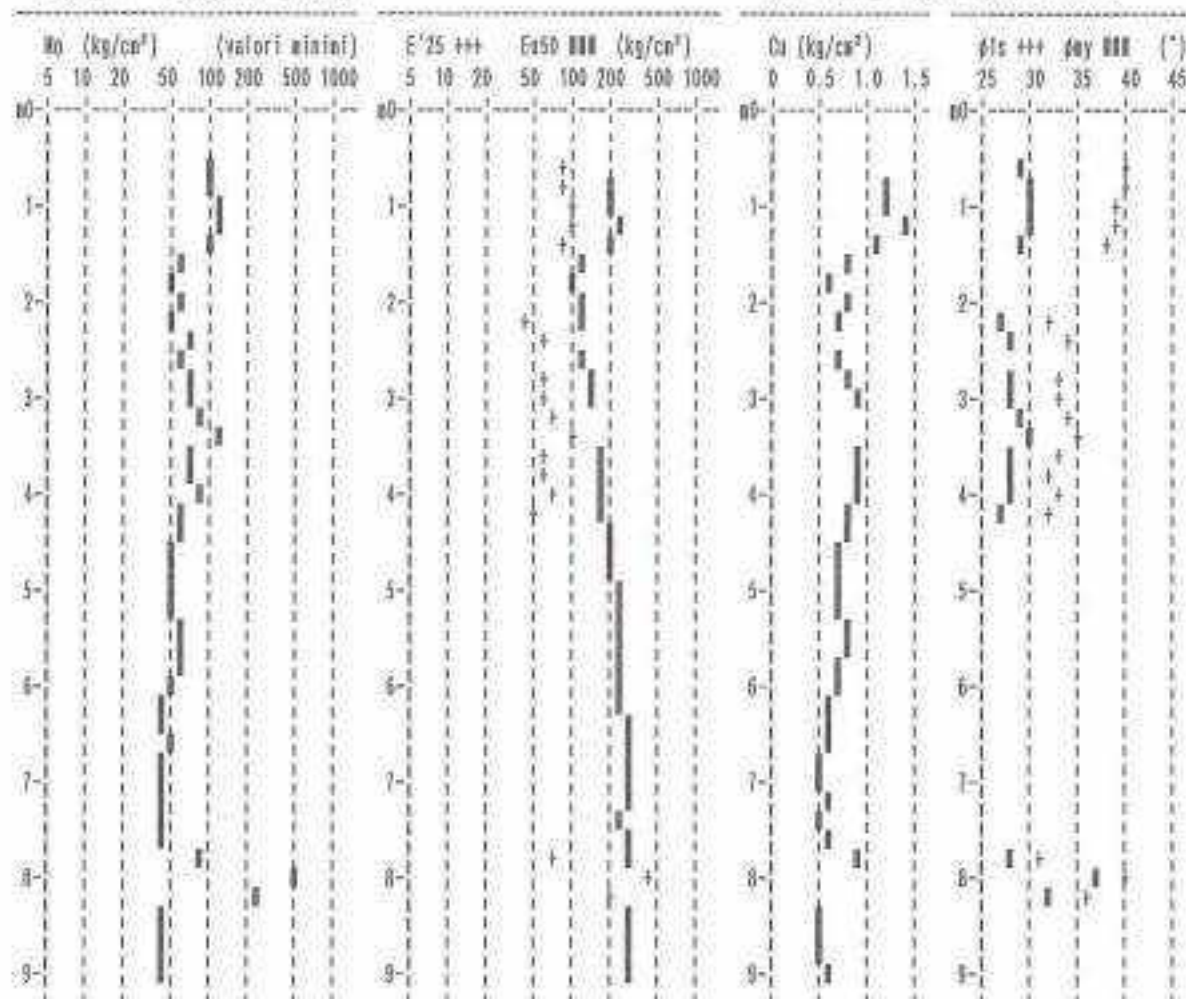
Cantiere : NIAI

Località : Tordandrea - Assisi

data : 04-09-99

quota inizio : ---

prof. falda = 4.00 m da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

2.01PG05-043

- committente : Mial dei F.lli Massini
 - lavoro : Costruzione Capannone Industriale
 - località : Tor d'Andrea di Assisi
 - note :

- data : 30/03/2005
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0.20	---	---	---	0.33	---	5.00	6.0	12.0	6.0	0.33	18.0
0.40	6.0	11.0	6.0	0.40	15.0	5.20	6.0	11.0	6.0	0.33	18.0
0.60	4.0	10.0	4.0	0.40	10.0	5.40	6.0	11.0	6.0	0.27	22.0
0.80	8.0	14.0	8.0	0.53	15.0	5.60	6.0	10.0	6.0	0.33	18.0
1.00	5.0	13.0	5.0	0.33	15.0	5.80	5.0	10.0	5.0	0.27	19.0
1.20	6.0	11.0	6.0	0.40	15.0	6.00	4.0	8.0	4.0	0.13	30.0
1.40	6.0	12.0	6.0	0.40	15.0	6.20	6.0	8.0	6.0	0.47	13.0
1.60	8.0	14.0	8.0	0.53	15.0	6.40	6.0	13.0	6.0	0.33	18.0
1.80	10.0	18.0	10.0	0.60	17.0	6.60	6.0	11.0	6.0	0.33	18.0
2.00	12.0	21.0	12.0	0.60	20.0	6.80	6.0	11.0	6.0	0.27	22.0
2.20	12.0	21.0	12.0	0.60	20.0	7.00	6.0	10.0	6.0	0.33	18.0
2.40	14.0	23.0	14.0	0.53	26.0	7.20	7.0	12.0	7.0	0.27	26.0
2.60	12.0	20.0	12.0	0.67	18.0	7.40	7.0	11.0	7.0	0.27	26.0
2.80	11.0	21.0	11.0	0.60	18.0	7.60	6.0	10.0	6.0	0.20	30.0
3.00	11.0	20.0	11.0	0.53	21.0	7.80	7.0	10.0	7.0	0.20	35.0
3.20	14.0	22.0	14.0	0.47	30.0	8.00	5.0	8.0	5.0	0.20	25.0
3.40	14.0	21.0	14.0	0.53	26.0	8.20	4.0	7.0	4.0	0.20	20.0
3.60	12.0	20.0	12.0	0.67	18.0	8.40	6.0	9.0	6.0	0.20	30.0
3.80	11.0	21.0	11.0	0.60	18.0	8.60	7.0	10.0	7.0	0.40	17.0
4.00	11.0	20.0	11.0	0.53	21.0	8.80	7.0	13.0	7.0	0.33	21.0
4.20	11.0	19.0	11.0	0.47	24.0	9.00	7.0	12.0	7.0	0.33	21.0
4.40	11.0	18.0	11.0	0.47	24.0	9.20	6.0	11.0	6.0	0.27	22.0
4.60	9.0	16.0	9.0	0.53	17.0	9.40	6.0	10.0	6.0	0.20	30.0
4.80	7.0	15.0	7.0	0.40	17.0	9.60	7.0	10.0	7.0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\alpha = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

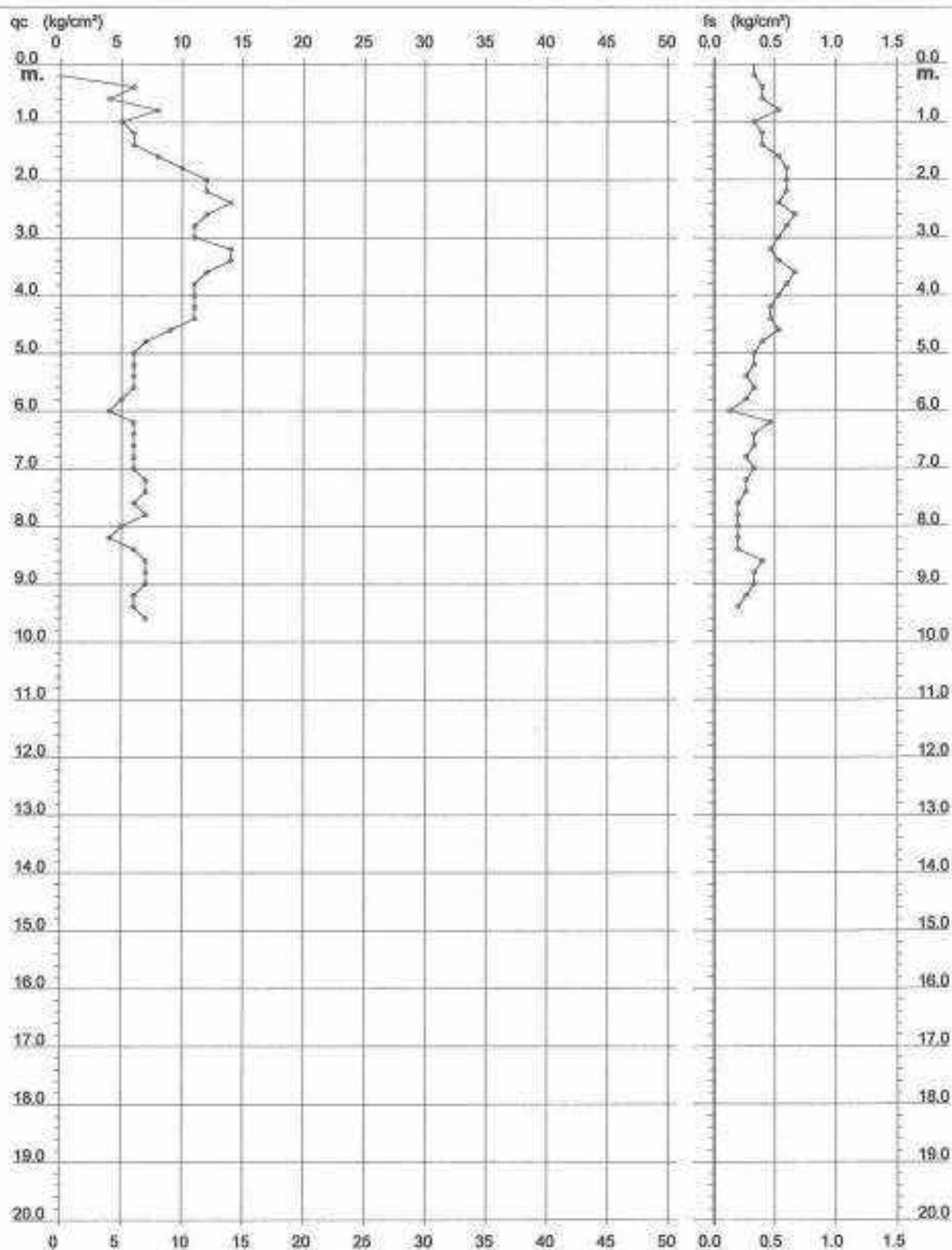
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-043

- committente : Mial del F.lli Massini
- lavoro : Costruzione Capannone Industriale
- località : Tor d'Andrea di Assisi

- data : 30/03/2005
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



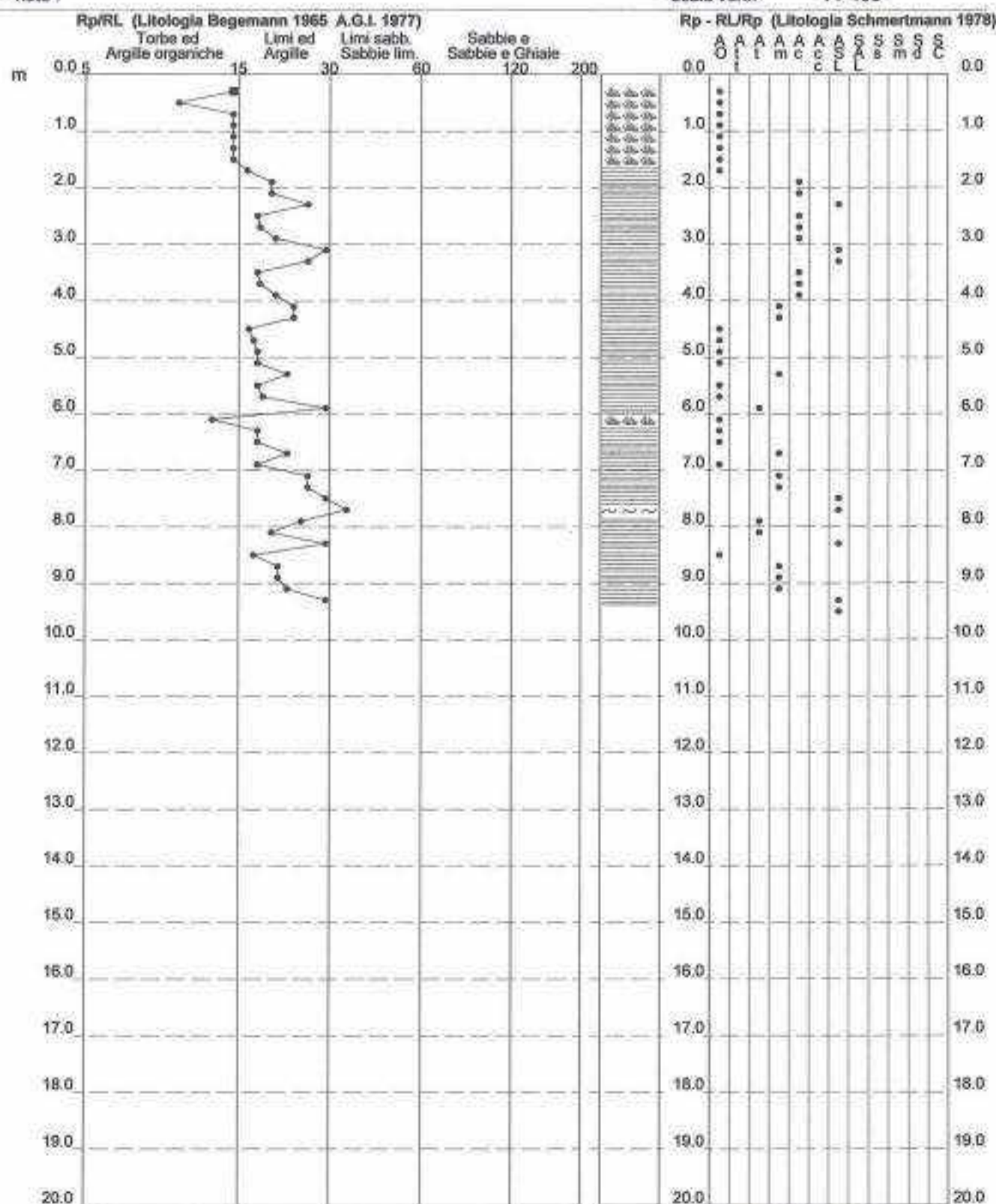
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-043

- committente : Mial dei F.lli Massini
- lavoro : Costruzione Capannone Industriale
- località : Tor d'Andres di Assisi
- note :

- data : 30/03/2005
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA **TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 1

2.01PG05-043

- committente : Mial del F.lli Massini
 - lavoro : Costruzione Capannone Industriale
 - località : Tor d'Andrea di Assisi
 - note :

- data : 30/03/2005
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qs kg/cm²	qofs (°)	Natura Litol.	Y t/m²	dvo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (°)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	a1s (°)	a2s (°)	a3s (°)	a4s (°)	a5m (°)	a6m (°)	Amass (°)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0.20	—	—	???	1.85	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.40	6	15	1***	1.85	0.07	0.30	35.1	12	18	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.60	4	10	1***	1.85	0.11	0.20	13.1	8	12	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.80	8	15	20W	1.85	0.15	0.40	21.8	66	102	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.00	6	15	1***	1.85	0.19	0.25	9.1	10	16	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.20	6	15	1***	1.85	0.22	0.30	9.1	13	19	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.40	6	15	1***	1.85	0.28	0.30	7.5	14	21	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.60	8	15	20W	1.85	0.30	0.40	9.1	70	108	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.80	10	17	20W	1.85	0.33	0.50	10.4	85	128	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.00	12	20	20W	1.85	0.37	0.57	10.8	97	146	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.20	12	20	20W	1.85	0.41	0.57	9.6	96	147	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.40	14	26	20W	1.85	0.44	0.64	9.8	108	163	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.60	12	18	20W	1.85	0.40	0.57	7.8	116	175	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.80	11	18	20W	1.85	0.52	0.54	6.6	133	209	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.00	11	21	20W	1.85	0.55	0.54	6.0	147	230	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.20	14	30	4/2	1.85	0.59	0.64	6.9	150	224	48	17	30	30	36	39	29	26	6.083	23	35	42	
3.40	14	26	20W	1.85	0.63	0.64	6.4	163	245	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.60	12	18	20W	1.85	0.67	0.57	5.2	183	274	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.80	11	18	20W	1.85	0.70	0.54	4.5	196	294	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.00	11	21	20W	1.85	0.74	0.54	4.2	207	310	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.20	11	24	20W	1.85	0.78	0.54	4.0	217	328	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.40	11	24	20W	1.85	0.81	0.54	3.7	230	344	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.60	9	17	20W	1.85	0.85	0.45	2.8	228	342	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.80	7	17	20W	1.85	0.89	0.35	2.0	197	295	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.00	6	18	20W	1.85	0.99	0.30	1.5	179	262	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.20	6	18	20W	1.85	0.96	0.30	1.5	175	263	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.40	8	22	20W	1.85	1.00	0.30	1.4	170	264	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.60	8	18	20W	1.85	1.04	0.30	1.3	177	265	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.80	5	19	20W	1.85	1.07	0.25	1.0	150	225	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.00	4	30	4/2	1.85	1.11	0.20	0.7	120	160	20	—	28	31	36	38	25	25	—	—	—	—	—
6.20	6	13	1***	1.85	1.15	0.30	1.2	59	58	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.40	6	18	20W	1.85	1.18	0.30	1.1	170	266	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.60	6	18	20W	1.85	1.22	0.30	1.1	179	269	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.80	6	22	20W	1.85	1.28	0.30	1.0	160	209	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.00	6	18	20W	1.85	1.30	0.30	1.0	180	270	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.20	7	20	20W	1.85	1.33	0.35	1.2	208	312	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.40	7	20	20W	1.85	1.37	0.35	1.1	209	313	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.60	6	30	4/2	1.85	1.41	0.50	0.9	180	270	29	—	28	31	36	38	25	26	—	10	15	18	
7.80	7	35	4/2	1.85	1.44	0.35	1.7	209	314	32	—	28	31	36	38	25	26	—	12	18	21	
8.00	5	25	20W	1.85	1.48	0.25	0.7	150	225	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.20	4	20	20W	1.85	1.52	0.20	0.6	120	180	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.40	6	30	4/2	1.85	1.55	0.30	0.8	180	270	29	—	28	31	36	38	25	26	—	10	15	18	
8.60	7	17	20W	1.85	1.59	0.35	0.9	210	315	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.80	7	21	20W	1.85	1.63	0.35	0.9	210	315	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.00	7	21	20W	1.85	1.66	0.35	0.9	210	315	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.20	6	22	20W	1.85	1.70	0.30	0.7	180	270	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.40	6	30	4/2	1.85	1.74	0.30	0.7	180	270	29	—	28	31	36	38	25	26	—	10	15	18	
9.60	7	—	20W	1.85	1.78	0.35	0.8	210	315	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.01PG05-043

- committente : MIAL dei F.lli Massini
 - lavoro : Costruzione capannone Industriale
 - località : Tor d'Andrea di Assisi
 - note :

- data : 30/03/2005
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0.20	---	---	---	0.27	---	4.00	16.0	22.0	16.0	0.33	48.0
0.40	5.0	9.0	5.0	0.27	19.0	4.20	13.0	18.0	13.0	0.33	39.0
0.60	5.0	9.0	5.0	0.67	7.0	4.40	11.0	16.0	11.0	0.27	41.0
0.80	6.0	16.0	6.0	0.53	11.0	4.60	11.0	15.0	11.0	0.27	41.0
1.00	9.0	17.0	9.0	0.67	13.0	4.80	12.0	16.0	12.0	0.27	45.0
1.20	9.0	19.0	9.0	0.60	15.0	5.00	11.0	15.0	11.0	0.27	41.0
1.40	10.0	19.0	10.0	0.60	17.0	5.20	10.0	14.0	10.0	0.27	37.0
1.60	10.0	19.0	10.0	0.53	19.0	5.40	10.0	14.0	10.0	0.20	50.0
1.80	11.0	19.0	11.0	0.47	24.0	5.60	10.0	13.0	10.0	0.27	37.0
2.00	10.0	17.0	10.0	0.47	21.0	5.80	11.0	15.0	11.0	0.27	41.0
2.20	9.0	16.0	9.0	0.53	17.0	6.00	11.0	15.0	11.0	0.33	33.0
2.40	10.0	18.0	10.0	0.27	37.0	6.20	11.0	16.0	11.0	0.27	41.0
2.60	16.0	20.0	16.0	0.33	48.0	6.40	10.0	14.0	10.0	0.27	37.0
2.80	13.0	18.0	13.0	0.20	65.0	6.60	11.0	15.0	11.0	0.33	33.0
3.00	8.0	11.0	8.0	0.20	40.0	6.80	10.0	15.0	10.0	0.40	25.0
3.20	12.0	15.0	12.0	0.40	30.0	7.00	8.0	14.0	8.0	0.33	24.0
3.40	15.0	21.0	15.0	0.40	37.0	7.20	9.0	14.0	9.0	0.40	22.0
3.60	15.0	21.0	15.0	0.33	45.0	7.40	9.0	15.0	9.0	0.33	27.0
3.80	16.0	21.0	16.0	0.40	40.0	7.60	10.0	15.0	10.0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_1 = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

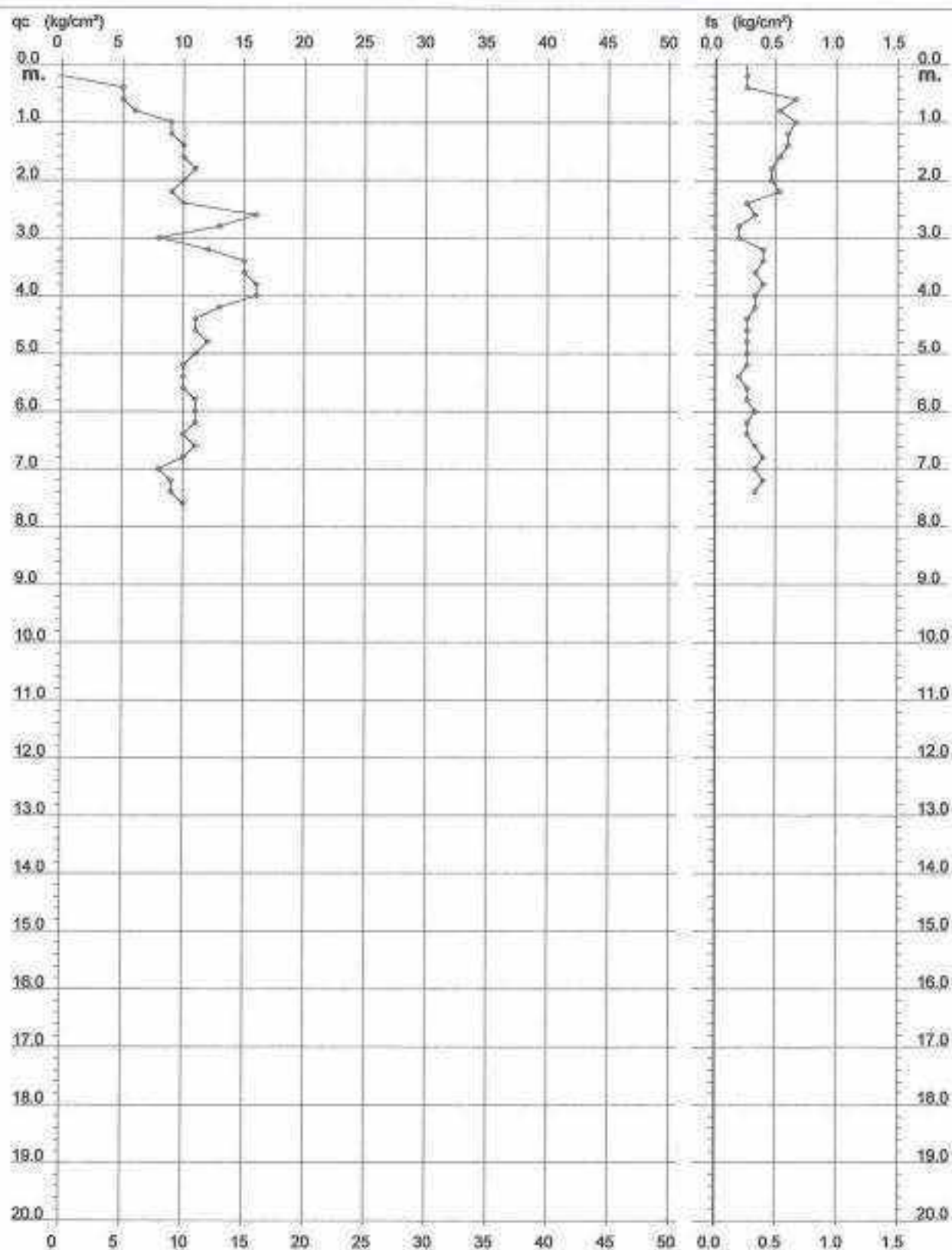
PROVA PENETROMETRICA STATICA **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.01PG05-043

- committente : MIAL dei F.lli Massini
 - lavoro : Costruzione capannone Industriale
 - località : Tor d'Andrea di Assisi

- data : 30/03/2005
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert. : 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA **TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 2

2.01PG05-043

- committente : MIAL dei F.lli Massini
 - lavoro : Costruzione capannone Industriale
 - località : Tor d'Andrea di Assisi
 - note :

- data : 30/03/2005
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	sc. kg/cm²	scf/s (-)	Natura Litol.	Y' Mpa	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Es0 kg/cm²	Es25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dv %	a1a (°)	a2a (°)	a3a (°)	a4a (°)	edm (°)	emv (°)	Armax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0.20	—	—	277	1.85	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.40	5	19	28W	1.85	0.07	0.25	28.6	43	64	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.60	5	7	1***	1.85	0.11	0.25	17.3	50	15	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.80	6	11	1***	1.85	0.15	0.30	15.2	52	18	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.00	9	13	28W	1.85	0.19	0.45	19.1	77	115	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.20	9	15	28W	1.85	0.22	0.45	15.2	77	115	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.40	10	17	28W	1.85	0.28	0.50	14.3	85	128	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.60	10	19	28W	1.85	0.30	0.50	12.1	85	128	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.80	11	24	28W	1.85	0.33	0.54	11.4	91	137	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.00	10	21	28W	1.85	0.37	0.50	8.1	88	132	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.20	9	17	28W	1.85	0.41	0.45	7.1	102	152	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.40	10	37	40C	1.85	0.44	0.50	7.3	110	165	40	13	30	33	36	39	29	26	0.025	17	25	30
2.60	16	46	40C	1.85	0.48	0.70	10.0	118	177	52	27	32	34	37	40	31	27	0.051	27	40	48
2.80	13	85	40C	1.85	0.52	0.80	7.8	126	189	47	18	31	33	36	39	29	25	0.034	22	33	39
3.00	8	40	40C	1.85	0.55	0.40	4.2	155	232	35	—	28	31	35	38	28	25	—	13	20	24
3.20	12	39	40C	1.85	0.59	0.57	6.0	157	235	45	12	30	33	36	39	28	26	0.024	20	30	36
3.40	15	37	40C	1.85	0.63	0.67	6.8	160	240	50	10	31	33	36	39	29	27	0.034	25	36	45
3.60	15	45	40C	1.85	0.67	0.67	6.3	174	260	50	17	30	33	36	39	29	27	0.032	25	36	45
3.80	16	40	40C	1.85	0.70	0.70	8.2	184	275	52	18	30	33	36	39	29	27	0.034	27	40	48
4.00	16	48	40C	1.85	0.74	0.70	5.8	196	297	52	16	30	33	36	39	28	27	0.031	27	40	48
4.20	13	39	40C	1.85	0.78	0.60	4.6	216	325	47	8	29	32	35	38	27	26	0.017	22	33	39
4.40	11	41	40C	1.85	0.81	0.54	3.7	230	344	42	1	28	31	35	38	26	26	0.053	18	28	33
4.60	11	41	40C	1.85	0.85	0.54	3.5	240	360	42	—	28	31	35	38	26	26	—	18	28	33
4.80	12	49	40C	1.85	0.89	0.57	3.6	251	375	45	2	28	31	35	38	26	26	0.005	20	30	36
5.00	11	41	40C	1.85	0.93	0.54	3.2	257	385	42	—	28	31	35	38	26	26	—	18	28	33
5.20	10	37	40C	1.85	0.96	0.50	2.8	255	383	40	—	28	31	35	38	25	26	—	17	25	30
5.40	10	60	40C	1.85	1.03	0.50	2.6	260	390	40	—	28	31	35	38	25	26	—	17	25	30
5.60	10	37	40C	1.85	1.04	0.50	2.5	264	396	40	—	28	31	35	38	25	26	—	17	25	30
5.80	11	41	40C	1.85	1.07	0.54	2.6	279	419	42	—	28	31	35	38	25	26	—	18	28	33
6.00	11	33	40C	1.85	1.11	0.54	2.5	283	425	42	—	28	31	35	38	25	26	—	18	28	33
6.20	11	41	40C	1.85	1.15	0.54	2.4	287	430	42	—	28	31	35	38	25	26	—	18	28	33
6.40	10	37	40C	1.85	1.18	0.50	2.1	278	414	40	—	28	31	35	38	25	26	—	17	25	30
6.60	11	33	40C	1.85	1.22	0.54	2.2	293	440	42	—	28	31	35	38	25	26	—	18	28	33
6.80	10	25	28W	1.85	1.26	0.50	2.0	295	421	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.00	8	24	28W	1.85	1.30	0.40	1.4	234	351	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.20	9	22	28W	1.85	1.33	0.45	1.8	289	380	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.40	9	27	28W	1.85	1.37	0.45	1.6	261	362	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.60	10	—	28W	1.85	1.41	0.50	1.7	287	430	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

10. STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI II° LIVELLO SPEDITIVA

Lo studio di Microzonazione speditiva di II° Livello è stato affrontato nell'area attraverso indagini geofisiche ex-novo consistite in:

- Indagine geofisica Masw a 24 geofoni e spaziatura di 4 m.;
- Misura di Rumore ambientale – HVSR, con Tromografo da 0,5 Hz

I risultati di queste indagini sono elencati nei report che seguono.

10.1 Caratterizzazione sismica dell'area (sismicità storica)

Per quanto riguarda il comportamento sismico, l'area dell'Assisano (Umbria centrale) è una delle aree italiane a sismicità medio-alta, in quanto situata non lontano dalle zone dell'Appennino Umbro-Marchigiano a sismicità alta. Risultano nell'intorno del sito terremoti anche di forte intensità dovuta al fatto che il fronte della distensione sta raggiungendo le aree appenniniche più orientali.

La storia sismica dell'Umbria ha origini molto antiche, con i terremoti del 1984 e 1997, detti rispettivamente di Gubbio e Colfiorito, che ne rappresentano gli episodi più recenti. La Regione quindi, è considerata attiva da un punto di vista tettonico. Nonostante la velocità di deformazione tettonica della catena appenninica sia senz'altro inferiore rispetto ad altre aree sismicamente attive - tipo il Giappone o la California -, l'altissima vulnerabilità del mal ridotto territorio umbro, insieme all'alto valore storico e culturale dei suoi antichi paesi, fa sì che anche magnitudo moderate possano generare dei veri e propri disastri, come il terremoto che ha colpito L'Aquila nel 2009 ha dimostrato.

Nell'ultimo decennio non sono emersi elementi che modifichino le conclusioni più sopra elencate; le strutture geologiche responsabili dei terremoti con i valori di magnitudo presenti nell'area che si riportano nello specchio più sotto, hanno dimensioni tali da essere riconosciute con le normali indagini geologiche e geofisiche.

Di seguito si riporta l'elenco dei terremoti più importanti.

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database
Macrosismico Italiano
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
(INGV)

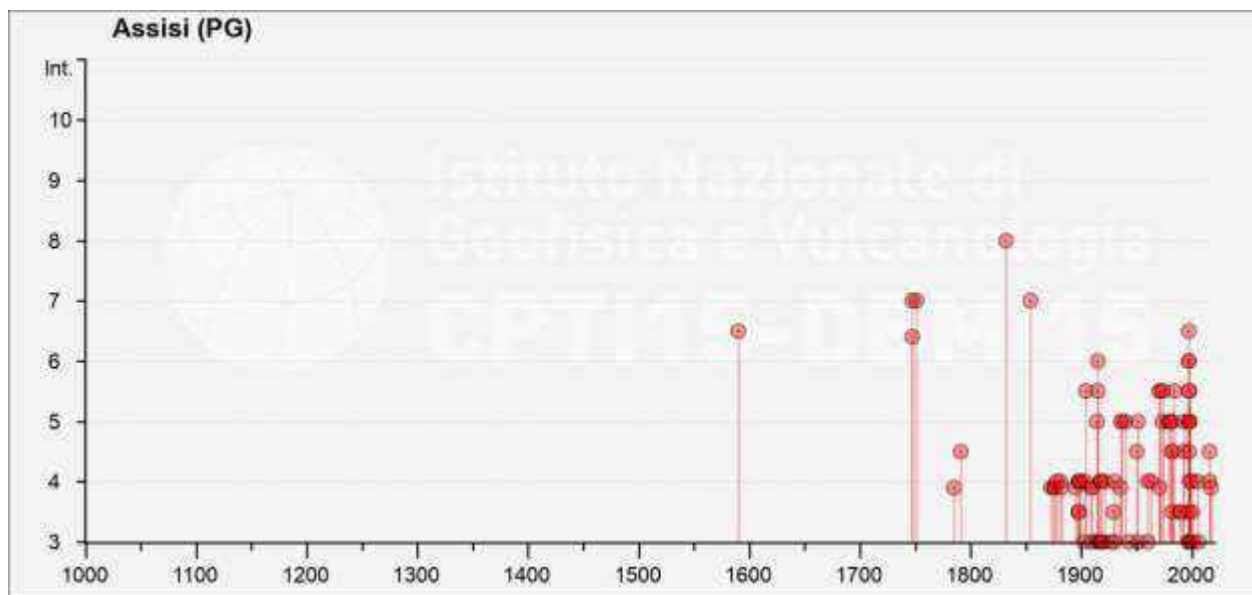
Seismic history of	Assisi
PlaceID	IT_48435
Coordinates (lat, lon)	43.070, 12.616
Municipality (ISTAT 2015)	Assisi
Province	Perugia
Region	Umbria
No. of reported earthquakes	117

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea
6-7	382	1590	6	13	10	30		Valle Umbra
7	748	1747	4	17				Appennino umbro-marchigiano

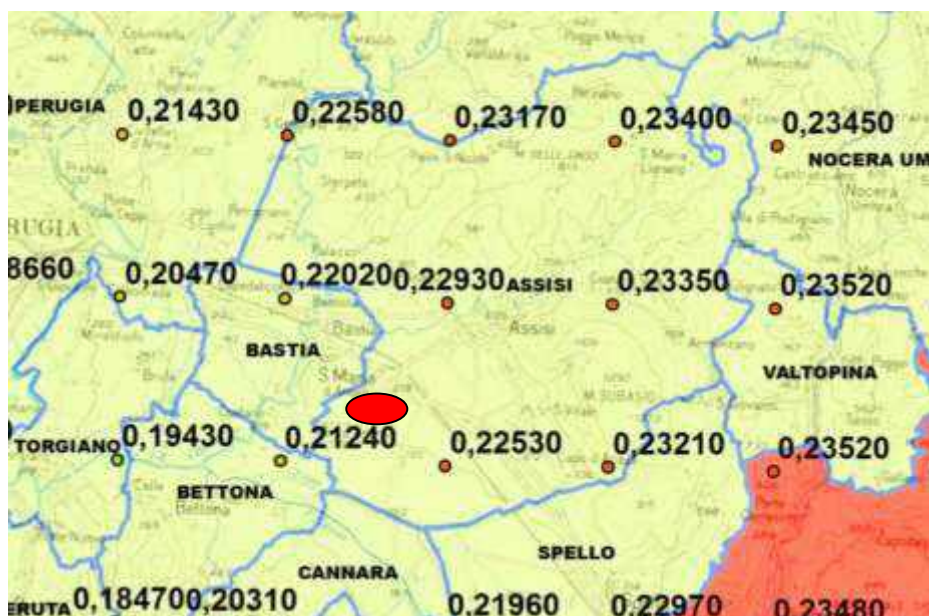
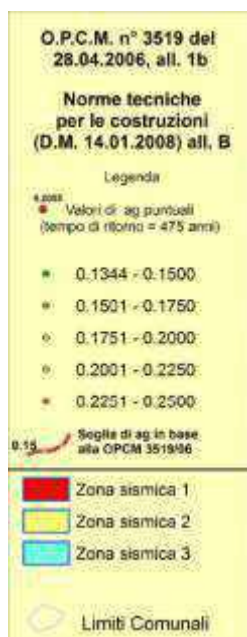
D	749	1747	9	22			Appennino umbro-marchigiano
7	759	1751	7	27	1		Appennino umbro-marchigiano
NC	884	1781	6	3			Cagliese
F	910	1785	5	3	2	30	Appennino umbro-marchigiano
4-5	947	1791	10	11	13	5	Appennino umbro-marchigiano
8	1104	1832	1	13	13		Valle Umbra
7	1234	1854	2	12	5		Valle Umbra
F	1356	1873	3	12	20	4	Appennino marchigiano
2	1367	1874	2	24	6	52	Aquilano
F	1375	1875	3	17	23	51	Costa romagnola
F	1385	1876	5	22	0	30	Spoletto
4	1412	1878	9	15	7	20	Valle Umbra
4	1445	1881	3	11	22	50	Valle Umbra
F	1464	1882	5	26	4	15	Cascia
NF	1573	1891	7	14	5	58	Trevi
NF	1613	1893	8	2	0	59	Valnerina
F	1654	1895	5	20	15	32	57 Valle Umbra
4	1713	1897	9	12	0	55	Valle Umbra
3-4	1722	1897	12	18	7	24	20 Alta Valtiberina
4	1733	1898	6	27	23	38	Reatino
3-4	1743	1898	11	27	1		San Ginesio
4	1746	1899	2	7	12	35	30 Appennino umbro-marchigiano
3	1816	1902	10	23	8	51	Reatino
4	1836	1903	11	2	21	52	Valnerina
5-6	1855	1904	6	20	1	24	Assisi
2	1862	1904	9	24	9	30	Valle Umbra
3	1976	1909	1	13	0	45	Emilia Romagna orientale
F	1989	1909	8	25	0	22	Crete Senesi
F	2018	1910	6	29	13	52	Valnerina
NF	2027	1910	12	22	12	34	Monti della Laga
NF	2029	1910	12	26	16	30	Monti della Laga
5	2100	1914	7	31	21	5	Gualdo Tadino
3	2106	1914	10	27	9	22	Lucchesia
5-6	2110	1915	1	13	6	52	43 Marsica
6	2126	1915	3	26	23	37	Perugino
2-3	2145	1916	5	17	12	50	Riminese
2-3	2164	1916	8	16	7	6	14 Riminese
3	2189	1917	3	21	0	30	Monti Sibillini
4	2192	1917	4	26	9	35	59 Alta Valtiberina
3	2199	1917	7	19	0	55	Valle Umbra
3	2215	1918	3	22	4	43	20 Alta Valtiberina
4	2216	1918	4	14	1	56	Monti Martani
NF	2237	1919	9	10	16	57	Val di Paglia
NF	2241	1919	10	22	6	10	Anzio
2	2242	1919	10	25	13	51	Alta Valtiberina
3	2261	1920	9	7	5	55	40 Garfagnana
4	2271	1921	4	5	17	40	Appennino umbro-marchigiano

2	2285	1922	6	8	7	47		Valle del Chienti
2-3	2305	1924	1	2	8	55	13	Senigallia
3	2358	1927	8	16	0	53		Valnerina
3-4	2389	1929	1	22	10	6	50	Marche Centrali
2-3	2404	1929	7	18	21	2		Mugello
4	2414	1930	4	7	17	17	18	Monti Sibillini
3	2432	1930	10	30	7	13		Senigallia
F	2502	1935	6	6	11	5		Valle Umbra
5	2511	1936	4	5	18	10		Valle Umbra
5	2523	1936	12	9	7	34		Caldarola
5	2565	1940	7	2	1	30		Assisi
3	2594	1943	4	19	0	12		Perugino
4-5	2677	1950	9	5	4	8		Gran Sasso
3	2687	1951	8	8	19	56		Gran Sasso
5	2689	1951	9	1				Monti Sibillini
4	2809	1960	2	6	12	0	30	Valle Umbra
3	2820	1960	7	12	14	8		Monti Martani
4	2858	1963	1	25	5	27		Monti Sibillini
NF	2900	1965	8	4	11	49	53	Alta Valtiberina
5-6	3027	1971	2	11	18	49	21	Valle del Chiascio
5-6	3028	1971	2	12	4	54	56	Valle del Chiascio
F	3031	1971	4	2	1	43	54	Valnerina
5	3081	1973	12	30	6	30	35	Valle del Chiascio
5-6	3082	1974	1	5	7	33	28	Valle del Chiascio
5	3219	1979	9	19	21	35	37	Valnerina
5	3230	1980	2	28	21	4	40	Valnerina
NF	3256	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata
4-5	3350	1982	10	17	4	50	11	Perugino
4-5	3351	1982	10	17	4	54	33	Perugino
5	3352	1982	10	17	6	45	36	Perugino
3-4	3355	1982	10	18	15	29	24	Perugino
5-6	3388	1984	4	29	5	2	59	Umbria settentrionale
NF	3395	1984	5	7	17	50		Monti della Meta
NF	3401	1984	5	11	10	41	49.27	Monti della Meta
2-3	3501	1986	10	13	5	10	0.31	Monti Sibillini
3-4	3606	1989	12	22	6	48	13.91	Valle Umbra
3-4	3638	1990	9	12	2	59	44.87	Valle Umbra
4-5	3707	1993	6	4	21	36	50.6	Valle del Topino
5	3708	1993	6	5	19	16	17.02	Valle del Topino
4-5	3835	1997	5	12	13	50	14.63	Monti Martani
NF	3841	1997	7	15	8	51	12.21	Appennino umbro-marchigiano
3	3847	1997	9	7	23	28	5.79	Appennino umbro-marchigiano
NF	3848	1997	9	9	16	54	47.5	Appennino umbro-marchigiano
NF	3849	1997	9	10	6	46	50.78	Appennino umbro-marchigiano
5-6	3850	1997	9	26	0	33	12.88	Appennino umbro-marchigiano
6-7	3853	1997	9	26	9	40	26.6	Appennino umbro-marchigiano
6	3870	1997	10	3	8	55	22.07	Appennino umbro-marchigiano

6	3876	1997	10	6	23	24	53.29	Appennino umbro-marchigiano
5	3890	1997	10	14	15	23	10.64	Valnerina
3	3903	1997	10	23	8	58	43.96	Appennino umbro-marchigiano
3-4	3910	1997	11	9	19	7	33.27	Valnerina
5	3928	1998	2	7	0	59	44.54	Appennino umbro-marchigiano
5	3934	1998	3	21	16	45	9.21	Appennino umbro-marchigiano
5-6	3937	1998	3	26	16	26	17.03	Appennino umbro-marchigiano
5	3941	1998	4	5	15	52	21.01	Appennino umbro-marchigiano
4	3952	1998	6	1	13	57	10.41	Appennino umbro-marchigiano
3	3953	1998	6	2	23	11	23	Appennino umbro-marchigiano
3	3963	1998	8	11	5	22	59.64	Appennino umbro-marchigiano
3-4	4034	2000	6	22	12	16	35.58	Bacino di Gubbio
4	4050	2000	9	2	5	17	2.41	Appennino umbro-marchigiano
3	4065	2001	4	16	8	51	53.56	Appennino umbro-marchigiano
NF	4116	2001	11	26	0	56	55.46	Casentino
4	4285	2005	12	15	13	28	39.59	Val Nerina
NF	4290	2006	4	10	19	3	36.67	Maceratese
3	4303	2006	10	21	7	4	10.01	Anconetano
4	4663	2016	10	26	19	18	7.42	Valnerina
4-5	4673	2016	10	30	6	40	17.32	Valnerina
F	4719	2017	1	18	10	14	9.9	Aquilano



A questi deve aggiungersi l'ultimo terremoto verificatosi nell'Ottobre 2016 con epicentro nel comune di Norcia. Il comune di Assisi, ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274/03, recepita dalla Regione Umbria mediante D.G.R. 852/03 è classificato come Zona Sismica 2, come riportato nella carta di pericolosità sismica della regione Umbria, che viene allegata di seguito.



LEGENDA

Zona in esame

In riferimento all' O.P.C.M. 3519/06 “Criteri per l'individuazione delle zone sismiche” e al D.M. 17/01/2018, la figura si riferisce ad un estratto della **Carta di Pericolosità della Regione Umbria** espressa in accelerazione massima al suolo (a_g) (con suolo A e cat. Topografica T1) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni ($T_r=475$ anni); l'ubicazione del punto progettuale è riportata in rosso.

Per la valutazione della Magnitudo attesa lo scrivente ha fatto riferimento a quanto esposto nel capitolo 2.8.2 degli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” forniti dal Servizio di Protezione Civile Nazionale che fa riferimento alla Zonizzazione Sismogenetica redatta dal Gruppo di lavoro per la mappa della pericolosità Sismica (OPCM 3274) pubblicata da INGV nel Rapporto Conclusivo del 2004, che viene proposta di seguito.



Zona ZS919

Legenda



La Zona sismogenetica per il territorio del Comune di Assisi fa parte appunto della numero **ZS919** “Appennino Umbro”, come risulta dalla figura sopra.

10.2 DISAGGREGAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO

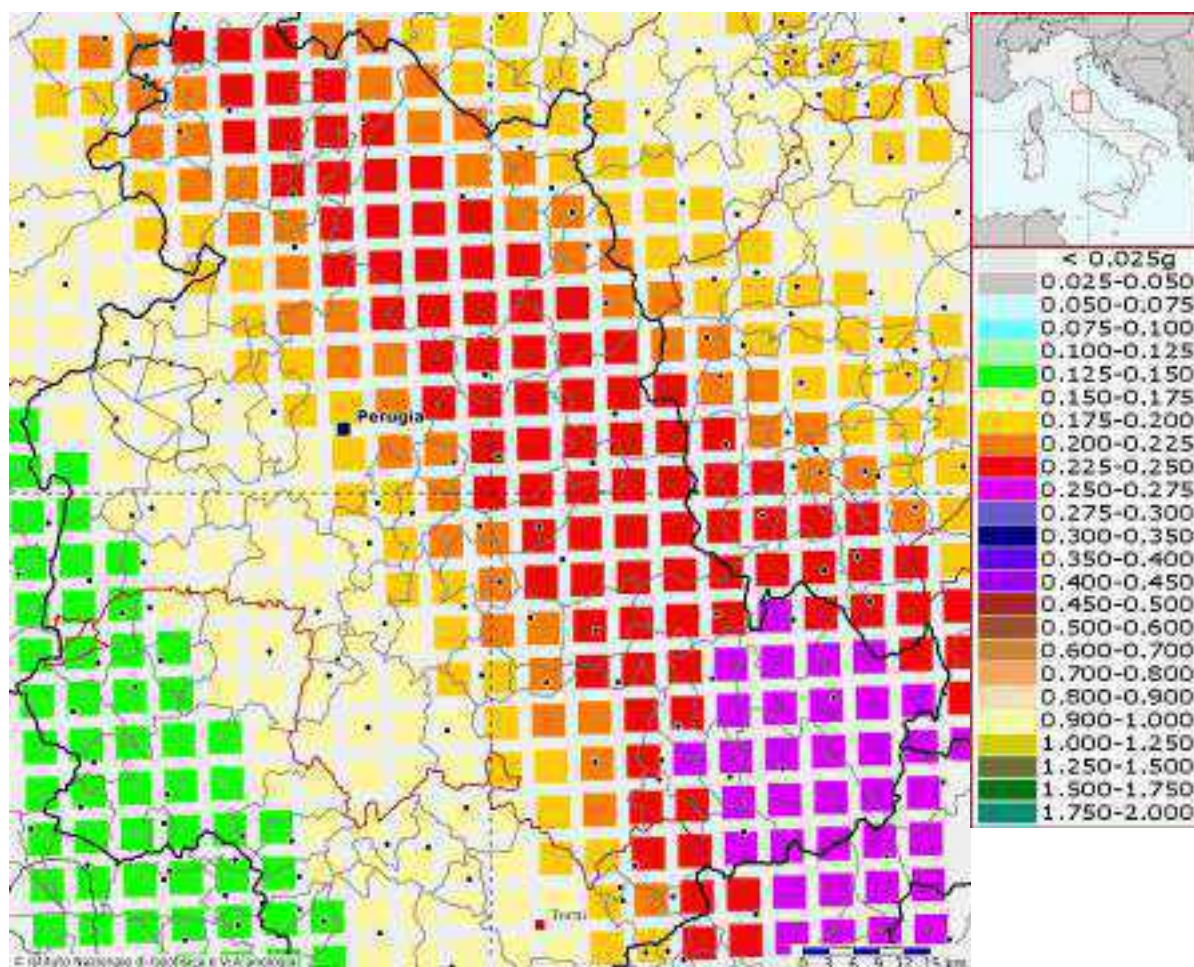
Dal progetto DPC_INGV S1 pubblicato con mappa interattiva all'indirizzo web <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> è possibile estrapolare per l'area in oggetto i valori di disaggregazione come mostrato dalle figure seguenti:

Si ottiene che il procedimento della disaggregazione sismica eseguito per la Zona Tordandrea ha fornito i seguenti valori di Magnitudo attesa: $M = 5.25$, e distanza $R = 6.54$ Km, quindi la massima pericolosità è determinata da un potenziale terremoto con tempo di ritorno 50 Anni, con magnitudo **$M = 5.25$** e da una sorgente sismica a distanza $R = 6.54$ Km.



Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)

Informazioni sul nodo con ID: 23408 - Latitudine: 43.031 - Longitudine: 12.601



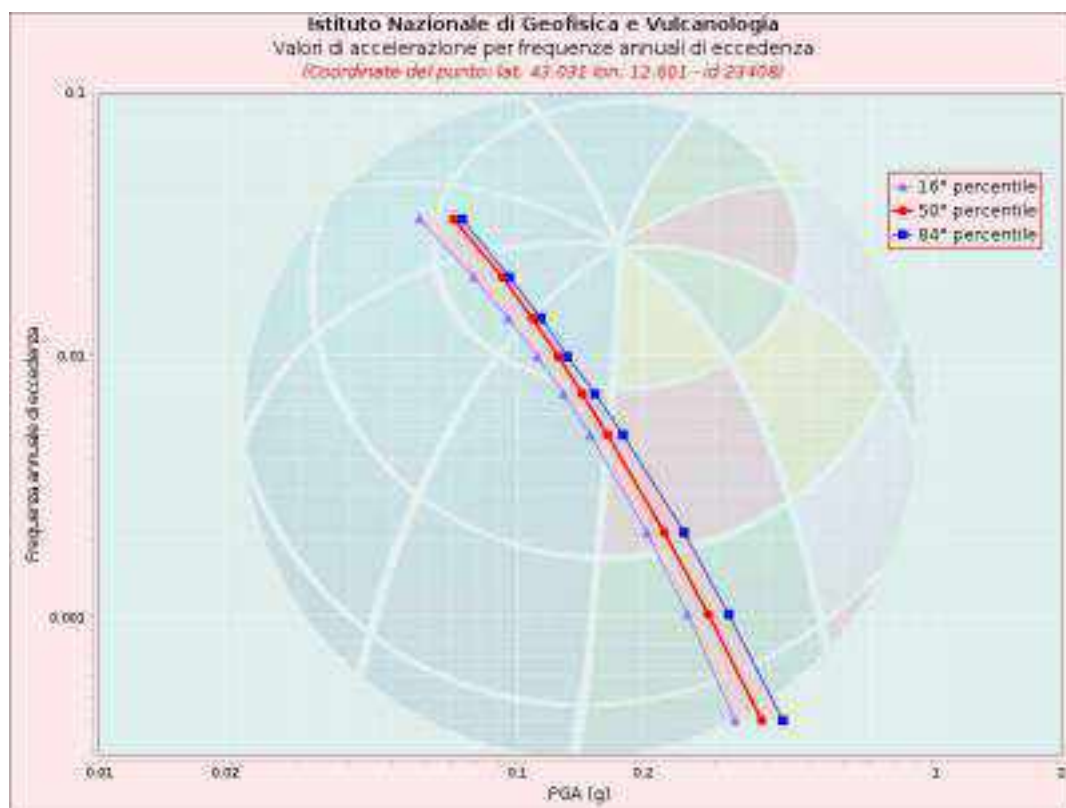
La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID **23408** (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.



Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



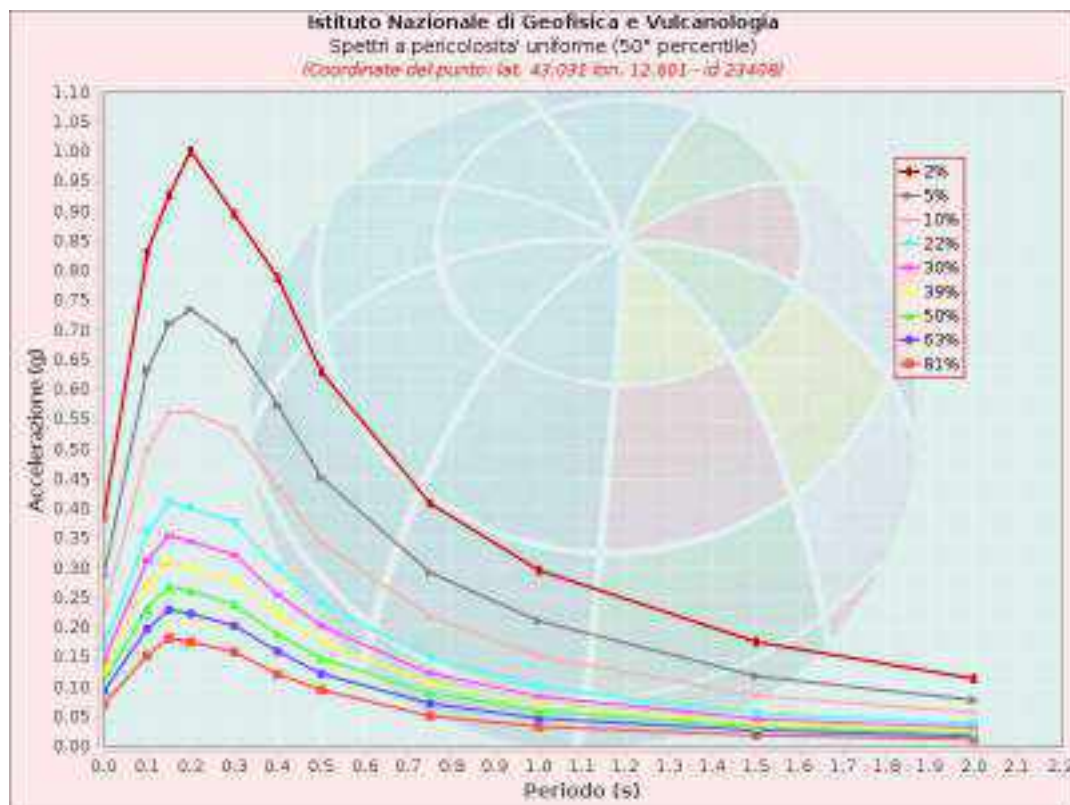
Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.333	0.385	0.433
0.0010	0.256	0.287	0.321
0.0021	0.205	0.225	0.251
0.0050	0.150	0.165	0.180
0.0071	0.129	0.143	0.154
0.0099	0.112	0.126	0.132
0.0139	0.095	0.109	0.114
0.0199	0.079	0.092	0.096
0.0332	0.059	0.071	0.074



Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



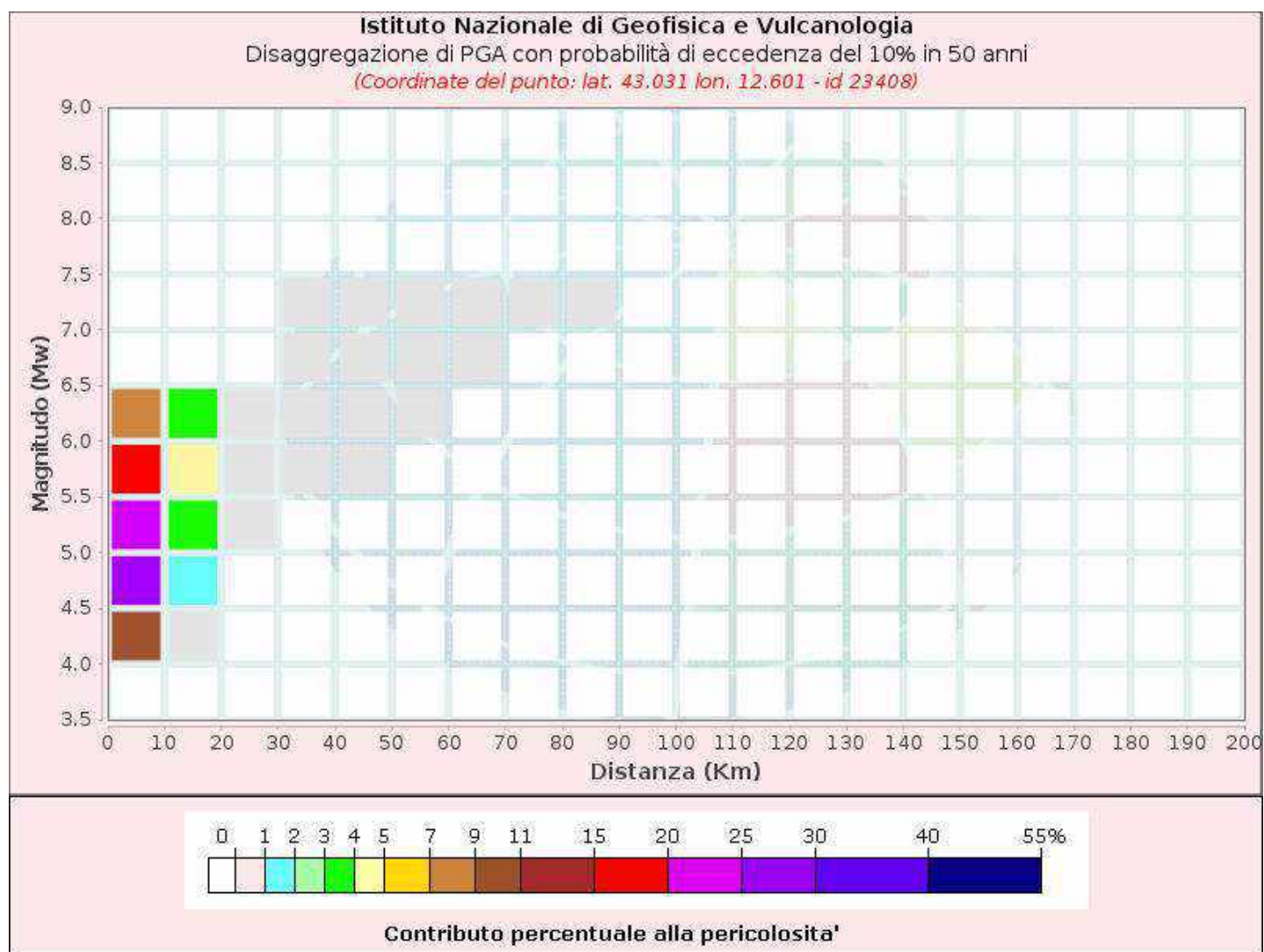
Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.385	0.830	0.926	1.001	0.895	0.788	0.630	0.409	0.296	0.176	0.114
5%	0.287	0.632	0.710	0.734	0.682	0.573	0.452	0.292	0.211	0.118	0.078
10%	0.225	0.499	0.562	0.562	0.532	0.436	0.342	0.219	0.152	0.085	0.057
22%	0.165	0.360	0.410	0.401	0.377	0.299	0.240	0.150	0.100	0.056	0.038
30%	0.143	0.313	0.354	0.345	0.322	0.255	0.203	0.123	0.084	0.046	0.032
39%	0.126	0.272	0.310	0.301	0.279	0.221	0.175	0.106	0.071	0.039	0.027
50%	0.109	0.233	0.269	0.261	0.239	0.188	0.148	0.090	0.059	0.033	0.021
63%	0.092	0.198	0.230	0.223	0.203	0.160	0.122	0.072	0.047	0.027	0.017
81%	0.071	0.153	0.182	0.176	0.159	0.122	0.095	0.051	0.033	0.019	0.012



Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.





Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Distanza in Km	Magnitudo											
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0	
0-10	0.0000	10.6000	26.5000	22.5000	15.9000	8.0500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
10-20	0.0000	0.2080	1.7600	3.7000	4.6100	3.7400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.1080	0.6580	0.9490	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0359	0.2250	0.0555	0.0553	0.0000	0.0000	0.0000	
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0407	0.1180	0.1420	0.0000	0.0000	0.0000	
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0311	0.0613	0.0000	0.0000	0.0000	
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0237	0.0000	0.0000	0.0000	
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0071	0.0000	0.0000	0.0000	
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Valori Medi: magnitudo = 5.25 ; distanza = 6.54 ; epsilon = 1.04

10.3 INDAGINI GEOFISICHE

ELABORAZIONE INDAGINE SISMICA MASW

Campagna	Masw MIAL-Variante PRG	Data	02/11/2022
Profilo	Fraz. Tordandrea Assisi	Operatore	Servoli Guido
Strumento	Sara Instruments	Condizioni Meteo	Buone
Sorgente	Mazza da 6 Kg	Formato Dati	SGY
Frequenza Geofoni	4,5 Hz	Spaziatura Geofoni	4 m
Freq. Campionamento	0,500 ms	Lungh. registrazione	2 s
Coordinate			
Inizio Profilo		Fine Profilo	
Latitudine	43.03969726 N	Latitudine	43.03897584 N
Longitudine	12.56449075 E	Longitudine	12.56427617 E
Quota	194 m. s.l.m.	Quota	194 m. s.l.m.



Schema geometria

Energizzazioni: 01-----02-----

-----03-----04

Ricevitori: 01.....06.....12.....18.....24

Energiz. N°	Posizione Energiz.	Nome file	Posizioni Ricevitori	Tracce inattive	Note (Rumore, Energ. singola, stack Energ.)
1	10 m. primo geofono	Mial-10m-2s.sgy			Rumore di fondo proveniente dall'azienda di proprietà
2	15 m. primo geofono	Mial-15m-2s.sgy			Rumore di fondo proveniente dall'azienda di proprietà

3	10 m. dall'ultimo geofono	Mial-10m-2s-LatoOpposto			Rumore di fondo proveniente dall'azienda di proprietà
4	15 m. dall'ultimo geofono	Mial-15m-LatoOpposto			Rumore di fondo proveniente dall'azienda di proprietà

ELABORAZIONE - SOFTWARE WINMASW 4.1.1 Pro

Nel sito in studio è stato eseguito un test sismico con la tecnica MASW (Multichannel Analysis Superficial Wave).

Di seguito vengono descritte le procedure MASW ed il processing con i risultati ottenuti.

Il sito dove è stato eseguito il test sismico con tecnica "MASW" si trova in corrispondenza della Frz. Tordandrea – ASSISI e la sua orientazione è riportata nell'elaborato in foto aerea.

Equipaggiamento

L'attrezzatura di cui si dispone per effettuare le indagini in sito all'oggetto, è composta da un sismografo a 24 canali prodotto dalla SARA INSTRUMENTS – PERUGIA, le cui caratteristiche tecniche sono visibili nelle pagine di seguito.

E' stato usato un sismografo multicanale con i cavi dei geofoni che hanno spaziatura delle uscite fino a 5 metri con la possibilità di tutte le misure testate.

Il sismografo DoReMi è uno strumento modulare, a telemetria digitale.

L'elettronica distribuita nel cavo permette di poter scegliere il numero desiderato di canali, rendendo per di più il test immune dai disturbi elettromagnetici. La batteria testata e nell'interfaccia e nei booster rende il test autonomo e più sicuro.

La digitalizzazione a monte del segnale vicino al geofono, con i canali a 16-bit abbate il livello di rumore registrato, e la trasmissione in digitale testata la testata di dati ed il crosstalk.

I geofoni verticali con frequenza di risonanza di 4.5 Hz sono stati usati per l'analisi dei profili verticali delle onde Superficiali di "Rayleigh". Come sorgente di energia delle onde testate e sono stati eseguiti n. 4 scoppi (offset) con mazza da 6 kg su piatto di battuta, a distanza rispettivamente di 10 m. e 15 m. dal primo ed ultimo geofono della stesa sismica.



Foto 1 – Allestimento Masw



Foto 2 – Sismografo Sara Instruments

Procedure MASW (Multichannel Analysis Superficial Wave)

E' stata eseguita una linea sismica della lunghezza di **92 metri** utilizzando un cavo sismico e **24** geofoni; la distanza tra i geofoni è risultata essere di **4** metri, in quanto si è avuto abbastanza spazio a disposizione per effettuare uno stendimento lungo.

Le amplificazioni dei geofoni ("guadagni") sono state uguali per ogni geofono.

La frequenza di campionamento è di 1000 Hz ed il tempo di acquisizione è risultato di 2 s.

Il registratore per l'acquisizione dei dati ha una memoria dinamica a 16 bit registrante da 24 canali, cavo sismico telemetrico di 120 m. MOM power con interfaccia USB 1,1 24 V, notebook PC Windows XP con software Panel Acquisition a 24 canali; il registratore è in grado di registrare in digitale il segnale proveniente da ciascun canale dal registratore di ricezione.

INTERPRETAZIONE

I dati acquisiti in campagna sono stati trasferiti dal sismografo al personal computer, utilizzando per l'interpretazione il software (WINMASW 4.1 pro) prodotta dalla EliaSoft, di cui si dispone regolare licenza d'uso e che è registrante da due moduli (MASW + REMI).

Analisi del segnale

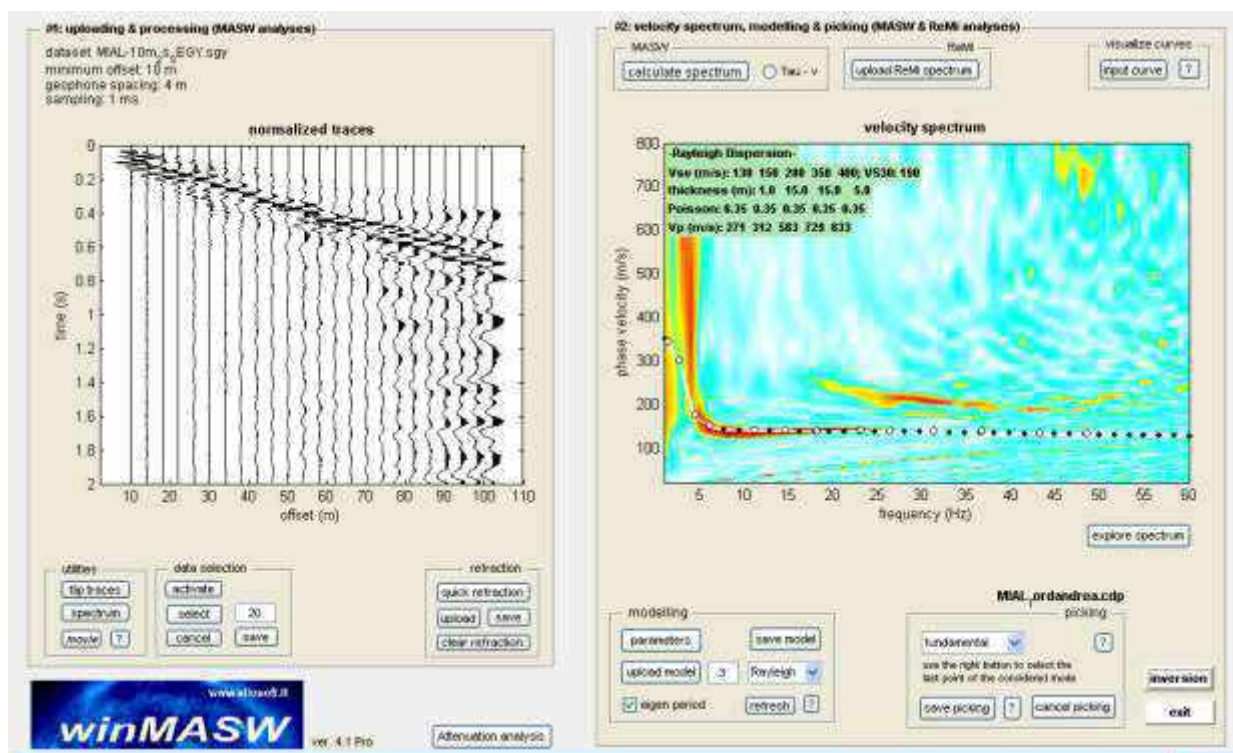
Nella prima fase esante e dei record l'interprete si è limitato ad eseguire alcuni passi obbligati quali la esante dei files ed il preprocess semiautomatizzato che filtra ed equalizza le esan. Inoltre sono stati introdotti alcuni parametri: la geometria utilizzata, la frequenza massima da indagare, la velocità di fase minima di partenza.

Processing dei risultati

L'indagine è stata effettuata in un terreno in direzione tale che la pendenza è risultata nulla lungo tutta la stesa.

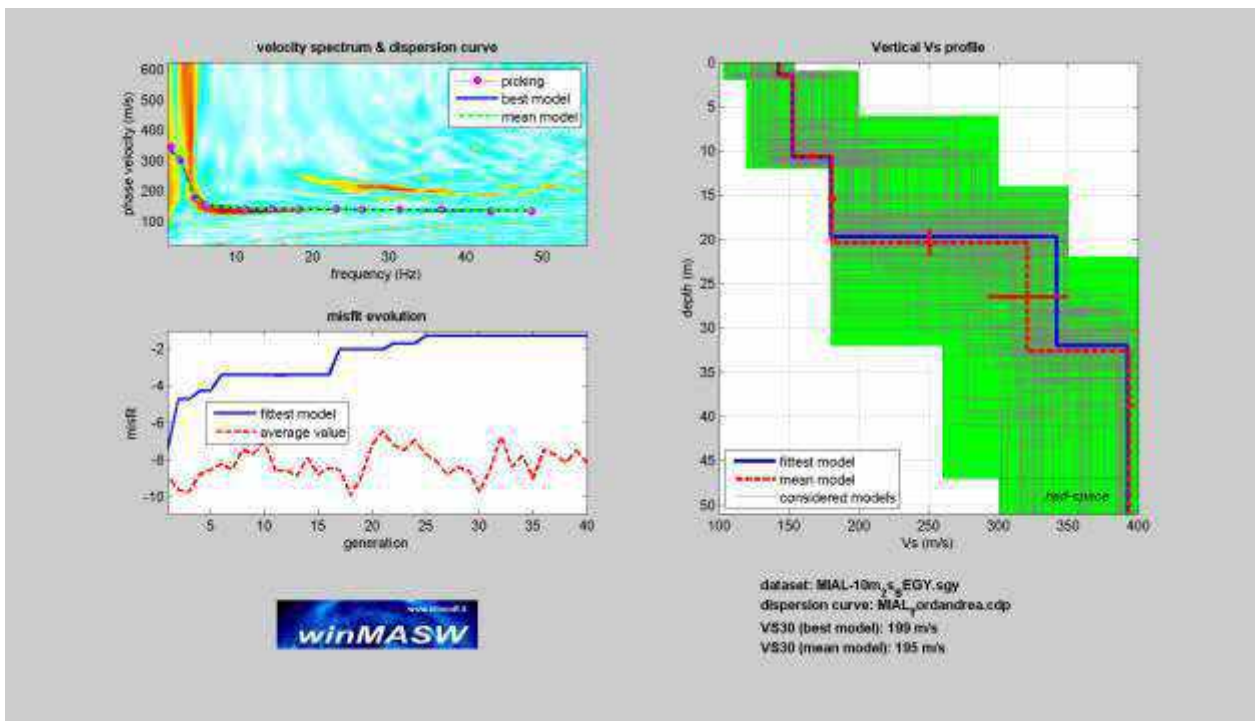
Lo step n. 1 consiste nell'importazione del migliore file esante in campagna, che è quello esante all'offset di 10 m.

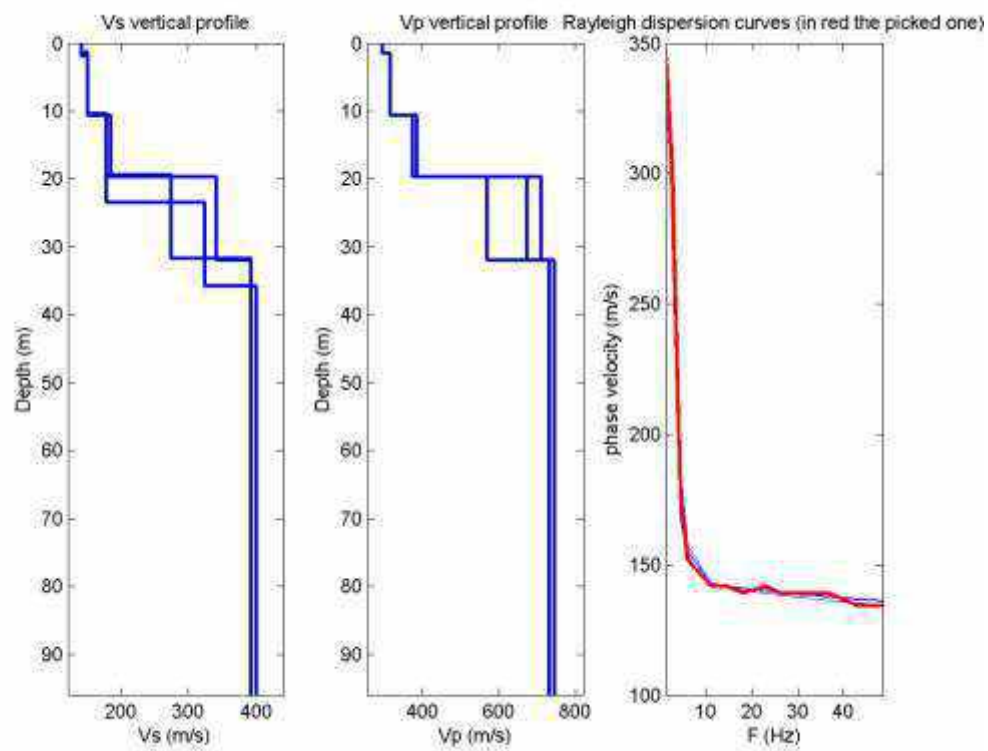
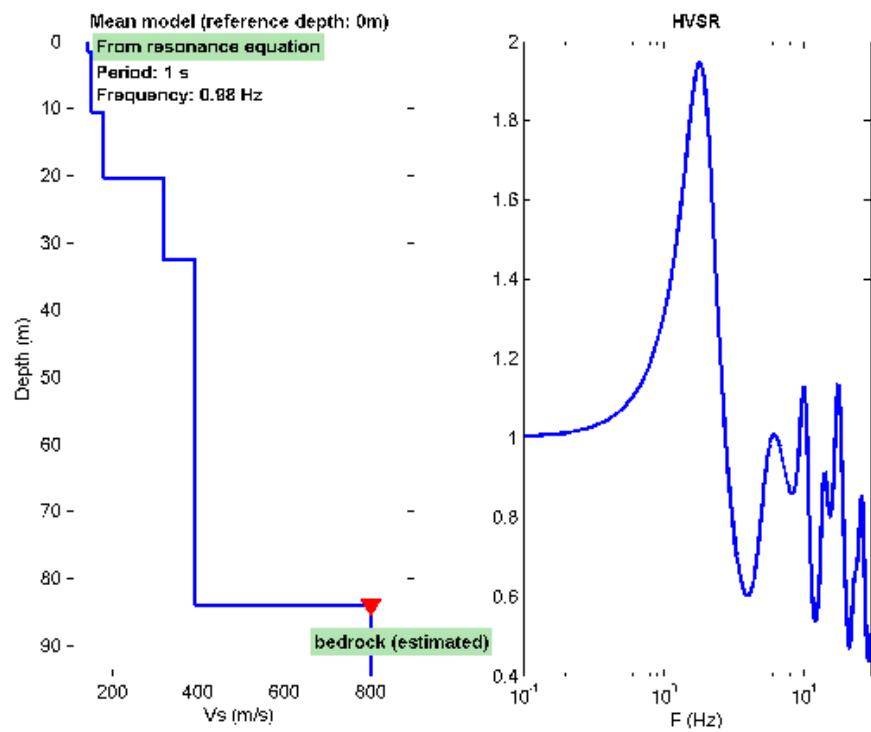
Lo step n. 2 invece calcola lo spettro di velocità, "modelling" e "picking" della curva di esante come presentato nella figura seguente:



Il secondo (ed ultimo) passo da affrontare per ottenere il esante esante della VS è l'inversione della curva di esante precedentemente "piccata", anche se l'approccio consigliato è quello della modellazione diretta! (vedi Dal Moro, 2008).

L'inversione viene effettuata grazie all'utilizzo di una solida tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici).
In Figura è riportata la schermata principale della sezione "Inversione".





La prima operazione consiste nella selezione della curva di *esante* (precedentemente *esante* e) che si intende invertire.

Il secondo passo da compiere è mirato ad ottimizzare l'operazione di *esante*. Infatti le assunzioni che vengono fatte nella definizione automatica dello “spazio di *esante*” (valori di VS e spessori all'interno dei quali si cerca la soluzione ottimale) sono diverse nei casi in cui il *bedrock* si trovi a una profondità raggiungibile o meno *esa* onde superficiali. Nel caso il gradiente di velocità non subisca variazioni drammatiche (come ad esempio nel nostro caso) è valida la cosiddetta assunzione $l/2$.

La curva blu (Figura) rappresenta tale approssimazione mentre le due curve rosse (tratteggiate) sono valori suggeriti come limite minimo e *esante*. Questi valori sono poi discretizzati in base al numero di strati scelto dall'utente per definire lo “spazio di *esante*” (rappresentato in verde).

Va da sé che, sulla base delle conoscenze geologiche del sito, l'utente è invitato a modificare i valori assegnati automaticamente in modo tale da rendere la *esante* del modello migliore, più mirata e rapida ed efficace.

Da tutto ciò segue il seguente modello di stratigrafia:

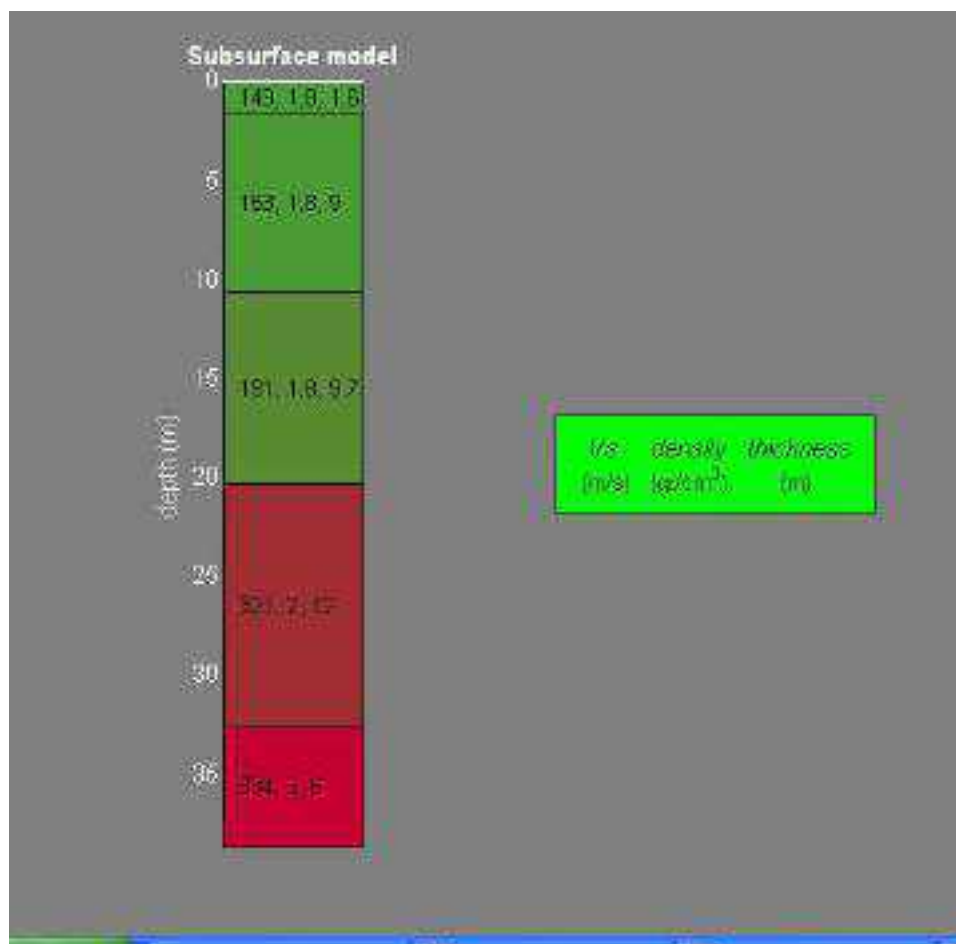


Fig. 1 - INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA

MISURA DI RUMORE AMBIENTALE – HVSR

Campagna	HV-MIAL-Variante PRG	Data	03.11.2022
Sito	Fraz. Tordandrea-Assisi	Operatore	Servoli Guido
Strumento Acquisitore	Sara Instruments	Sismometro Tipo	3 canali
Frequenza Sismometro	0,5 Hz	Fondo scala	20
Freq. Campionamento	156-600 Hz	GPS LOC	
Inizio Registrazione	10.14	Durata (sec)	1800
NOME FILE	MT_20221102_101441.SAF	FORMATO FILE	saf
Coordinate			
	GPS	UTM	ALTRO
Latitudine	43°02'22" N		
Longitudine	12°33'51" E		
Quota (m)	194 m. s.l.m.		

Indicazioni sul Sito: (Città, Frazione, via, proprietario, telefono e altri riferimenti per la sua individuazione) In corrispondenza del terreno oggetto di Variante al PRG

In



INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|--|--|--|
| ☐ Roccia | ☐ Asfalto | ☐ Sabbia | ☐ Erba |
| ☐ Terreno Riporto | ☒ Terreno_compatto | ☐ Terreno_bagnato | ☐ Terreno_secco |
| ☐ Cemento | ☐ Sterrato | ☐ Pavimentazione | ☐ Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato) Incastrato nel terreno con piedistalli.....

INSTALLAZIONE SISMOMETRO: GEOLOGIA			
☐ Roccia	☒ Terreno	☐ Detrito	☐ Riporto
altro/commento:			
INSTALLAZIONE SISMOMETRO : POSIZIONAMENTO in			
☐ Città_via_principale	☐ Città_via_secondaria	☐ Città_cortile	☐ Città_parco
☐ Strada_principale	☒ Strada_secondaria	☐ Mura	☐ Mura_antiche
☐ Aperta_campagna	☐ Galleria	☐ Cunicolo	
altro/commento:			
INSTALLAZIONE GEOFONO : VICINANZA			
☐ Fiume	☐ Canale	☒ Fabbrica	☐ Cantiere
☐ Lavori_stradali	☐ Alberi	☐ Ponti	☐ Viadotti
☐ Mura	☐ Gallerie	☐ fognature	
☐ Edifici_nessuno	☒ Edifici scarsi	☐ Edifici densi	
distanza_edificio_vicino:...35 m.....			
strutture_sotterranee:			

CONDIZIONI ATMOSFERICHE :		
☐ vento_forte	☐ vento_debole	☒ no_vento
☐ pioggia_forte	☐ pioggia_debole	☒ no_pioggia
altro/commento		

RUMORE RILEVABILE:		
☒ Auto_nessuna	☐ Auto_poche	☐ Auto_tante
☒ Mezzi_pesanti_nessuno	☐ Mezzi_pesanti_pochi	☐ Mezzi_pesanti_tanti
☒ Pedoni_nessuno	☐ Pedoni_pochi	☐ Pedoni_tanti
ALTRE SORGENTI DI RUMORE		
.....		
.....		

Elaborazione indagine HSVR con software GEOEXPLORER:

STATION INFORMATION

Station code: 1

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS05PACK (integrated 0.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Tordandrea di assisi

Address: Zona Industriale – Ditta MIAL

Latitude: 43.03969726

Longitude: 12.56446929

Coordinate system: WGS84

Elevation: 194 m s.l.m.

Weather: Buono

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

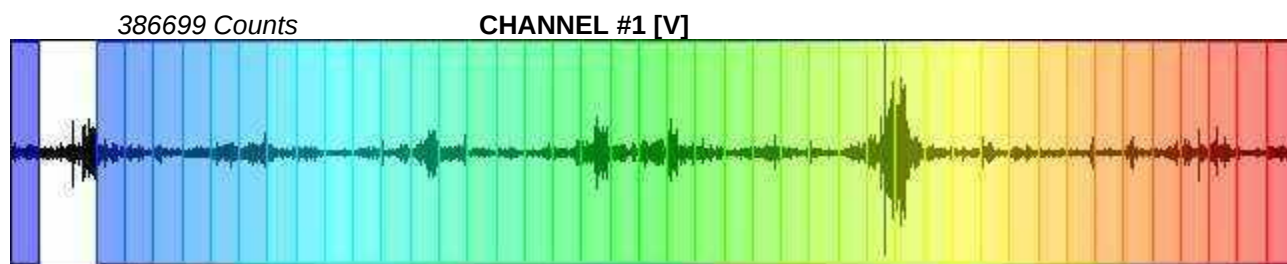
Recording start time: 2022/11/02 10:14:41

Recording length: 30 min

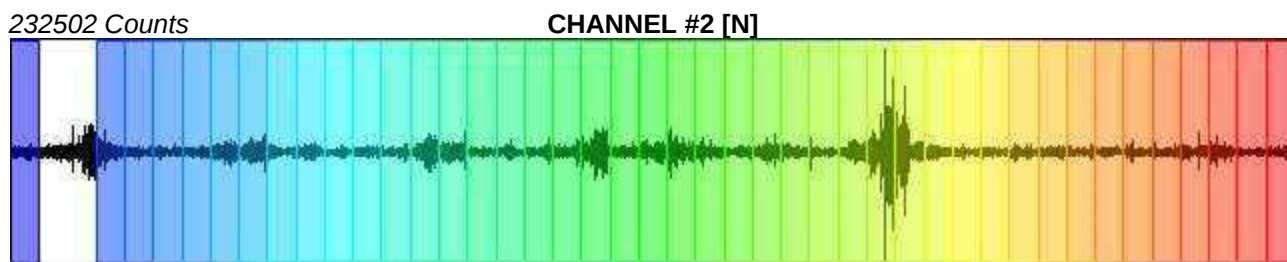
Windows count: 43

Average windows length: 40

Signal coverage: 95.56%



-353627 Counts



-251087 Counts



-219823 Counts

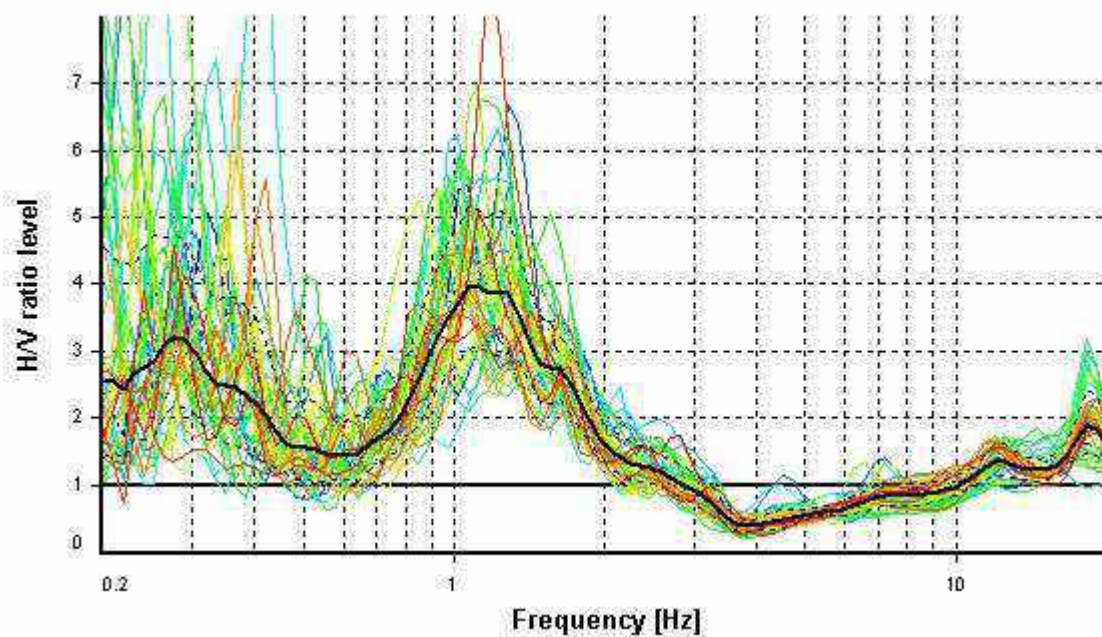
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

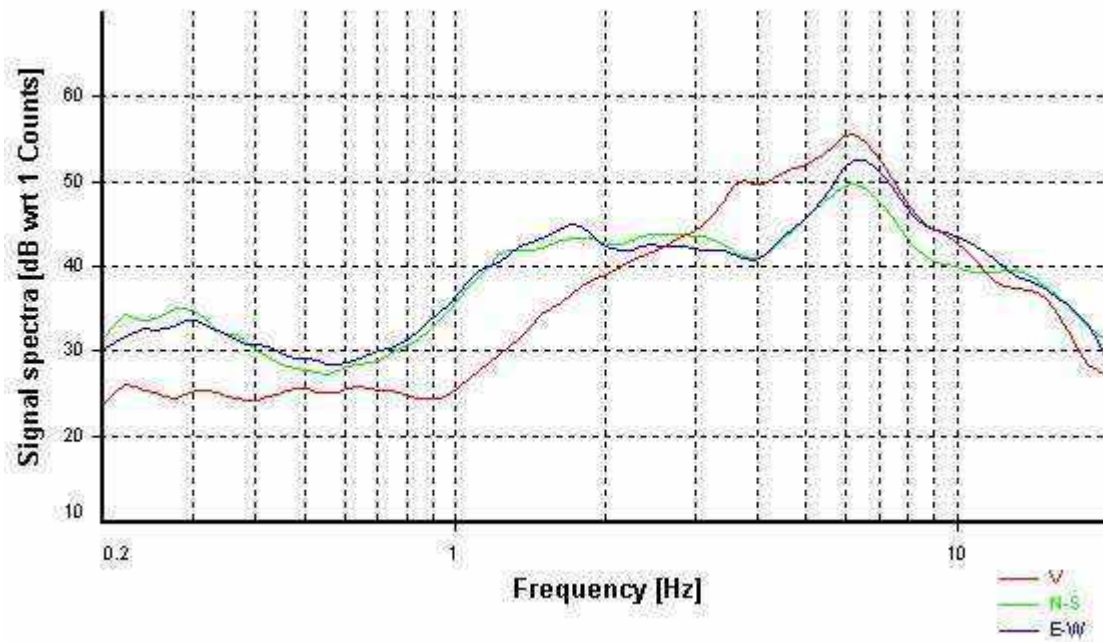
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

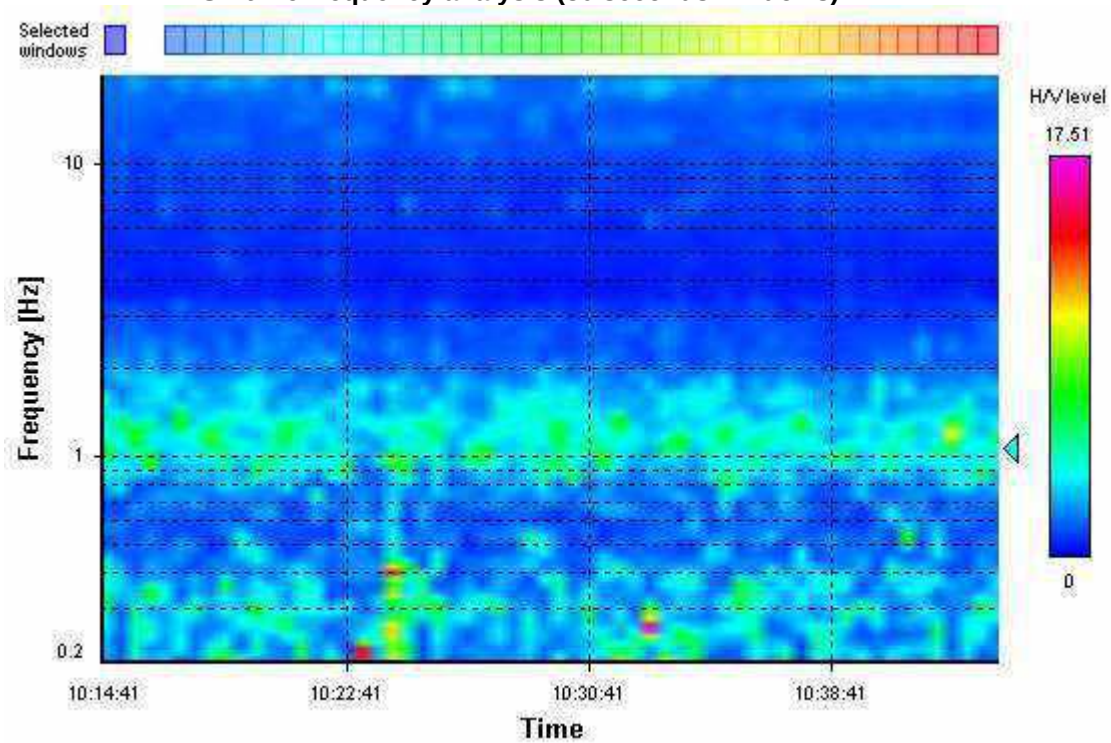
HVSR average



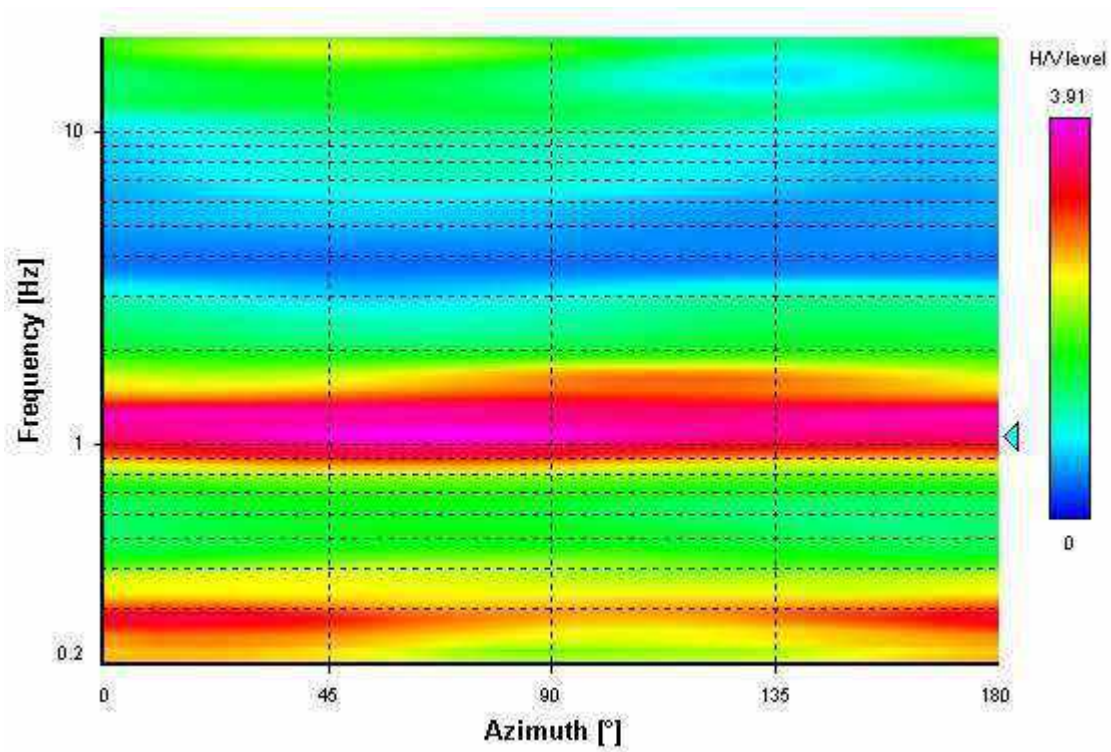
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



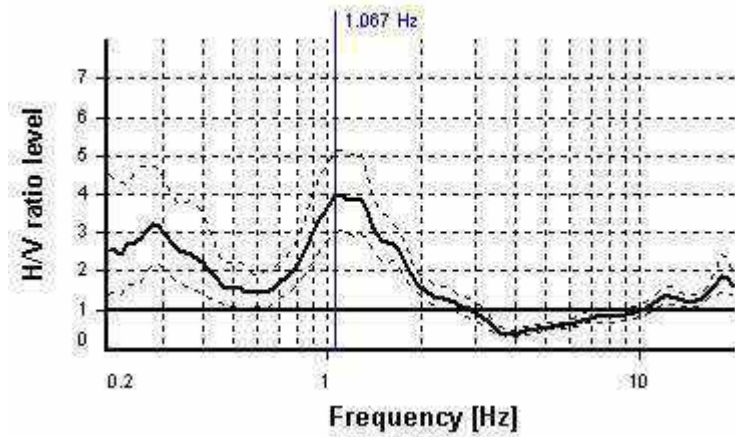
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

1.067 Hz

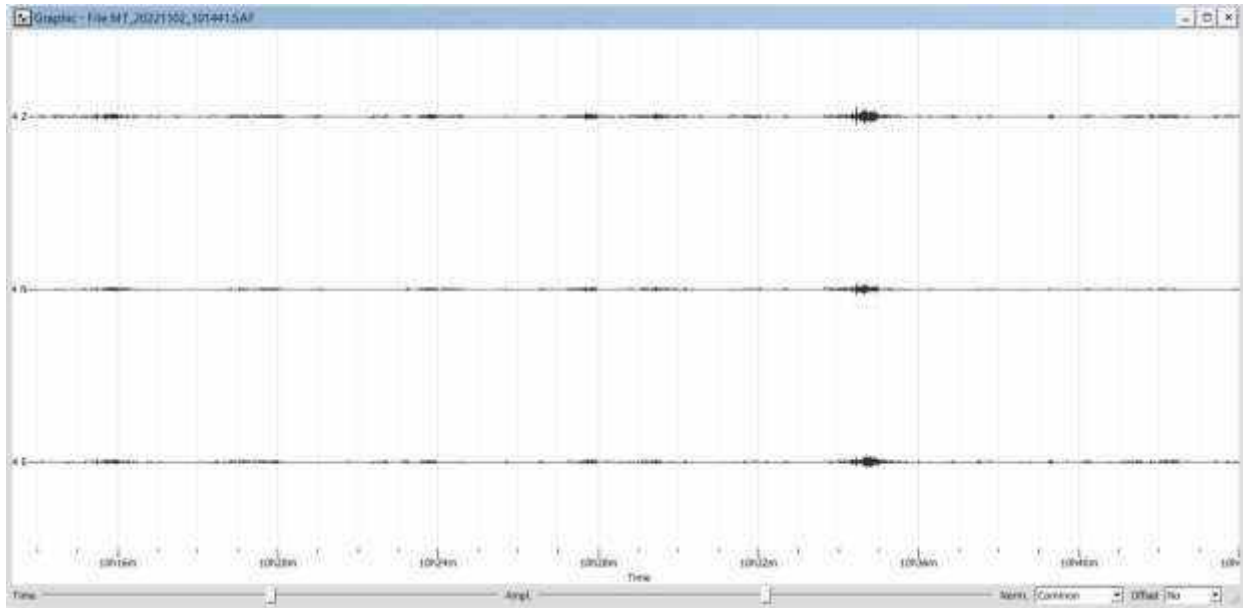
A_0 amplitude = 3.948

Average f_0 = 1.166 ± 0.170



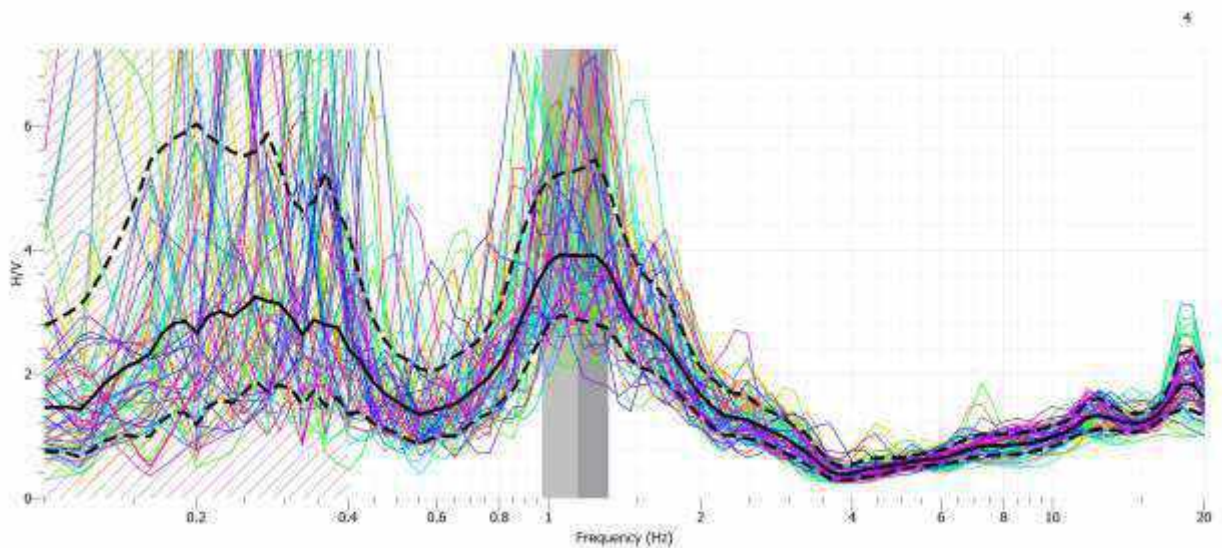
HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	43 valid windows (length > 9.37 s) out of 43	OK
$n_c(f_0) > 200$	1835.82 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0.73568 Hz	OK
$\exists f^* \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	1.86521 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.95 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	4.76% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.1699 >= 0.10673	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.30249 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Traccia

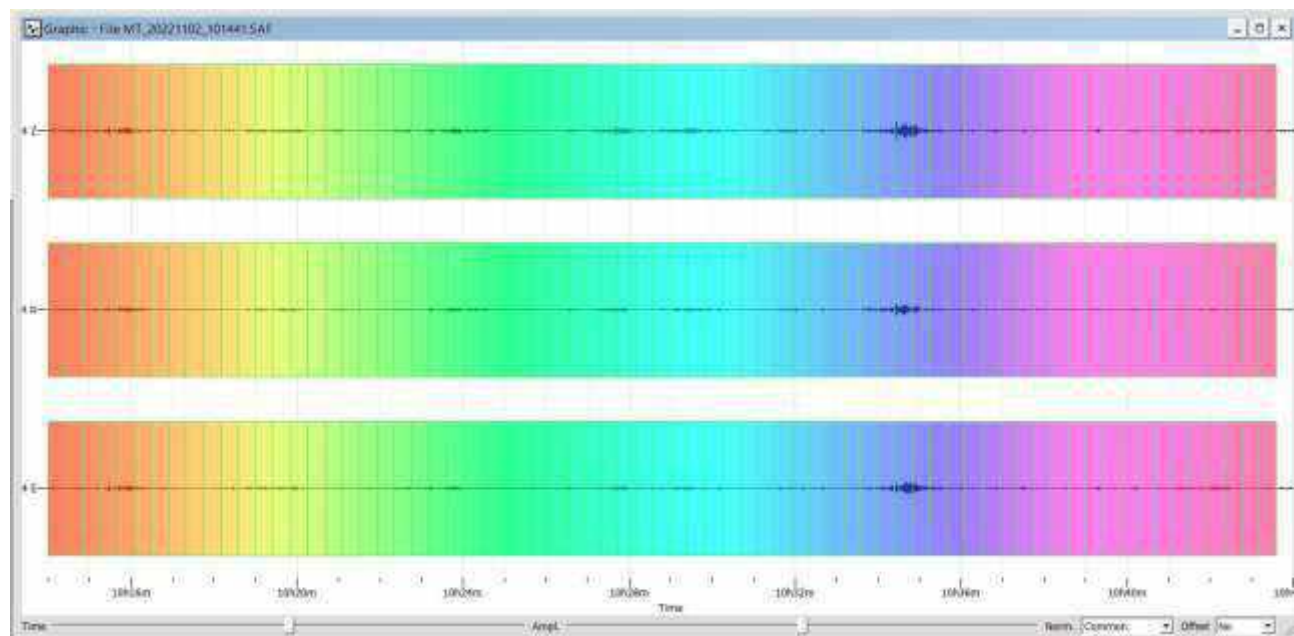


GEOPSY output version 1.1
 # Number of windows = 71
 # f0 from average 1.05361
 # Number of windows for f0 = 71
 # f0 from windows 1.14349 0.971462 1.31552
 # Peak amplitude 3.90578

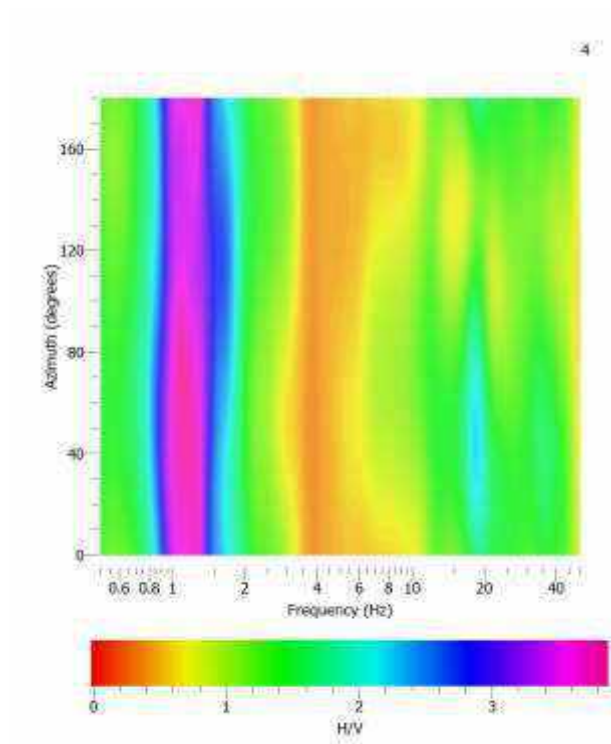
Frequenza di Picco



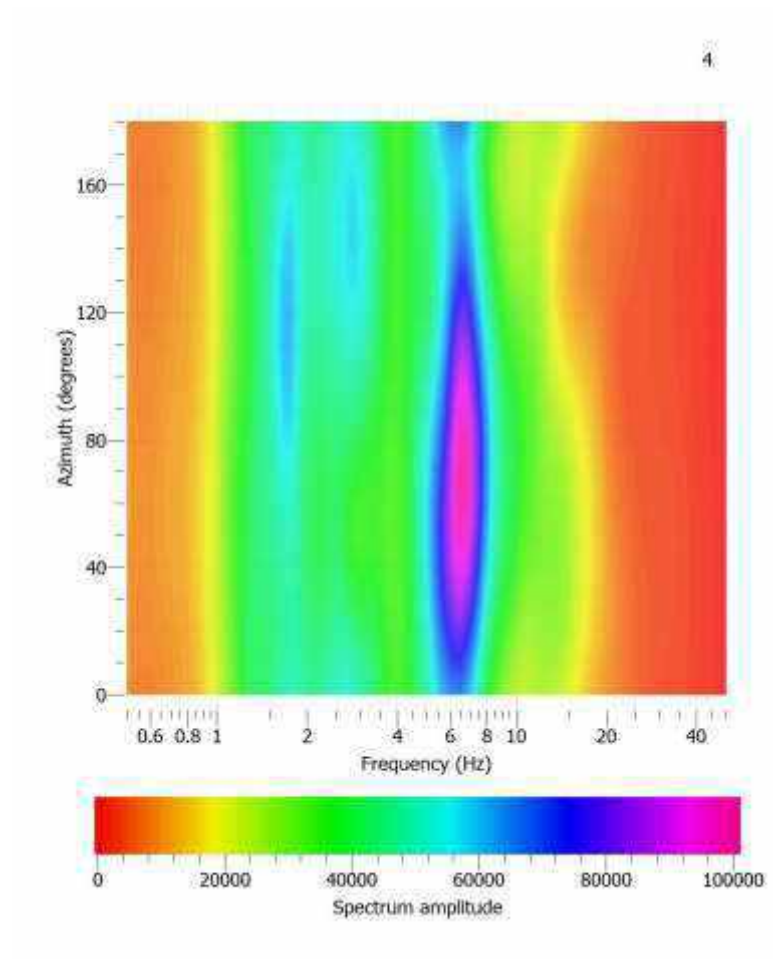
Finestre



Direzionalità del segnale



Stazionarietà del segnale

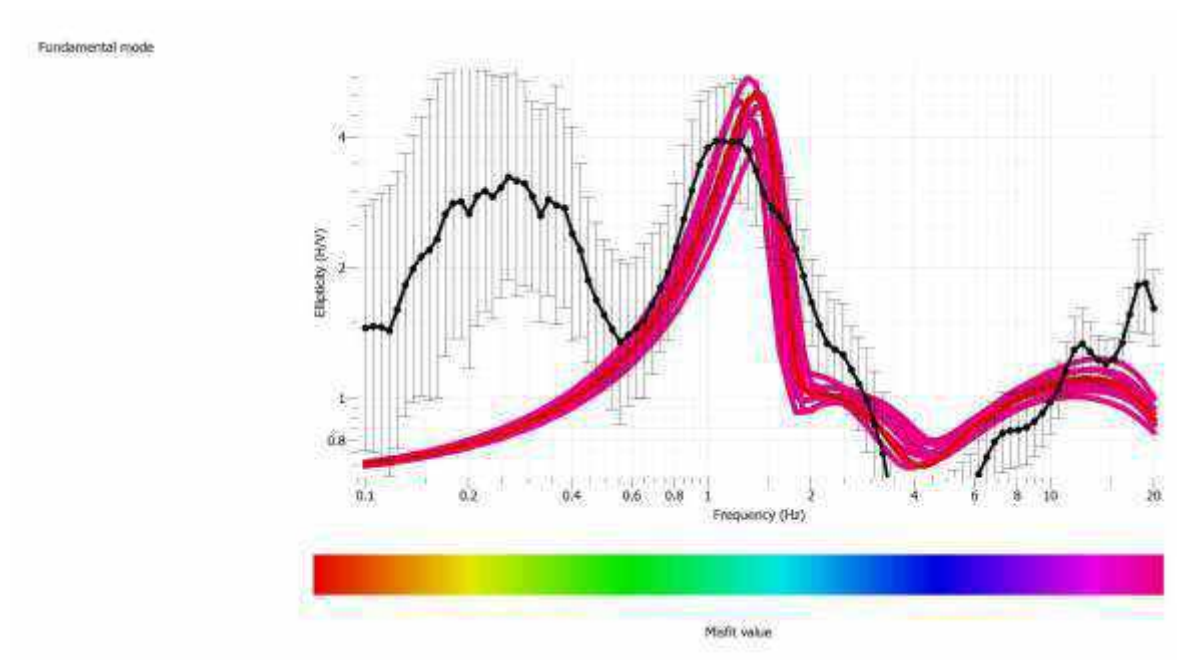


Queste indagini, attraverso una elaborazione congiunta, hanno permesso di stabilire la profondità del Bed-Rock a circa 85-90 m. dal p.c.; tale elaborazione consente di eseguire un calcolo del coefficient FA per lo studio di Microzonazione Sismica speditiva di II° Livello.

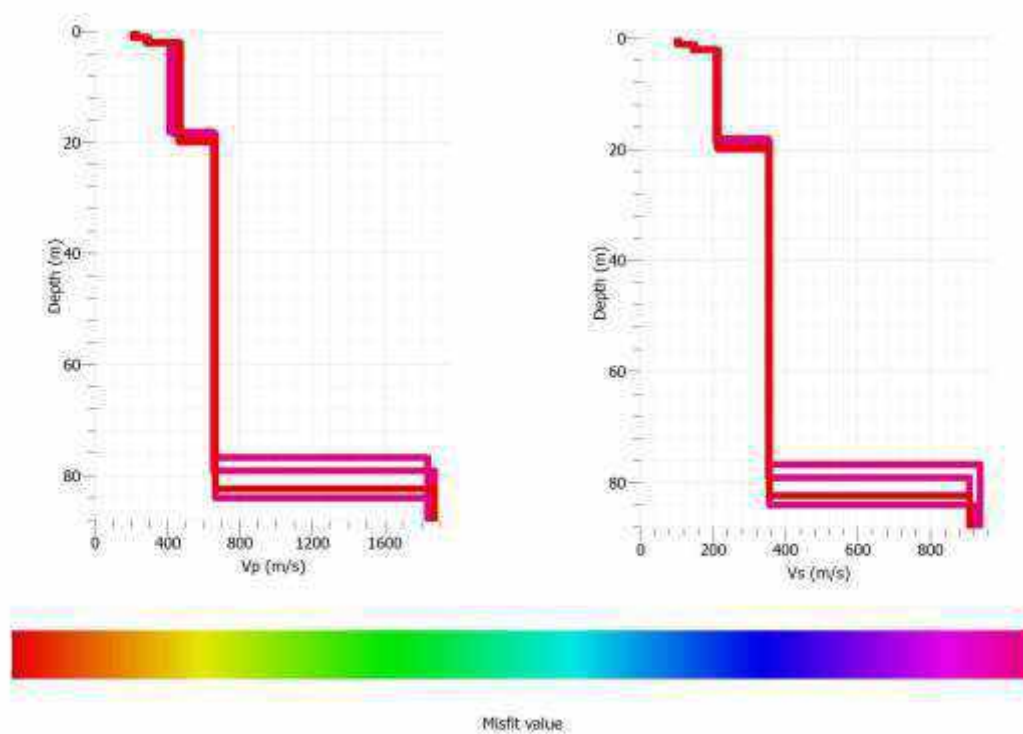
Segue Report Elaborazione congiunta MASW-HVSR.

INTERPRETAZIONE CON SOFTWARE DINVER (Masw + HVSR)

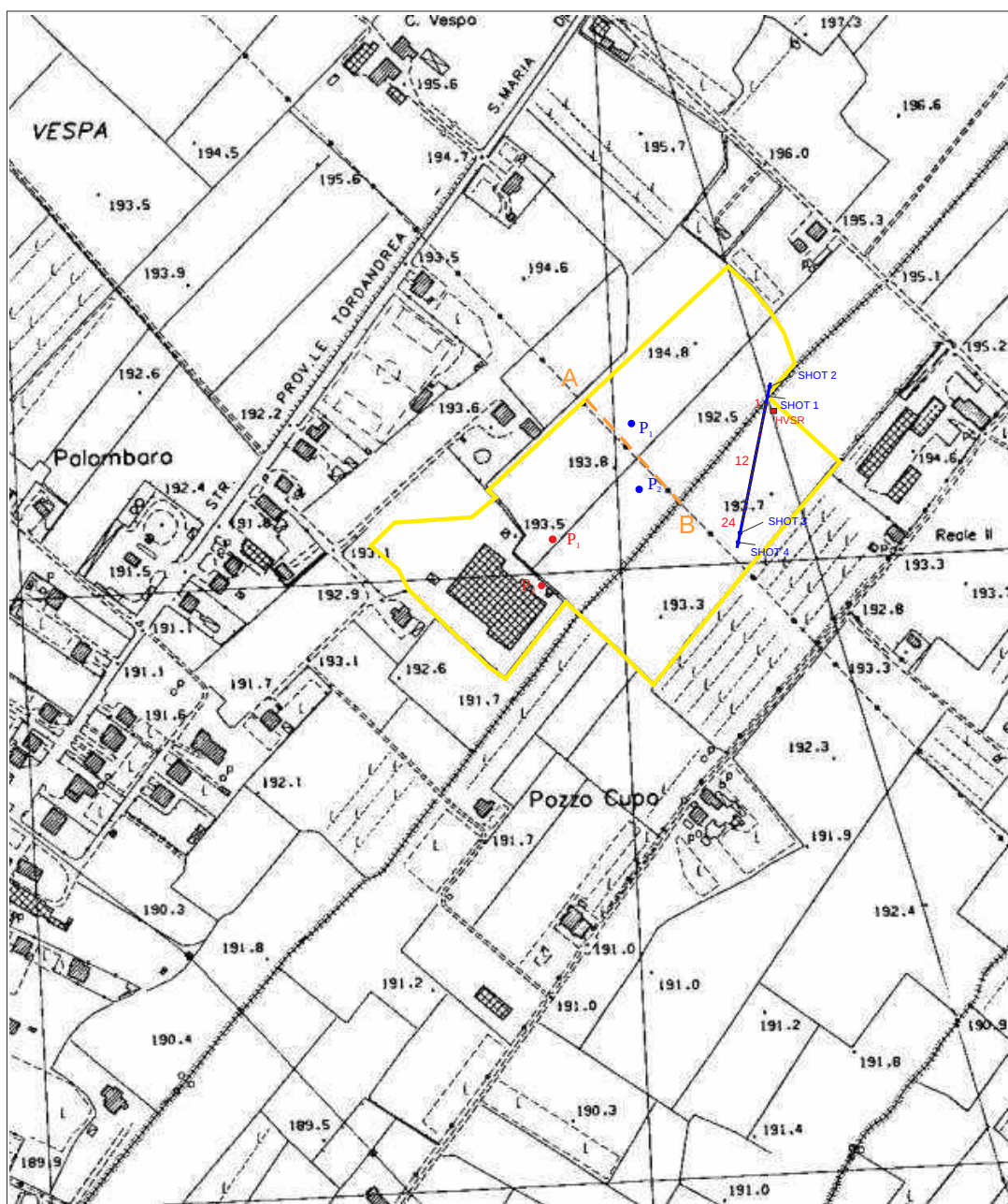
Curva ellitticità



Ground Profile



Segue Carta CTR con ubicazione Indagini effettuate.



LEGENDA

- Zona in esame oggetto di Variante
- P_{1-2} Ubicazione prove penetrometriche statiche ampliamento_1
- P_{1-2} Ubicazione prove penetrometriche statiche ampliamento_2
- A - - - - - B Traccia della Sezione Geologica
- SHOT 1 SHOT 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Ubicazione Profilo sismico MASW
- HVSr Misura di Rumore Ambientale - HVSr

Come evidenziato dal valore più sopra riportato la **Categoria di Sottosuolo derivante è “C”**.

Casi di liquefazione delle sabbie non sono segnalati e per i terreni in esame non sono presenti nelle vicinanze faglie tettoniche che siano state riconosciute sismicamente.

7.4 Quantificazione speditiva dei fattori di amplificazione (MZZ livello 2)

Il livello 2 di MZZ è stato eseguito nell'area sottoposta a Variante, in quanto nella zona esiste solo il Livello 1 dalla Carta di Pericolosità Sismica redatta dalla Regione Umbria.

In questa si evidenzia una particolare instabilità dovuta alla qualità dei terreni particolarmente scadenti.

La procedura utilizzata nel nostro caso, che segue un approccio di tipo quantitativo, ha fornito una stima della risposta sismica locale in termini di fattori di amplificazione.

Le amplificazioni sono state espresse attraverso il **fattore di amplificazione FA**.

Per la quantificazione dei fattori di amplificazione sono stati utilizzati gli abachi di riferimento per effetti litostratigrafici e per effetti topografici, riportati negli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS - 2008)”, non essendo disponibili abachi specifici della Regione Umbria, al momento della redazione del presente studio.

Gli abachi per effetti litostratigrafici utilizzati sono coerenti con un modello di sottosuolo costituito da un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido con velocità delle onde di taglio $V_s > 800$ m/s.

I dati di ingresso per l'utilizzo delle tabelle degli abachi per effetti litostratigrafici sono stati:

- la macrozona di pericolosità sismica del sito (par. 10.1) da cui il valore medio approssimato di a_g , considerato per la località studiata è pari a 0.22g. Le tabelle degli abachi sono indicate per i livelli energetici di 0.06g, 0.18g e 0.26 g da cui è stato cautelativamente assunto il valore di riferimento di $a_g = 0.26$ g;
- la litologia prevalente nelle zone di approfondimento d'indagine, ricavata dai dati stratigrafici e dai modelli geolitologici adottati.

Tipo di terreno: Argilla (Tordandrea – Zona 4)

- la V_{SH} media dei terreni di copertura, ovvero il valore della velocità media delle onde S fino all'interfaccia con il substrato sismico ($V_s > 800$ m/s).
- il profilo di velocità assunto è risultato per questa località:
 - **profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.**

Fattore di amplificazione		Tipo di terreno		a_g (g)		Profilo di velocità					
FA		Argilla		0.26g		Lineare pendenza intermedia					
H		V_s (m/s)									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	2.21	1.79	1.75	1.57	1.35	1.19	1.09	1.04	1.01	1.00
	10	-	2.27	1.96	1.63	1.43	1.32	1.25	1.16	1.05	1.01
	15	-	2.35	2.14	1.88	1.66	1.47	1.33	1.22	1.10	1.03
	20	-	2.14	2.16	1.96	1.75	1.58	1.43	1.31	1.15	1.05
	25	-	1.89	2.00	1.97	1.79	1.62	1.48	1.37	1.19	1.07
	30	-	1.77	1.89	1.85	1.77	1.62	1.49	1.38	1.20	1.07
	35	-	-	1.71	1.76	1.67	1.60	1.48	1.38	1.21	1.08
	40	-	-	1.73	1.64	1.62	1.52	1.46	1.37	1.21	1.07
	50	-	-	1.70	1.65	1.51	1.42	1.36	1.31	1.18	1.06
	60	-	-	1.60	1.60	1.51	1.39	1.30	1.24	1.15	1.05
	70	-	-	1.52	1.52	1.47	1.40	1.29	1.21	1.11	1.03
	80	-	-	1.45	1.47	1.41	1.36	1.29	1.21	1.09	1.01
	90	-	-	1.38	1.43	1.37	1.33	1.27	1.21	1.08	0.99
	100	-	-	1.27	1.36	1.32	1.27	1.24	1.19	1.08	0.98
	110	-	-	1.29	1.31	1.30	1.25	1.20	1.17	1.07	0.98
120	-	-	1.21	1.27	1.26	1.24	1.18	1.13	1.06	0.97	
130	-	-	1.18	1.23	1.22	1.20	1.17	1.12	1.04	0.96	
140	-	-	1.13	1.20	1.20	1.18	1.14	1.10	1.03	0.95	
150	-	-	1.10	1.18	1.16	1.14	1.12	1.09	1.02	0.94	

Tabella abaco per effetti litostratigrafici utilizzata per la MZS livello 2 (da ICMS 2008) - Argille (0.26g LPI)

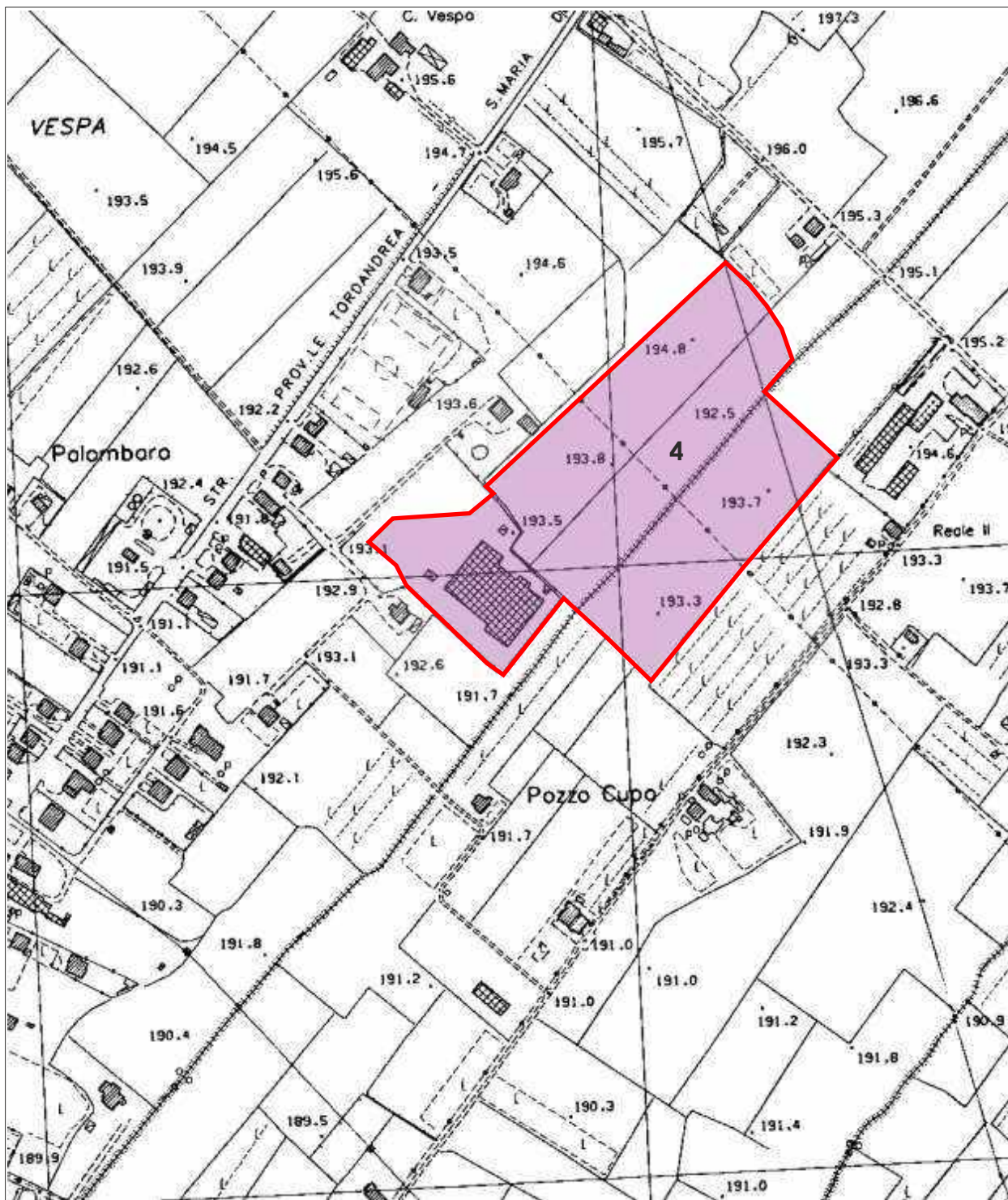
Sono quindi state effettuate le determinazioni dei valori del fattore di amplificazione FA per l'area oggetto di Variante, con i risultati di seguito riportati, sintetizzati nella Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2, in scala 1:5000.

FA = 1 Corrisponde alla Zona **4** della Carta delle MOPS. La classe d'ingresso per amplificazioni litostratigrafiche non prevede valori di FA in aumento; quindi non risultano per l'area amplificazioni in quanto è stato rilevato uno spessore di sedimenti fini sopra il substrato di circa 85-90 m.

Seguono Carta delle MOPS e di Microzonazione Sismica di II° Livello

CARTE DELLE MOPS

Scala 1:5.000



LEGENDA



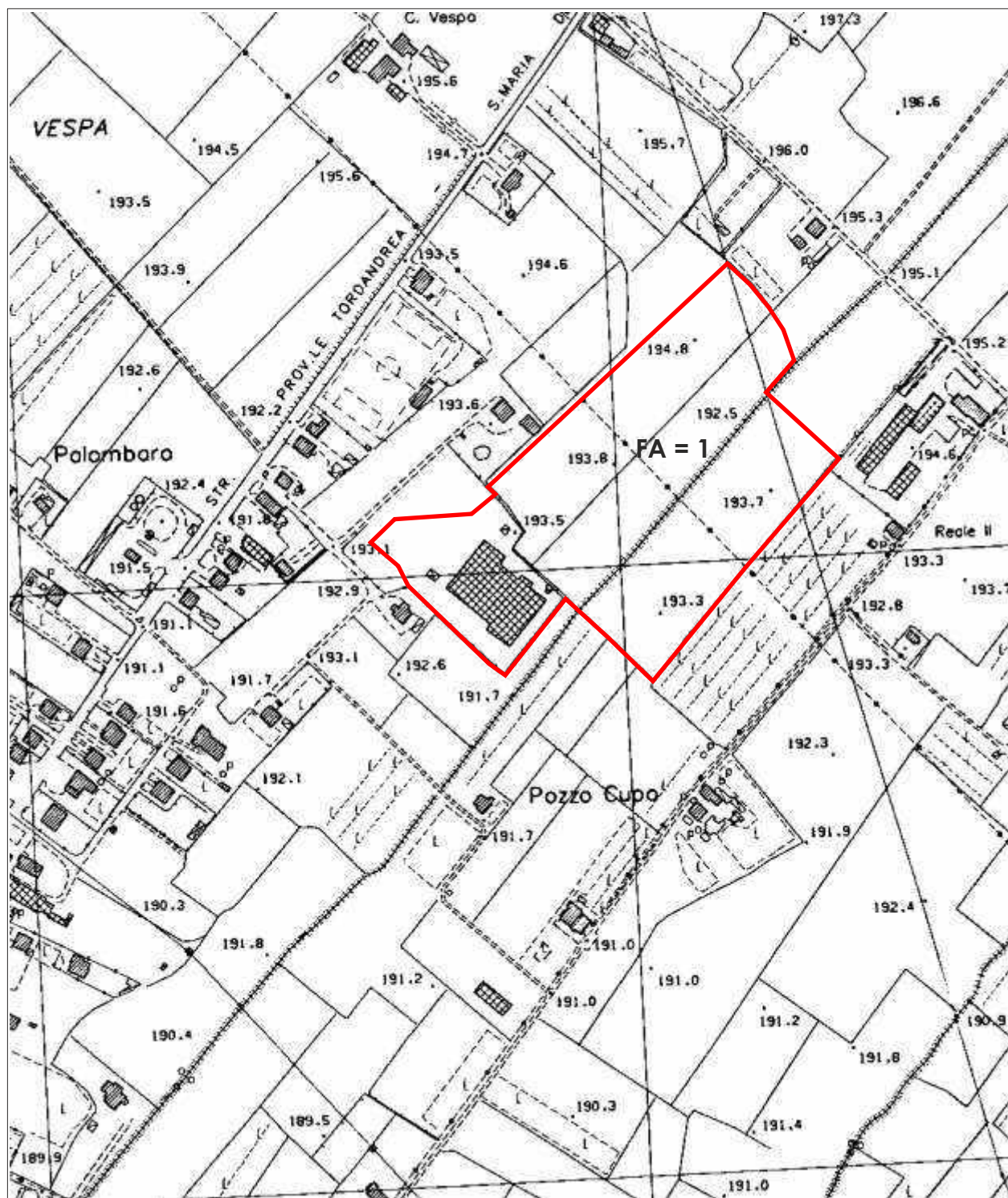
Zona in esame oggetto di Variante



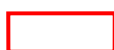
Zona 4 - Terreni particolarmente scadenti

CARTA DI MICROZONAZIONE DI II° LIVELLO

Scala 1:5.000



LEGENDA



Zona con fattore di amplificazione = 1

11. Considerazioni Finali

Tutta la zona prevista in espansione dal Progetto di Variante risulta ad instabilità Bassa, sia dal punto di vista geomorfologico, sismico e di stabilità di versante.

Si segnala solo la particolarità dei terreni che risultano scadenti e per questi, in sede di progetti esecutivi, dovranno essere approfondite le caratteristiche con indagini specifiche.

Quindi non sono previste restrizioni, per cui possono essere attuate le previsioni Urbanistiche, nel rispetto delle Leggi vigenti.

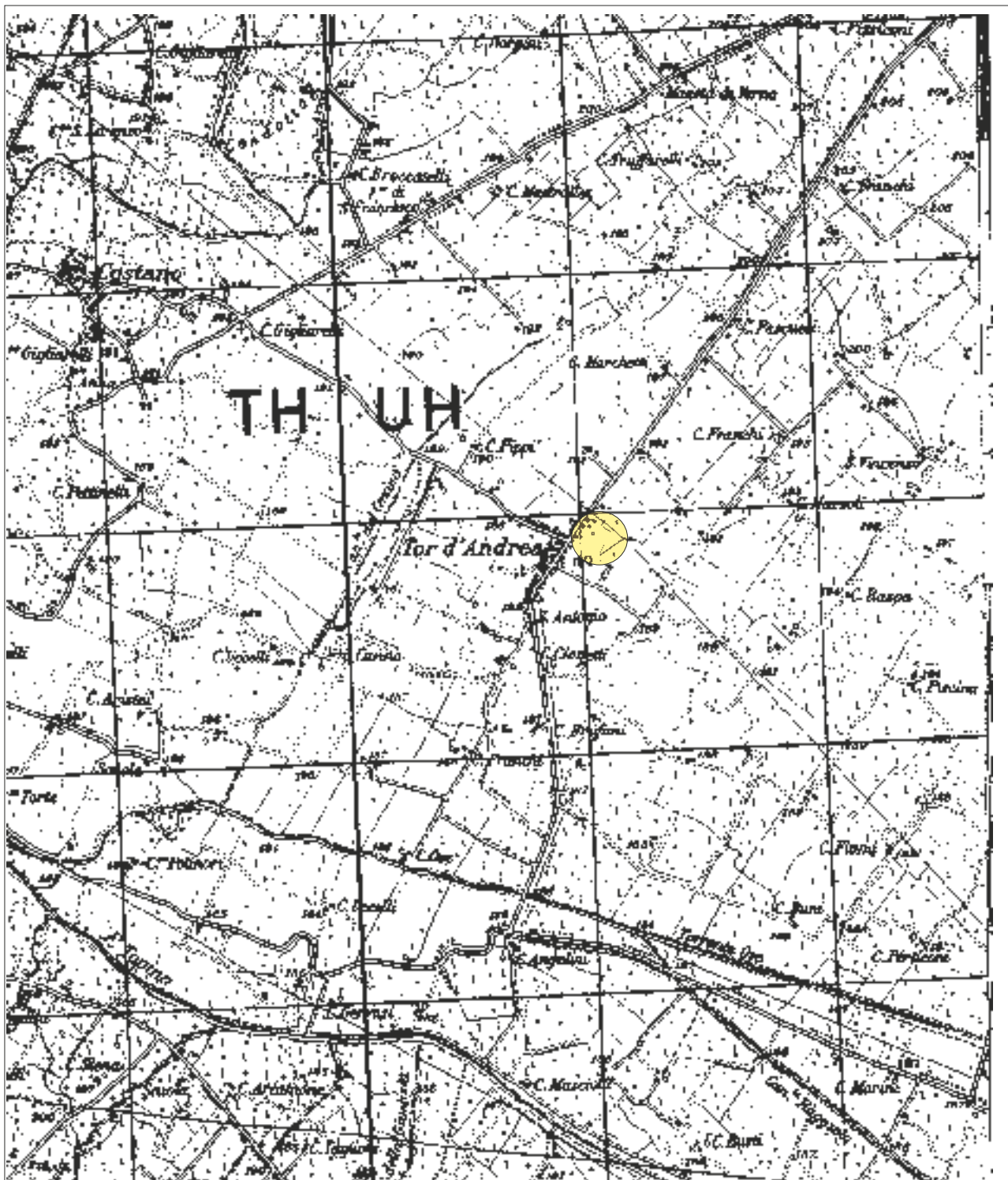
Si segnala quindi uno spessore di coltre argilloso-sabbiosa nella zona di circa 85-90 m., che ricopre un basamento (probabilmente calcareo), che costituisce il “Bed-Rock” della zona..

Perugia li 08 Novembre 2022

Dott. Geol. Guido Servoli



Seguono Allegati

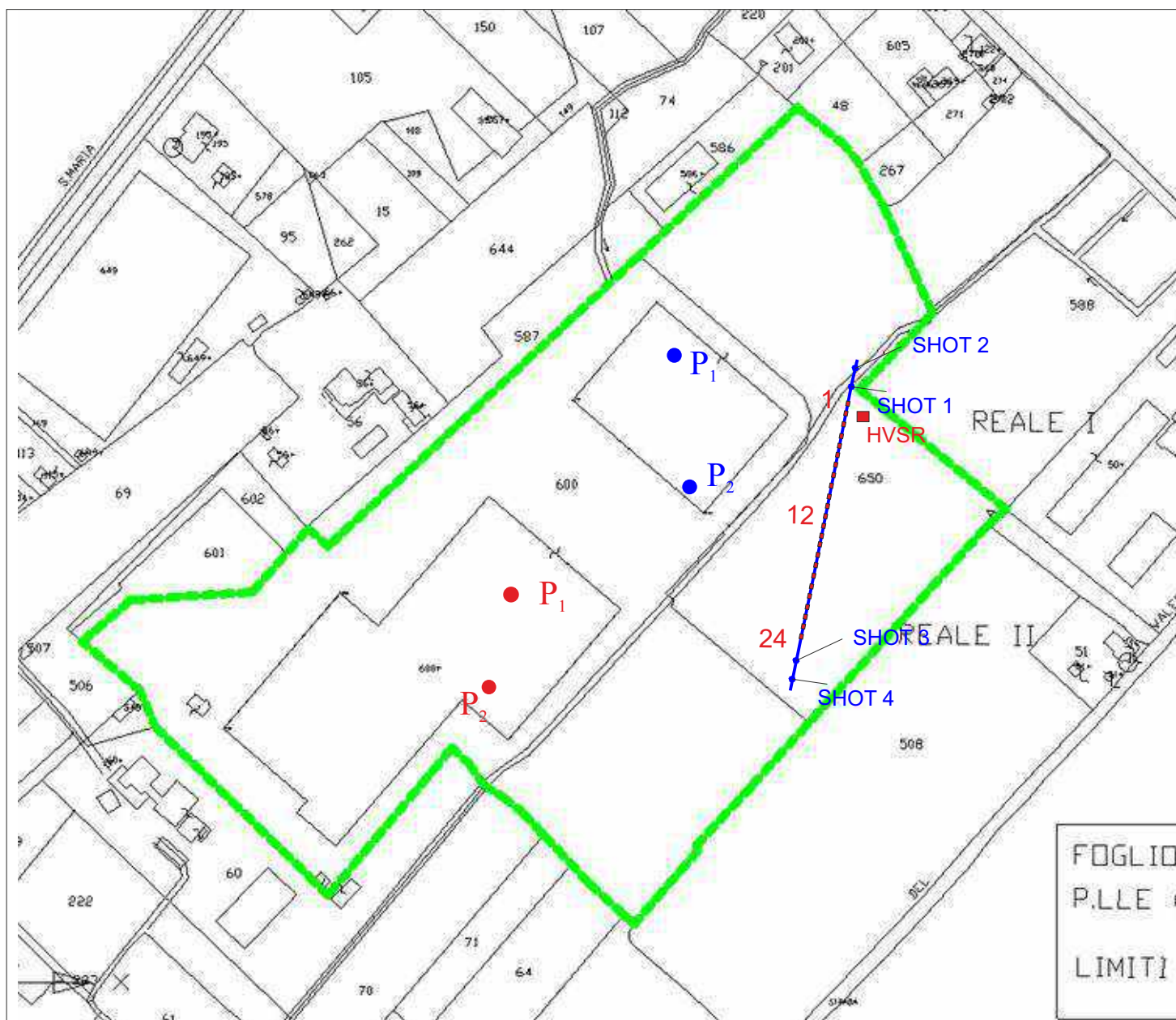


LEGENDA



Zona di indagine

Foglio n. 138 del Comune di Assisi

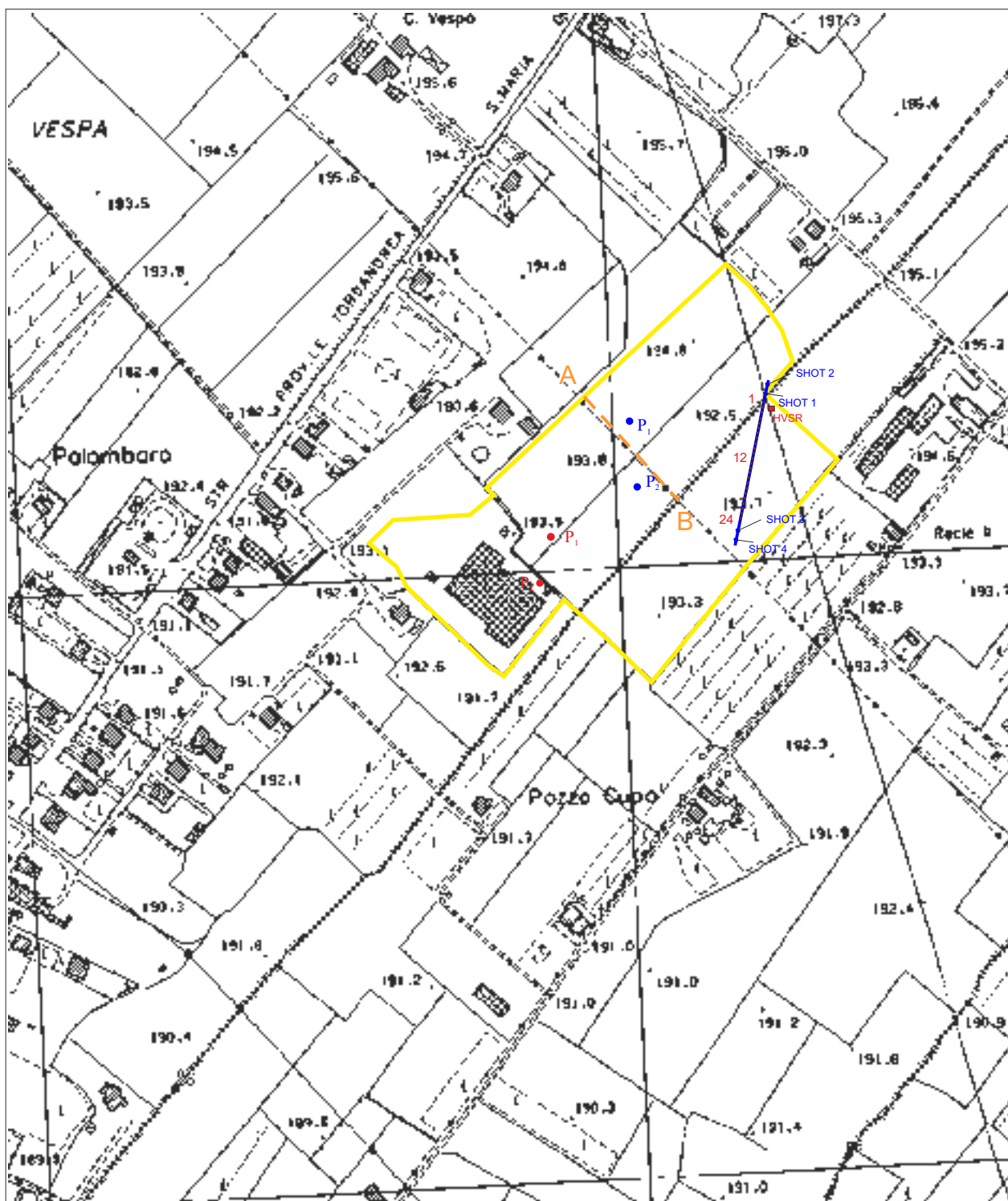


LEGENDA



Zona in esame

- P₁₋₂



LEGENDA



Zona in esame oggetto di Variante



P_{1-2}

Ubicazione prove penetrometriche statiche ampliamento_1



P_{1-2}

Ubicazione prove penetrometriche statiche ampliamento_2



Traccia della Sezione Geologica



Ubicazione Profilo sismico MASW



Misura di Rumore Ambientale - HVSr

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DELLA ZONA

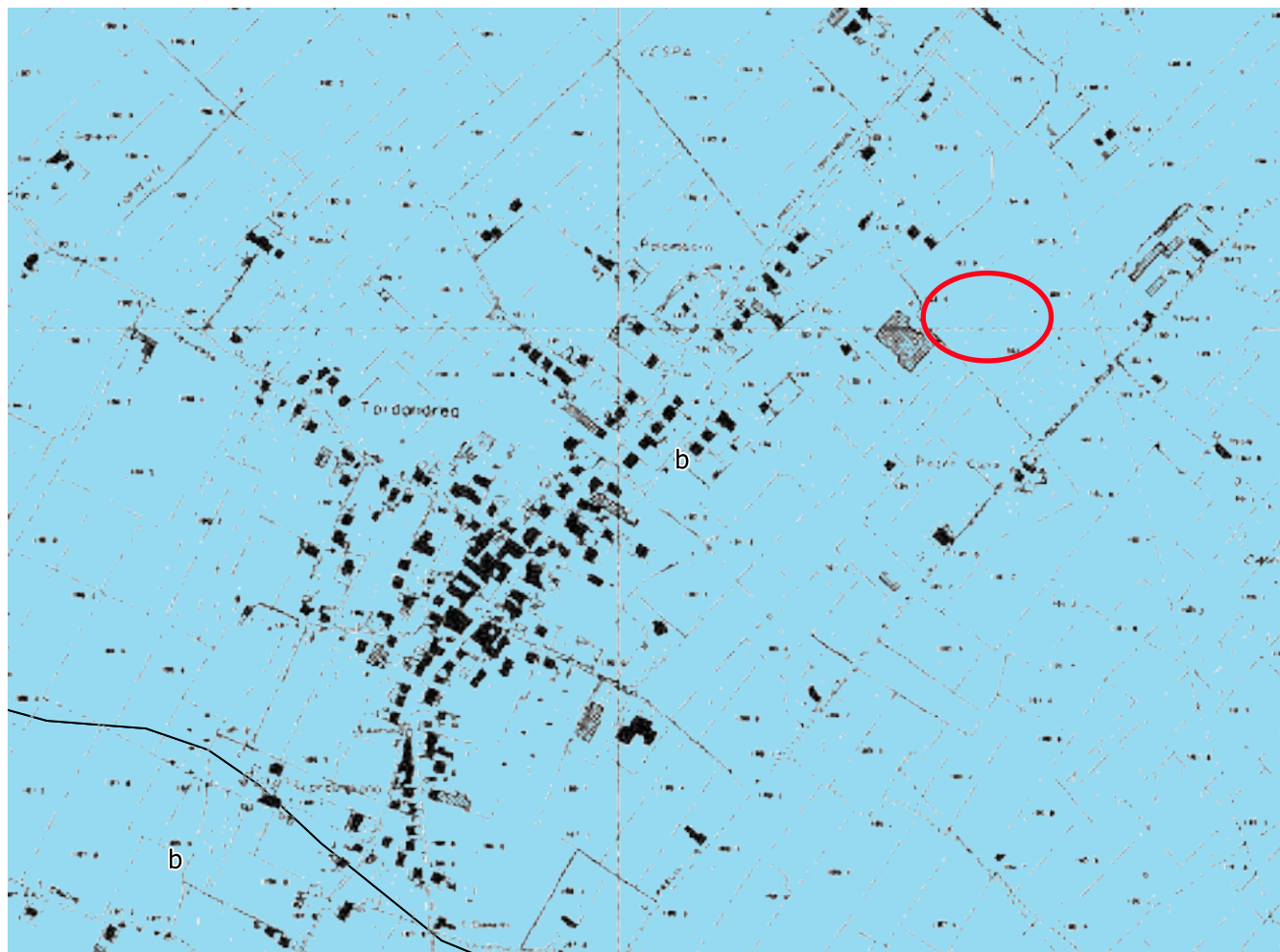
Scala 1:10.000

LEGENDA

Formazioni Geologiche

 b - Depositi alluvionali

 Zona in esame



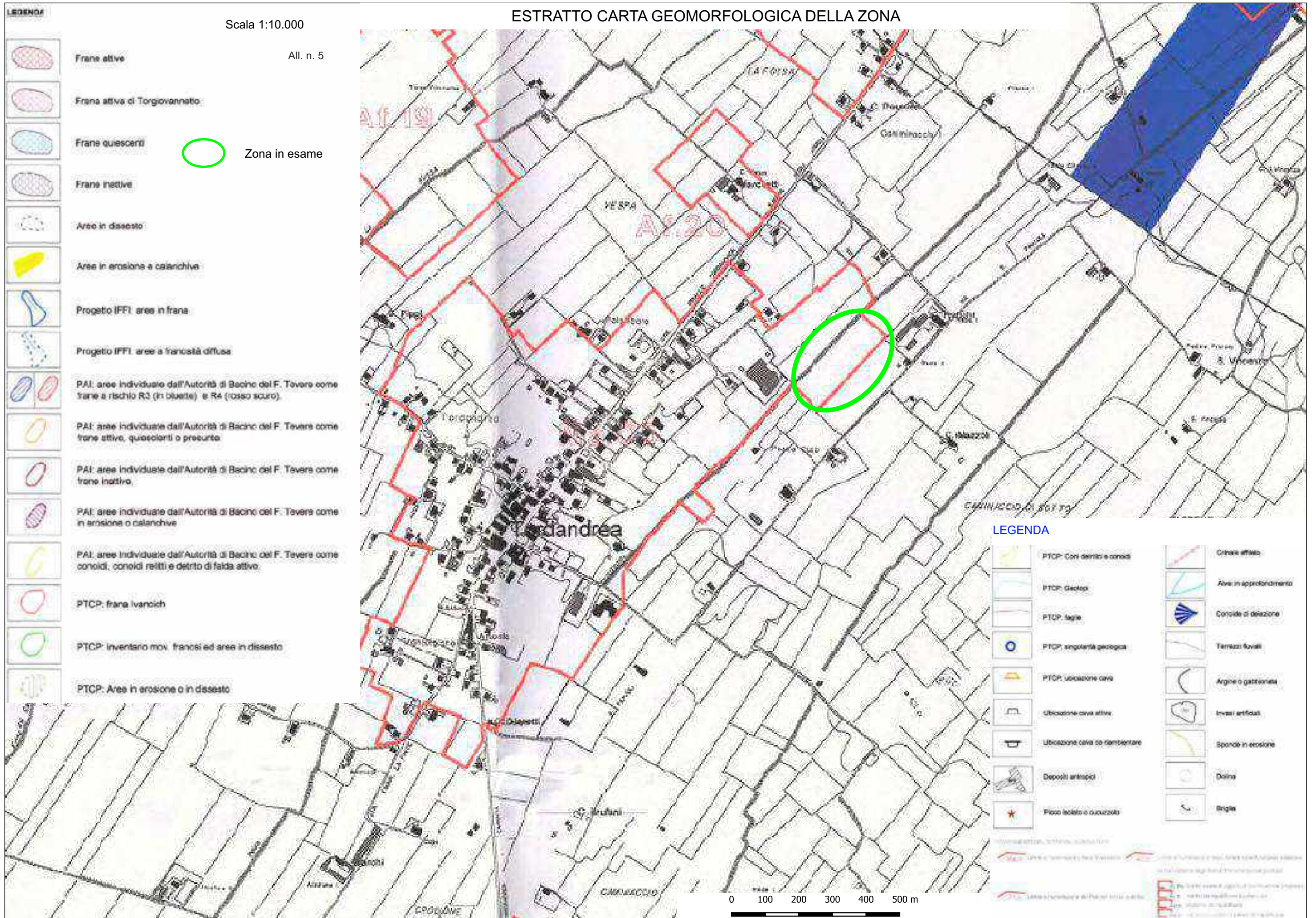
All. n. 4



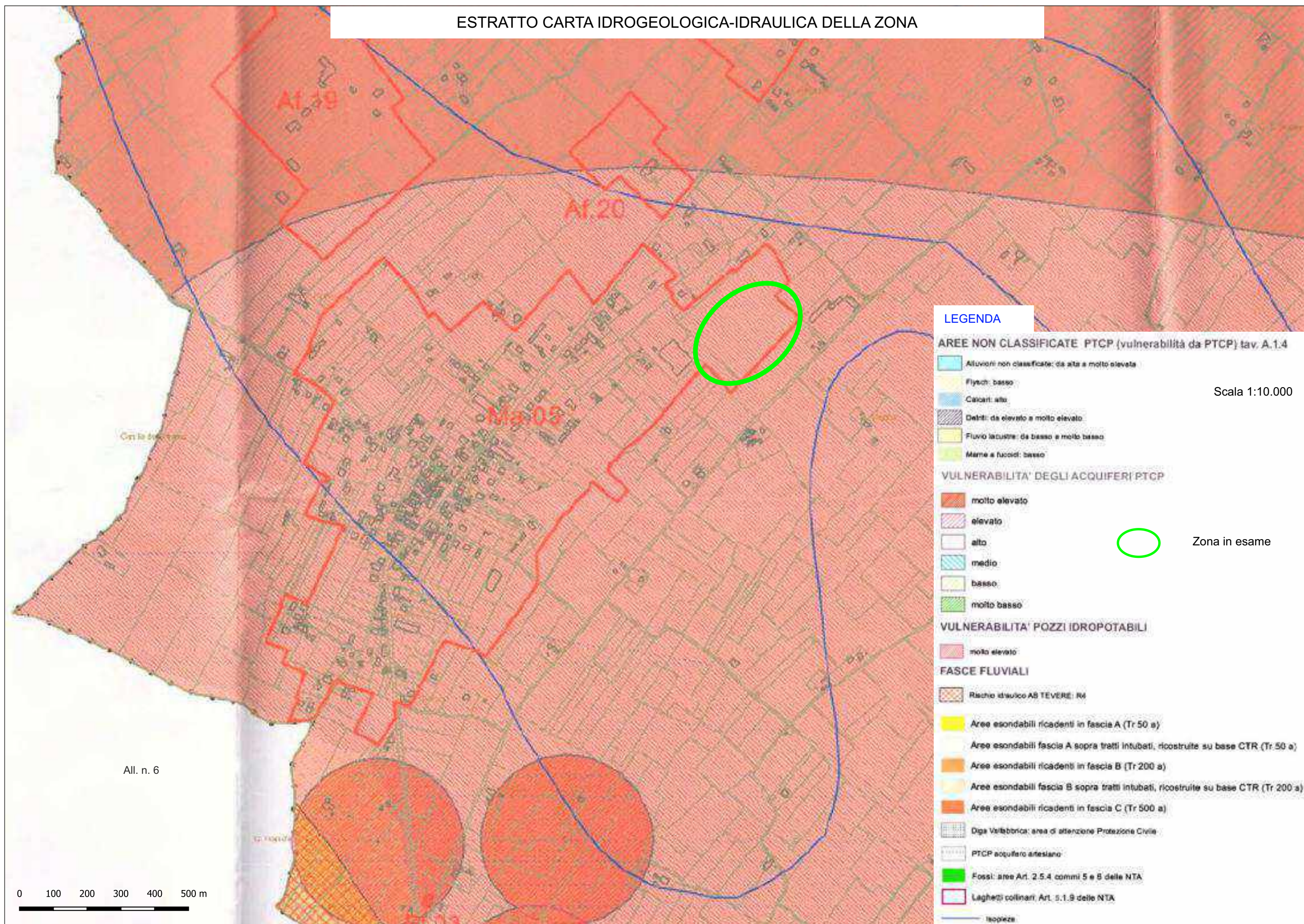
Scala 1:10.000

All. n. 5

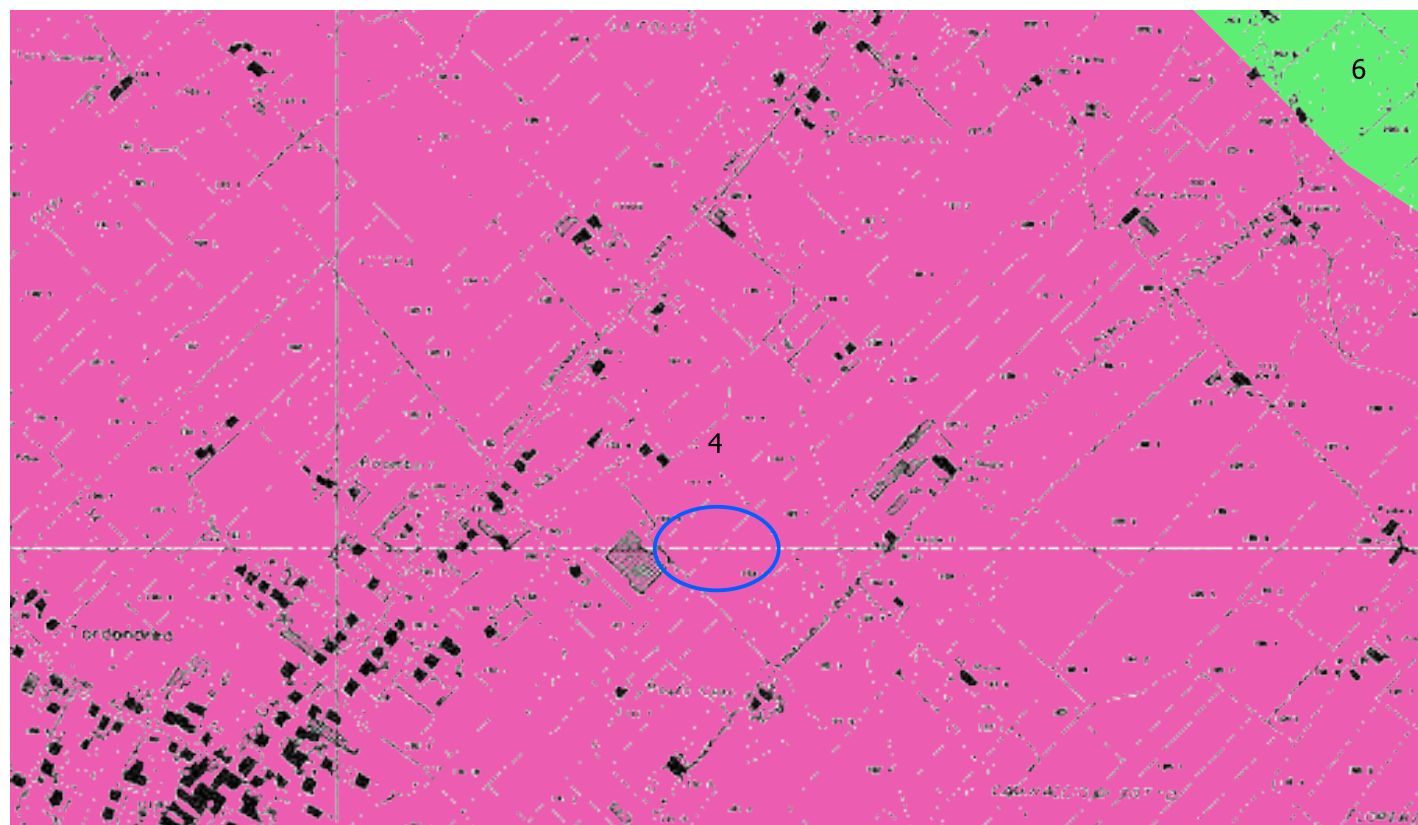
Zona in esame



ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA-IDRAULICA DELLA ZONA



CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA DELLA ZONA



Scala 1:10.000

 Zona in esame

All. n. 7

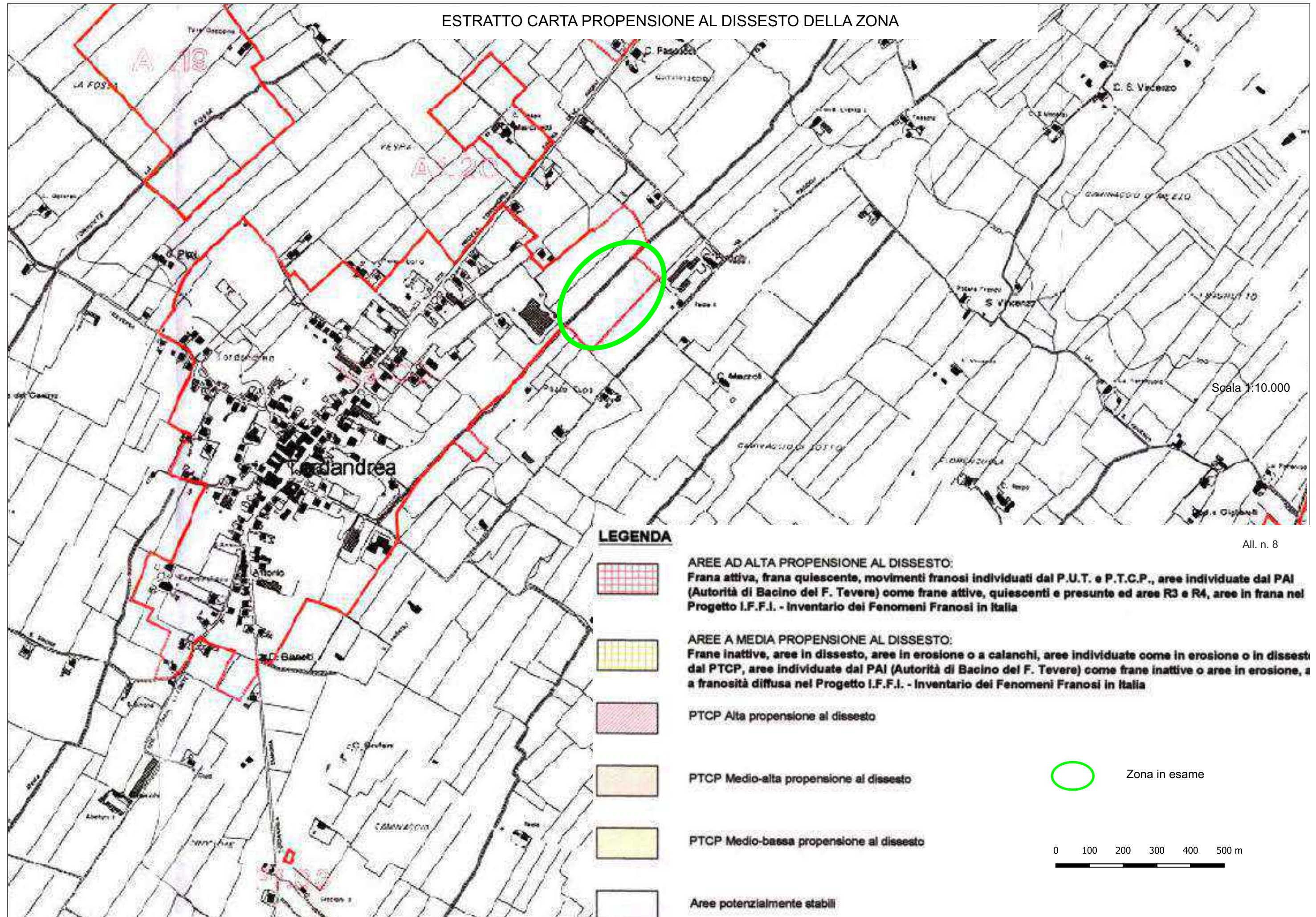
Aree di Pericolosità Sismica

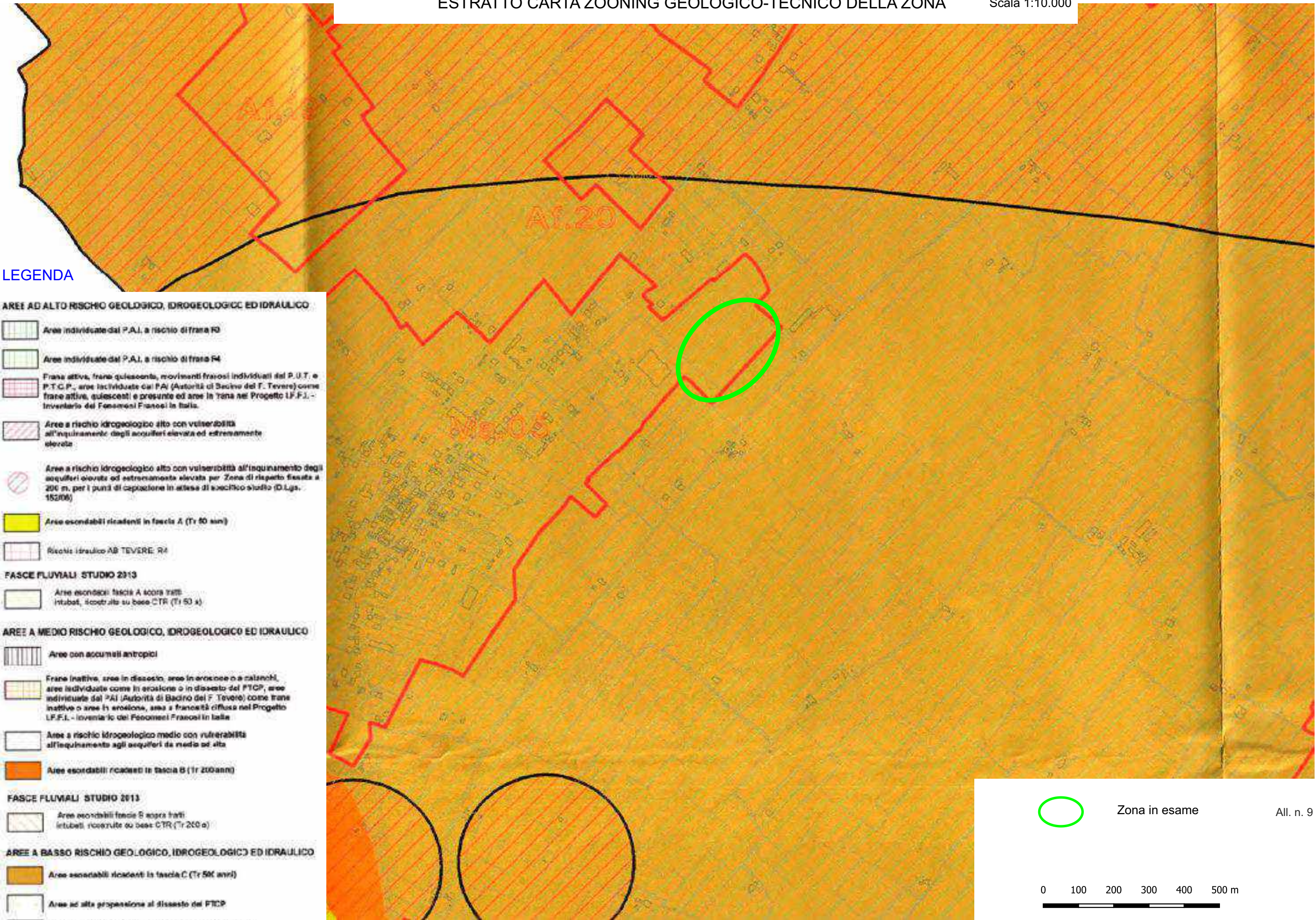
DESCRIZIONE

-  1 - Zone suscettibili di instabilità - Aree caratterizzate da movimenti franosi attivi
-  14 - Zone stabili
-  2 - Zone suscettibili di instabilità - Aree caratterizzate da movimenti franosi quiescenti
-  3 - Zone suscettibili di instabilità - Aree potenzialmente franose o esposte a rischio di frana
-  4 - Zone suscettibili di instabilità - Aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)
-  5 - Zone suscettibili di instabilità - Aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci
-  6 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali - Aree di fondovalle con depositi alluvionali
-  7 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali - Aree pedemontane di falda di detrito o cono di deiezione
-  8 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali - Aree con travertini non ricomprese in altre zone
-  9 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali - Aree dei depositi delle unità sintemiche non diversamente classificate



ESTRATTO CARTA PROPENSIONE AL DISSESTO DELLA ZONA

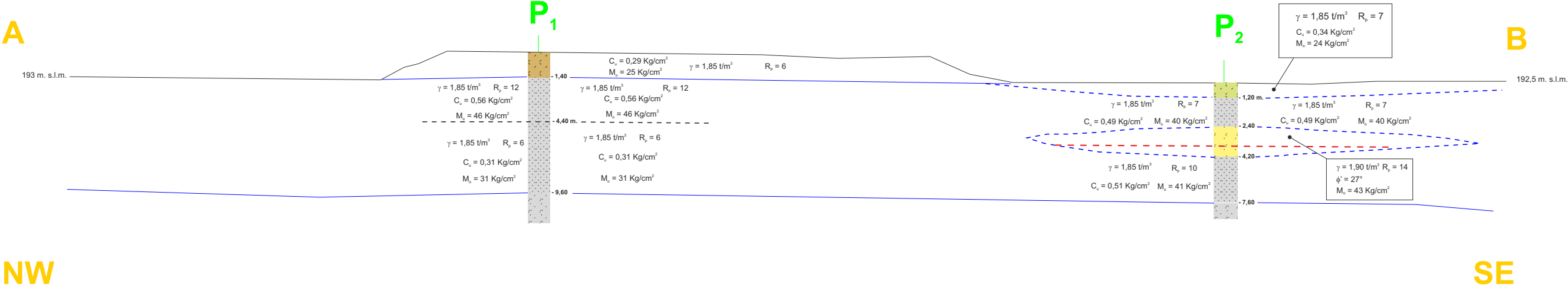




- SEZIONE CON CORRELAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI -

all. n. 10

Scala 1:250



LEGENDA		Terreno di alterazione superficiale		Prove penetrometriche statiche	Specifiche parametri geotecnici C_u = Coesione non drenata M_o = Modulo Edometrico γ = Peso di volume ϕ' = Angolo di attrito interno R_p = Resistenza alla punta
		Riporto di materiale sabbioso limoso		Superficie di falda freatica	
		Limo di colore grigio		Traccia della sezione	
		Limi sabbiosi di colore grigio			
		Limi sabbiosi e/o sabbie limose			