



**COMUNE DI FOLIGNO**  
**AREA GOVERNO DEL TERRITORIO**



**PRG'97**

**VARIANTE N. 8 ALLE**

**NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE**

**"SISTEMA DEI SERVIZI E DELLE ATTREZZATURE"**

**"IL MATTATOIO A/M"**

**RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, GEOLOGICO - TECNICA  
E SISMICA CON SPECIFICA ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE**

**COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE: arch. Anna CONTI**

**GRUPPO DI LAVORO: dott. Gianluca MASSEI, dott.ssa Mariella MARIANI, geom. Luca PIERSANTI,  
geom. Gaetano MEDORINI, geom. Andrea BROCCOLO, geom. Enrico VOLPI,  
p.i. Pier Giorgio METELLI, sig.ra Franca MESA**

**IL DIRIGENTE DI AREA: Dott. Vincent OTTAVIANI**

**DATA: dicembre 2017**

## 1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto: "**PRG'97** – Variante n. 8 alle Norme tecniche di attuazione "Sistema dei servizi e delle attrezzature" – "Il Mattatoio A/M", volta a modificare l'attuale disciplina normativa della componente del sistema "A/M – Il Mattatoio" per consentire, anche a soggetti privati, di potervi esercitare l'attività principale e/o le attività collaterali, conseguenti alla macellazione e preparazione delle carni.

La variante proposta prevede in sintesi il cambiamento della destinazione d'uso da "area relativa ad attrezzature delle aziende municipali" ad "area per attività produttive", con lo scopo di agevolare la vendita della struttura e di evitare una sua perdita di valore. In sostanza rispetto alla attuale formulazione, l'attività di "Lavorazione e conservazione di carne e produzione di prodotti a base di carne" già consentita per le aziende municipali comprensoriali e, comunque, di natura pubblica, viene consentita anche ai privati e viene ampliata rendendo possibile l'attività di "macellazione e preparazione delle carni e/o collaterali, conseguenti alla suddetta attività principale, che potranno essere esercitate anche da soggetti privati e che siano comunque connesse alla trasformazione dei prodotti di scarto, derivanti dalla mattazione, non solo riconducibili alla filiera agro-alimentare (pet food, saponi, ecc.)".

### 1.1. Ubicazione dell'area

La zona in esame si trova in località "I Portoni", ubicata a circa 3 Km dalla città di Foligno in direzione Sud-Est, nella periferia meridionale oltre la frazione di S. Eraclio, ad una quota di circa 208 m s.l.m. (**AII. 1**), censita al F°250, part. 320 del N.C.T. del Comune di Foligno (**AII. 3**).

L'area indagata si colloca topograficamente in cartografia:

- I.G.M.I. scala 1: 25.000 - Foglio n.131 I°N.O. " **Foligno**" (**AII. 1**);
- OrtoFotoCarta scala 1:5.000 - Sezione n. 324.050 (**AII. 2**);
- Planimetria catastale (**AII. 3**).

## 2. STUDIO GEOLOGICO

### 2.1. Finalità e metodologia di studio

La finalità dello studio, secondo quanto previsto dalle vigenti normative, è stata quella di definire un modello geologico del sito d'indagine, volto ad indicare i criteri di fattibilità riguardo alle modifiche della disciplina normativa introdotta dalla presente variante al P.R.G., in relazione alle

caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche ed idrauliche locali ed analizzare le condizioni morfologiche e litostratigrafiche dei terreni ai fini della modellazione geotecnica e sismica dell'area oggetto di indagine.

Sulla scorta di quanto sopra esposto, il presente lavoro, redatto nel rispetto delle normative nazionali e regionali vigenti, è stato svolto sulla base degli studi e delle indagini condotte in passato per la redazione dello stesso PRG, nonché utilizzando le recenti ricerche di microzonazione sismica ma anche i vari studi che sono stati svolti in occasione di opere pubbliche, in possesso dell'amministrazione comunale.

L'indagine svolta è stata così articolata:

- analisi dei dati precedentemente acquisiti;
- rilievo geologico e geomorfologico generale e di dettaglio.

Si è quindi tenuto conto dei seguenti studi principali, precedentemente effettuati dall'amministrazione comunale oltre a studi privati a disposizione dell'ufficio:

- Studio geologico a corredo del Nuovo Piano Regolatore Generale del Comune di Foligno;
- Campagna di prove penetrometriche CPT – Co.Geo. Umbria (Novembre 1995);
- D.G.R. 18 settembre 2012, n. 1112: Attuazione Azione 1 - Indagini di microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza (CLE) degli insediamenti urbani. Progetto dello studio di microzonazione sismica di livello 2;
- Relazione geologica "Variante al P.R.G. – Realizzazione del nuovo "Mattatoio Comprensoriale", redatta dal geol. SAVI Francesco (Maggio 1996);
- Relazione sugli aspetti idraulici – Variante al P.R.G. Realizzazione nuovo "Mattatoio comprensoriale", redatta dal geol. SAVI Francesco (Gennaio 1997);
- Relazione geologica e geotecnica sulle indagini per la realizzazione del nuovo "Mattatoio Comprensoriale", redatta dal geol. SAVI Francesco (13 Maggio 1997);
- Relazione geologica, sismica e geologico–tecnica per la realizzazione di un impianto di produzione di biometano alimentato dal biogas ottenuto dalla digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani a valle della raccolta differenziata (fuo) e di produzione di fertilizzanti prodotti dal compostaggio dei rifiuti organici, redatta dal geol. GUIDOBALDI Filippo (Marzo 2016);
- Relazione geologica – idrogeologica sugli aspetti geotecnici e sismici dei terreni: lavori di realizzazione di una pista ciclabile di collegamento tra la rete ciclabile regionale Spoleto - Assisi e la rete ciclabile urbana redatta dal geol. SILLA Nadia (Giugno 2016).

A tal proposito si fa riferimento a sondaggi e indagini geognostiche a disposizione dell'ufficio (**AII. 7**) ricadenti nell'area in esame e in quelle contermini, su terreni dello stesso complesso geologico.

## 2.2. Contesto geologico di riferimento con preciso riferimento al progetto

### 2.2.1. Geologia

La zona oggetto del presente studio è collocata all'interno della pianura della Valle Umbra, vasta area pianeggiante occupata da depositi clastici di origine fluvio-lacustri derivanti dal colmamento dell'antico Lago Tiberino (Plio - Pleistocene) (**Al. 8**).

L'evoluzione sedimentaria del bacino tiberino è passata da una fase di ambiente lacustre ad una fluvio-lacustre, dovuta alla progressiva chiusura del bacino ed al contemporaneo apporto di materiali ad opera dei corsi d'acqua che vi confluivano. Ciò ha comportato che in gran parte della pianura folignate siano presenti sedimenti fluvio-lacustri caratterizzati, per genesi, da estrema variabilità sia laterale che verticale, delle proprietà litologiche e geometriche.

I depositi che caratterizzano l'area sono di chiara origine fluviale - alluvionale costituiti prevalentemente da ghiaia, talora con intercalazioni interdigitate sabbiose e limo-argillose, in corrispondenza dell'area che fino a tempi storici era occupata da un esteso bacino palustre/lacustre e che, a più riprese, è stata completamente bonificata.

La Carta Geologica d'Italia F° 131 – Foligno, riporta la presenza di *sedimenti fluvio – lacustri terrazzati di colmamento della piana spoletino - folignate delle formazioni mesozoiche e terziarie locali*.

**Scala di dettaglio** - In relazione alle caratteristiche litologiche, la natura e le caratteristiche dei terreni presenti evidenziano l'origine lacustre e palustre dei materiali. In effetti l'area presenta ancora caratteri palustri ed è stata tra le ultime della Valle Umbra ad essere bonificata. Si tratta nel caso specifico di argille, talora torbose, e limi alternati a sottili livelli sabbiosi. I materiali fini sono tutti caratterizzati da consistenza molto scarsa. Isolati livelli ghiaiosi, interdigitati con i materiali granulari delle falde detritiche presenti ad est, vengono talora rinvenuti a quote molto variabili da verticale a verticale denotando una discontinuità areale del banco.

### 2.2.2. Geomorfologia

Da un punto di vista geomorfologico generale l'area si presenta sostanzialmente pianeggiante posta ad una quota media di circa 208 m s.l.m., con una blandissima pendenza verso S-SO (circa 1%) manifestata in campagna dal verso di scorrimento dei numerosi fossi e canali campestri presenti nell'area che permettono il deflusso delle acque di precipitazione meteorica e di scorrimento superficiale. La debolissima pendenza occidentale, permette, anche se con una certa difficoltà, il deflusso idrico superficiale attraverso i fossi ed acquai campestri che costituiscono il reticolo idrografico, per il quale il collettore principale è rappresentato dal Fiume Clitunno, posto alcuni chilometri a SO dell'area oggetto d'indagine.

Per quanto riguarda gli aspetti idrografici l'area in studio ricade all'interno del bacino idrografico del Topino – Marroggia, classificato dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere come sottobacino di secondo ordine SBAC\_4 del bacino del Fiume Tevere, mentre secondo la classificazione del S.I.M.N. è definito TEV-160-170. Il fiume Clitunno, facente parte del sistema fluviale del Topino – Marroggia rappresenta, a grande scala, il principale asse drenante dell'area d'interesse.

Di rilevante importanza per questa zona è l'idrografia secondaria, rappresentata da una ricca rete di fossi e canali che si sviluppano ordinatamente ai confini dei campi e lungo i cigli delle strade secondarie, preservando la zona da eventuali fenomeni di impaludamenti e ristagno idrico per confluire tutti nei collettori drenanti posti a sud al margine del confine del Comune di Foligno.

La pianura compresa tra i fiumi Topino e Clitunno, è stata di fatti, oggetto, fin dall'antichità, di interventi di bonifica idraulica per regimare le acque superficiali e drenare la stessa pianura; ciò pertanto si riflette anche sull'andamento del reticolo idrografico il quale è caratterizzato dalla presenza di alcuni fossi di natura antropica affluenti del fiume Clitunno come il fosso Forma ed il fosso Forma Vecchia, tributario del canale Alveolo.

L'area si presenta nel complesso pianeggiante, risulta pertanto stabile e si possono escludere eventuali fenomeni geomorfologici di qualsiasi tipo, né indizi di instabilità.

### **2.2.3. Idrogeologia**

In riferimento alle caratteristiche idrogeologiche dell'area, le indagini effettuate hanno evidenziato la presenza di due differenti circolazioni idriche:

- la prima è una falda freatica, pensile, molto superficiale, in equilibrio sostanziale con i fossi presenti nell'area, si pone a profondità di circa 50 cm. dal piano campagna, saturando i materiali fini presenti nella zona;
- la seconda, peraltro molto mineralizzata ed artesiane, è in equilibrio con l'acquifero della Valle Umbra ed è contenuta nei depositi ghiaiosi a più alta permeabilità presenti a profondità molto variabili (dagli 11 ai 30 m) di sotto dei depositi fini;

una breve indagine idrogeologica ha permesso di accertare le condizioni della falda profonda, di carattere artesiane il cui livello idrostatico, riferito al mese di Ottobre 2014, si attestava ad una quota media di circa 212,00 m dal p.c. con un valore di circa 4,0 m al di sopra del piano campagna. Nei periodi di magra sono state osservate discese del livello statico della falda principale fino ad almeno 205,0 m, perdendo nella sostanza l'artesianesimo, e la scomparsa di quella pensile superficiale. La ricostruzione delle curve isofreatiche della falda profonda ha evidenziato un andamento del flusso idrico apparente verso Ovest, in accordo con la morfologia superficiale (**All. 9**).

La permeabilità dei terreni è variabile a seconda della granulometria dei terreni ed è da considerarsi rispettivamente medio bassa ( $10^{-5} < K < 10^{-3}$  cm/sec) per i limi argillosi e medio alta ( $10^{-3} < K < 1$  cm/sec) per i depositi ghiaiosi presenti alla base dei materiali più fini.

### **2.3. Analisi cartografia Piano di Bacino PAI**

Il territorio in questione ricade complessivamente nell'unità idrografica del Fiume Topino, affluente del Fiume Tevere, governata dall'ente interregionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere attraverso il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI).

Con il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico - PS6, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 novembre 2006 (G.U. 09.02.2007), sono state individuate le aree a rischio di inondazione e a rischio di movimenti franosi, riprendendo anche quelle un tempo già individuate nel Piano Straordinario diretto a rimuovere le situazioni di rischio molto elevato (PST approvato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Tevere n. 85 del 29.09.1999). Il PS6 approvato, relativo all'asta principale del fiume Tevere non contemplava il reticolo secondario e minore al quale afferiva il territorio del Comune di Foligno e quindi il fiume Topino. Infatti è da evidenziare che, in considerazione dell'urgenza e delle scadenze dettate dalla L. 183/89 e ss.mm.ii., di estendere la predisposizione delle carte del rischio idrogeologico anche al reticolo secondario e minore, l'area della pianura alluvionale del Fiume Topino è stata oggetto di un complesso studio idraulico redatto dal Consorzio di Bonificazione Umbra (CBU) su commissione della Regione Umbria, che ha portato alla redazione delle Mappe di allagabilità e di rischio idraulico nel bacino del Fiume Topino e del Torrente Marroggia, peraltro già approvate nella seduta del 22.02.2006.

Con questo piano di settore sovraordinato sono stati individuati l'Atlante delle situazioni di rischio di frana e l'Atlante delle situazioni di rischio idraulico, nonché alcuni elaborati con le Fasce fluviali e le zone di rischio del reticolo principale. Nelle aree perimetrare devono essere rispettate le disposizioni previste dalle Norme Tecniche di Attuazione facenti parte del piano, come disciplinate con quelle regionali di cui alla D.G.R. 28 aprile 2008 n. 447, integrata con la D.G.R. 18 giugno 2008 n. 707 (**AII. 5**).

Il Comune di Foligno ha provveduto alla trasposizione cartografica dei limiti delle zone di rischio idraulico e delle zone di rischio da frana su cartografia alla scala adottata dal PRG'97, e su base catastale, formalizzata con determinazione dirigenziale n. 1720 del 26 novembre 2007. Gli elaborati grafici della trasposizione ricalcano, quindi, quelli del PRG'97 relativi alle aree interessate dalle perimetrazioni, in scala 1:4.000, con un quadro d'unione riepilogativo in scala 1:25.000.

Successivamente l'Autorità di bacino del fiume Tevere, per validare anche la cartografia elaborata esternamente (nel caso della Regione Umbria dal CBU), ha promosso il Progetto di primo aggiornamento del VI stralcio funzionale di cui sopra (detto "PAI bis"), pubblicandolo sul Bollettino Ufficiale della Regione dell'Umbria n. 14 del 30 marzo 2011. Il progetto di primo aggiornamento integra quello precedente, ricomprendendo anche quanto emerso dagli studi effettuati dal Consorzio della Bonificazione Umbra, riferiti al bacino del fiume Topino. Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere, con deliberazione n. 125 del 18 luglio 2012, ha adottato, ai sensi del comma 1 dell'art. 18 della legge 18 maggio 1989 n. 183 le modifiche al Piano di

bacino del fiume Tevere – VI stralcio funzionale PS6 per l’assetto idrogeologico PAI – progetto di variante alle Norme Tecniche di Attuazione – adozione delle norme di salvaguardia, definitivamente approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 10.04.2013 ed entrato in vigore il 13.08.2013 (G.U. n°188 del 12 .08.2013).

#### **2.4. Vincoli di normativa derivanti dalla pericolosità idrogeologica ed idraulica e di PRG e vincoli di tutela paesaggistico - ambientale**

##### **- PAI – Mappe di allagabilità e di rischio idraulico nel bacino del Fiume Topino e del Torrente Marroggia**

Il sito d’indagine risulta interessato da eventi di allagabilità del bacino del Fiume Topino essendo il complesso edificato inserito nella Fascia C (area prevalente), mentre la restante area di pertinenza dell’edificio esistente risulta ricadere nelle Fasce B e A di rischio idraulico della cartografia allegata al progetto di primo aggiornamento del Piano di Bacino del fiume Tevere – IV stralcio funzionale per l’assetto idrogeologico – PAI (PAI bis), approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 10.04.2013 (**All. 5**), per le quali si applica la disciplina di cui agli articoli 28 e 29 delle NTA del PAI medesimo.

##### **- PAI – Inventario dei fenomeni franosi**

Dall’esame della cartografia geomorfologica allegata al PAI, redatta dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere, l’ubicazione della zona interessata dalla variante in oggetto, è situata all’interno di una conoide di deiezione “zona di falda e/o cono di detrito di tipo inattivo” (**All. 6**). Uno studio diretto condotto nella zona di interesse non ha evidenziato particolari situazioni di criticità di tipo idrogeologico, permettendo di escludere fenomeni di *debris flow* o colate di fango.

##### **- Vincolo idrogeologico**

L’area interessata non rientra tra quelle tutelate per legge ai fini idrogeologici di cui alla L.R. 28/2001 e ss.ii.

##### **- Vincoli di tutela paesaggistico**

L’area interessata non rientra tra quelle tutelate per legge ai fini paesaggistici, ai sensi dell’art. 142 - *Aree tutelate per legge* del D.Lgs. 42 del 22.01.2004 (articolo sostituito dall’art. 12 del D.Lgs. n. 157 del 2006, poi modificato dall’art. 2 del D.Lgs. n. 63 del 2008).

##### **- Vincoli NTA del PRG’97**

Per quanto riguarda le NTA del PRG’97 l’area in oggetto risulta essere sottoposta al vincolo contemplato dalle medesime di VA/AF – *Falda prossima al piano campagna*, di cui all’art. 23, comma 10) (**All. 4**).

### 3. MODELLAZIONE GEOLOGICA

#### 3.1. Indagini e studi precedenti

Il presente progetto non prevede trasformazioni pianificatorie del territorio mantenendo inalterata la classificazione territoriale adottata dal PRG vigente. Ci si è avvalsi pertanto delle indagini esistenti, riportate nel seguito, rinviando alla fase di progettazione esecutiva degli interventi ivi consentiti, la realizzazione di adeguate e sufficienti indagini geognostiche secondo opportuni piani di indagine:

##### ❖ indagini geognostiche (All. A)

- n. 5 S – sondaggi a carotaggio continuo
- n. 2 Sc – saggi geognostici
- n. 15 CPT – prove penetrometriche statiche pesanti

##### ❖ indagini sismiche (All. B)

- n. 1 profilo di sismica a rifrazione in onde SH 120 m
- n. 1 profilo sismico MASW in onde di Love (Indagine di taratura)
- n. 2 misura di microtremori a stazione singola (HSVR)

#### 3.2. Modello geologico di sintesi

Il modello geologico ricostruito per l'area in esame, sulla scorta dell'insieme dei dati disponibili e delle indagini eseguite in precedenti lavori, porta a definire la presenza di una successione di sedimenti continentali, ad assetto lenticolare, costituita prevalentemente da depositi superficiali argillosi e limo-argillosi alternati in misura variabile con intercalazioni di ghiaie in matrice sabbiosa – limosa; alle sabbie e alle ghiaie è spesso associata una frazione limosa, sia come matrice, sia come livelli lenticolari intercalati (Alluvioni terrazzate – **at**); inoltre presentano un basso grado di addensamento ed una diffusa saturazione fino alla prossimità del p.c. per la maggior parte dell'anno. Si evidenzia inoltre la scarsa variabilità laterale dei sedimenti, nonostante sia la caratteristica dei depositi di ambiente fluvio-palustre come quelli presenti nell'area di indagine (**All.ti 10-11**).

#### 3.3. Caratteristiche geotecniche

La caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati fa riferimento ai dati provenienti da indagini e prove pregresse effettuate nell'area in oggetto e nel suo intorno.



L'esame degli scavi, la discretizzazione delle prove dirette e le analisi di laboratorio eseguite, hanno permesso di ottenere un modello meccanico dei terreni relativamente semplificato con cinque strati aventi caratteristiche che possono essere considerate omogenee.

- **LITOLOGIA: sabbia limosa debolmente argillosa, mediamente addensata (0,0 ~ 1,0 m)**

(coesione)	$c' = 7,5 \text{ kg/m}^2$
(peso di volume del terreno)	$\gamma = 1,74 \text{ t/m}^3$
(angolo di attrito)	$\phi = 29^\circ$

- **LITOLOGIA: argilla limosa (1,5 – 3,0 m)**

(coesione)	$c_u = 0,55 \text{ kg/cm}^2$
(peso naturale di volume)	$\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$
(angolo d'attrito)	$\phi' = 22^\circ$
(modulo edometrico)	$E_d = 40 \text{ kg/cm}^2$

- **LITOLOGIA: sabbia con limo argilloso (2,0 – 5,0 m)**

(coesione)	$c = 0 \text{ kg/cm}^2$
(peso naturale di volume)	$\gamma = 1,95 \text{ t/m}^3$
(angolo d'attrito)	$\phi' = 29^\circ$
(modulo elastico)	$E = 60 \text{ kg/cm}^2$

- **LITOLOGIA: limo con sabbia e argilla con clasti calcarei a spigoli vivi sparsi (5,0/6,0 – 8,0/10,0 m)**

(coesione)	$c_u = 1,20 \text{ kg/cm}^2$
(peso naturale di volume)	$\gamma = 1,97 \text{ t/m}^3$
(angolo d'attrito)	$\phi' = 25^\circ$
(modulo edometrico)	$E_d = 70 \text{ kg/cm}^2$

- **LITOLOGIA: ghiaie sabbiose mediamente addensate (> 10,0 m)**

(coesione)	$c = 0 \text{ kg/cm}^2$
(peso naturale di volume)	$\gamma = 2,0 \text{ t/m}^3$
(angolo d'attrito)	$\phi' = 38^\circ$
(modulo elastico)	$E = 400 \text{ kg/cm}^2$

Per quanto riguarda il **coefficiente di sottofondo statico Ks** (Winkler), in genere la scelta è subordinata all'esecuzione di prove di carico in situ su piastra rigida, tuttavia, in prima approssimazione si potrà adottare un valore desunto dalla bibliografia pari a:

$K_s = 2,50-3,50 \text{ kg/cm}^3$	(Argilla con limo e argilla limosa plastica)
$K_s = 3,50-4,50 \text{ kg/cm}^3$	(Limo argillosi consistenti)
$K_s = 4,50-5,50 \text{ kg/cm}^3$	(Limi sabbiosi moderatamente consistenti)
$K_s = 7,00-8,00 \text{ kg/cm}^3$	(Ghiaia sabbiosa medio fine addensata)

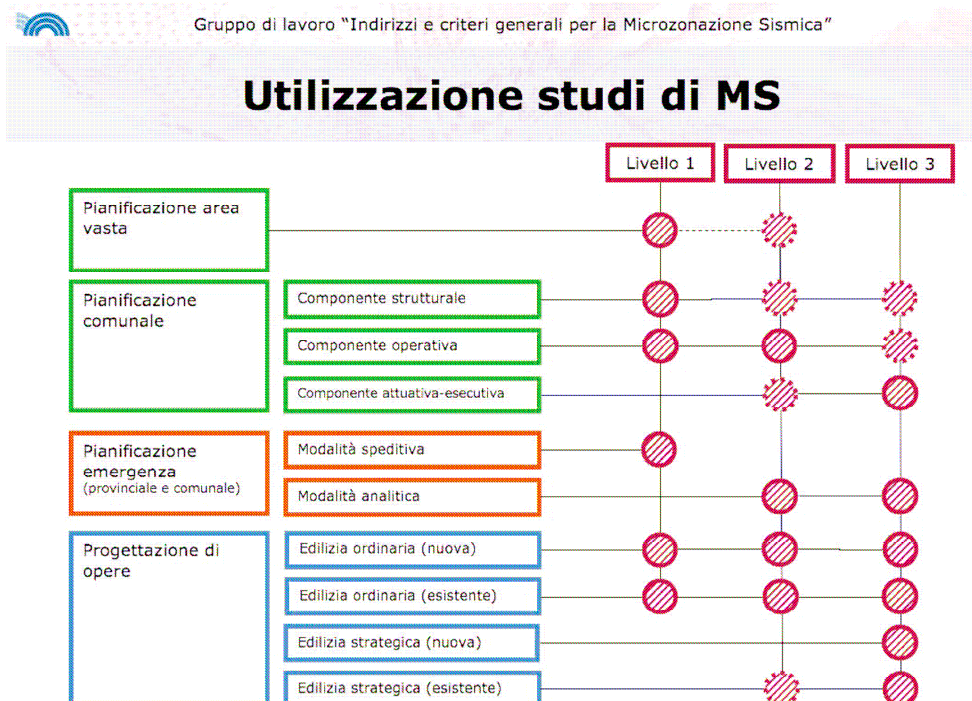
## 4. MICROZONAZIONE SISMICA

### 4.1. Finalità e metodologia di studio

Con l'approvazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni", la classificazione sismica dei terreni di fondazione avviene sulla base della raccolta di parametri di carattere litologico, stratigrafico, sismico, geotecnico, topografico.

Con D.G.R. n. 377 del 08.03.2010 al punto 5), c. 3 viene stabilito che nelle zone 1 e 2 della classificazione sismica vigente, "gli strumenti attuativi (...) debbano essere sempre corredati da livelli di indagine di livello 3 di approfondimento qualora fossero necessari maggiori e dettagliati studi per la complessità dei fenomeni attesi (es. aree suscettibili di instabilità di versante, di liquefazioni, di addensamenti e di cedimenti differenziali, di deformazioni del suolo per faglie attive) o per l'importanza dell'opera (es. opere strategiche o rilevanti)".

In generale è necessario raggiungere un approfondimento conoscitivo proprio del livello 3 nel caso di progettazione di opere strategiche per finalità di protezione civile ovvero nella pianificazione di emergenza e nella componente attuativa – esecutiva della pianificazione comunale solo in caso di complessità dei fenomeni attesi, come riassunto nel seguente schema:



Ne risulta che il terzo livello di approfondimento si applica: • *nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nei casi di situazioni geologiche e geotecniche complesse, non risolvibili con*

*l'uso degli abachi, o qualora l'estensione della zona in studio renda conveniente un'analisi globale di dettaglio o, infine, per opere di particolare importanza; • nelle zone suscettibili di instabilità particolarmente gravose per complessità del fenomeno e/o diffusione areale, non risolvibili con l'uso di metodologie speditive, fattispecie non riscontrabili nel presente intervento di piano.*

Considerato quindi che la presente proposta di variante riguarda semplicemente una modifica della disciplina normativa del PRG'97 senza peraltro variare le potenzialità edificatorie insediabili nell'area, ma solo una maggiore flessibilità nell'uso delle strutture finalizzata a consentire anche attività collaterali, conseguenti alla macellazione, si assume sufficiente una valutazione delle possibili amplificazioni in funzione della peculiarità geologica, geomorfologica e idrogeologica locale. In considerazione di quanto sopra, data, tra l'altro, l'assenza di opere strategiche per finalità di protezione civile, nonché di situazioni geologiche e geotecniche complesse, si reputa sufficiente raggiungere un approfondimento conoscitivo di **livello 2**.

#### **4.2. Risultati indagine geofisica**

Con l'approvazione del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni", la classificazione sismica dei terreni di fondazione avviene sulla base della raccolta di parametri di carattere litologico, stratigrafico, sismico, geotecnico, topografico, quindi da informazioni che sono state desunte dalle indagini geognostiche a disposizione dell'ufficio.

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (o Testo Unico sulle Costruzioni), approvate con DM 14.01.2008, pubblicato sulla G.U. del 4 febbraio 2008, al punto 3.2.2 riportano le "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche" per la determinazione dell'azione sismica di progetto.

Per quanto concerne le categorie di sottosuolo, per la definizione dell'azione sismica di progetto la norma fa riferimento ad un approccio semplificato, basato su categorie di sottosuolo di riferimento.

Tali categorie sono illustrate nella Tab. 3.2.II e nella Tab. 3.2.III, allegata al punto 3.2.2 della normativa, di seguito riportate.

**Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione della formazione in posto, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

**Tab. 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo**

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Secondo le NTC, in base a quanto indicato nelle precedenti tabelle, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione viene effettuata sulla base dei valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse fondazioni, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

### **$V_s$ (Dati di campagna – Sismogramma)**

Per la zona in oggetto si è potuto disporre di un'indagine sismica allegata al progetto relativo a "Impianto di produzione di biometano alimentato dal biogas ottenuto dalla digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani a valle della raccolta differenziata (fuo) e di produzione di fertilizzanti prodotti dal compostaggio dei rifiuti organici", redatta dal geol. GUIDOBALDI Filippo composta da una sismica a rifrazione in onde SH integrata con indagini MASW e HSVR (**AII. B**), che ha permesso di fornire, tramite l'interpretazione del profilo sismico, il valore corrispondente delle onde  $V_{s,30}$  pari a **175 m/s (Profilo MASW\_1)**. Altro profilo disponibile è stata dato dalla **MASW\_2** eseguita nell'ambito del progetto per la "Realizzazione di una pista ciclabile di collegamento tra la rete ciclabile regionale Spoleto - Assisi e la rete ciclabile urbana" redatta dal geol. SILLA Nadia.

Da quanto sopra si evince che il sito d'intervento è caratterizzato da un terreno attribuibile alla **categoria di suolo "C"** (applicando la Tab. 3.2.II riportata in relazione) e cioè da un *deposito di terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT, 30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu, 30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

Per quanto concerne le condizioni topografiche, si utilizza la classificazione riportata nella Tab. 3.2.IV allegata al punto 3.2.2 della normativa.

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>T2</b>	Pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i > 15^\circ$
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media dei pendii $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media dei pendii $i > 30^\circ$

Sulla base della tabella suddetta (rilievo con pendenza media dei versanti minore ai  $15^\circ$ , l'area di progetto rientra nella **Categoria T1**.

La categoria di sottosuolo e la categoria topografica, definite come sopra, vengono utilizzate nei calcoli per la valutazione dell'azione sismica, secondo quanto previsto al punto 3.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008).

#### **4.3. Sismicità storica**

**Sismica storica di Foligno estratta dal Database Macrosismico Italiano DBMI11 [42.955, 12.704]**

Di seguito viene riportata una lista dei terremoti che hanno provocato, presso l'abitato di Foligno, effetti anche rilevanti su opere ed edifici. Tali effetti vengono descritti da cronache storiche e recenti. La lista riportata nella tabella seguente è stata estratta dalle fonti ufficiali italiane (DMI11).

Nella prima colonna della tabella viene riportata l'intensità, in scala MCS (Mercalli Cancani Sieberg), relativa alla zona di Foligno. Con **Io** viene indicata l'intensità MCS della zona più colpita. Con **M<sub>w</sub>** viene riportato il valore di Magnitudo presunta, unitamente al grado di tolleranza.

Numero di eventi riportati in tabella: 87

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax localizzazione)	Np	Io	Mw
7-8	1279 04 30 18:00	CAMERINO	17	9	6.31 ±0.33
F	1328 12 01	NORCIA	13	10	6.38 ±0.41
5-6	1477 01 30 16:00	Foligno	1	5-6	4.51 ±0.34
7-8	1477 02 03 01:00	Foligno	3	6-7	4.93 ±0.34
3-4	1672 04 14 15:45	Riminese	92	8	5.61 ±0.21
HD	1690 01 29	Foligno	1	7	5.14 ±0.34
7	1703 01 14 18:00	Appennino umbro-reatino	199	11	6.74 ±0.11
7	1703 01 16 13:30	Appennino umbro-reatino	22		
5	1719 06 27 06:30	Alta Valnerina	16	8	5.53 ±0.31
4-5	1730 05 12 05:00	Valnerina	115	9	5.92 ±0.16
6	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13
5	1745 03	SPOLETO	2	7	5.14 ±0.34
5	1751 06 11	S. GEMINI	8	7	5.09 ±0.68
6-7	1751 07 27 01:00	Appennino umbro-marchigiano	68	10	6.25 ±0.22
4-5	1781 06 03	CAGLIESE	157	10	6.42 ±0.13
F	1785 05 03 02:30	Alta valle del Chienti	11	7	5.14 ±0.34
7	1791 10 11 13:05	Appennino umbro	54	8	5.49 ±0.27
F	1805 07 26 21:00	Molise	223	10	6.62 ±0.11
8	1832 01 13 13:00	Valle del Topino	102	10	6.33 ±0.14
6	1838 02 14 07:30	Valnerina	25	8	5.32 ±0.48
6	1854 02 12 05:00	Valle del Topino	21	8	5.55 ±0.44
6	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
6	1878 09 15 07:20	Valle del Clitunno	34	8	5.42 ±0.28
5	1881 03 11 22:50	SPOLETO	15	5	4.66 ±0.37
NF	1895 05 18 19:55	Fiorentino	401	8	5.43 ±0.08
4-5	1897 12 18 07:24	Appennino umbro-marchigiano	132	7	5.13 ±0.14
5	1898 06 27 23:38	RIETI	186	8	5.49 ±0.12
5	1898 08 25	VISSO	66	7	5.04 ±0.29
5	1898 09 12 14:14	Alta Valnerina	16		
NF	1907 01 23 00:20	Adriatico centrale	93		5.06 ±0.15
NF	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
4	1914 10 27 09:22	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
4-5	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
4	1915 03 15 11:23	Alta valle del Chienti	24	7	4.94 ±0.82
4	1915 03 26 23:37	Assisi	40	6	4.60 ±0.24
3	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico	257		6.14 ±0.14
4	1917 04 26 09:35	Valtiberina	134	9-10	5.89 ±0.11
3-4	1917 05 12 15:34	Ternano	34	7-8	5.10 ±0.27
4	1918 04 14 01:56	GIANO DELL'UMBRIA	23	6	4.55 ±0.32
3	1919 06 29 15:06	Mugello	566	10	6.29 ±0.09
NF	1919 09 10 16:57	PIANCASTAGNAIO	67	7-8	5.32 ±0.18
4	1922 06 08 07:47	CALDAROLA	52	6	4.89 ±0.19
F	1924 01 02 08:55	Medio Adriatico	76	7-8	5.36 ±0.16
4	1927 08 16 00:53	CASTEL SANT'ANGELO	17	6	4.56 ±0.27
4	1930 10 30 07:13	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
3	1933 09 26 03:33	Maiella	326	9	5.95 ±0.09
6	1935 06 06 11:05	FOLIGNO	4	5	4.30 ±0.34
6	1936 04 05 18:10	FOLIGNO	3	5	4.36 ±0.25
3	1936 12 09 07:34	CALDAROLA	32	6-7	4.79 ±0.22
RS	1937 12 15 21:25	CAPITANATA	23	4-5	4.62 ±0.26
4	1940 10 16 13:17	RADICOFANI	106	7-8	5.26 ±0.14
5	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8	5.68 ±0.07
5	1951 08 08 19:56	Gran Sasso	94	7	5.30 ±0.14
5	1951 09 01 06:56	SARNANO	81	7	5.34 ±0.20
NF	1958 06 24 06:07	L'Aquila	152	7-8	5.21 ±0.11
F	1964 08 02 10:40	PRECI	25	6	5.09 ±0.25
2	1969 08 11 13:55	TRASIMENO	46	7	4.94 ±0.18
6	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
4	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
4	1982 10 17 04:54	PERUGINO	16	6	4.61 ±0.20
4	1984 04 29 05:02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
2-3	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6	4.65 ±0.09
4	1993 06 04 21:36	Nocera Umbra	90	5-6	4.50 ±0.13

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax localizzazione)	Np	Io	Mw
4-5	1993 06 05 19:16	GUALDO TADINO	326	6	4.74 ±0.09
NP	1997 07 15 08:51	Appennino umbro-marchigiano	22	4-5	3.69 ±0.21
5	1997 09 03 22:07	Appennino umbro-marchigiano	171	5-6	4.56 ±0.09
4-5	1997 09 07 23:28	Appennino umbro-marchigiano	57	5-6	4.38 ±0.15
3-4	1997 09 09 16:54	Appennino umbro-marchigiano	39	5-6	4.07 ±0.18
4	1997 09 10 06:46	Appennino umbro-marchigiano	47	5	4.16 ±0.18
6-7	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
7	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
5	1997 10 03 08:55	Appennino umbro-marchigiano	490		5.25 ±0.09
7	1997 10 06 23:24	Appennino umbro-marchigiano	437		5.46 ±0.09
6	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
5	1997 10 23 08:58	Appennino umbro-marchigiano	56		4.31 ±0.25
4-5	1997 11 09 19:07	Appennino umbro-marchigiano	180	5-6	4.90 ±0.09
5	1998 02 07 00:59	Appennino umbro-marchigiano	62	5-6	4.43 ±0.09
4	1998 02 16 13:45	Appennino umbro-marchigiano	33	5	4.03 ±0.19
6	1998 03 21 16:45	Appennino umbro-marchigiano	141	6	5.03 ±0.09
6	1998 03 26 16:26	Appennino umbro-marchigiano	408	6	5.29 ±0.09
4-5	1998 04 05 15:52	Appennino umbro-marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
4-5	1998 06 01 13:57	Appennino umbro-marchigiano	23	5	4.29 ±0.18
4-5	1998 06 02 23:11	Appennino umbro-marchigiano	83	5-6	4.28 ±0.09
5	1998 08 11 05:22	Appennino umbro-marchigiano	24	5-6	4.53 ±0.41
3-4	1999 11 29 03:20	APPENNINO CENTRALE	62	5-6	4.38 ±0.13
3	2000 12 16 07:31	Ternano	128	5-6	4.25 ±0.09
4	2005 12 15 13:28	Valle del Topino	361	5-6	4.66 ±0.09

Cronache storiche estratte dal testo: I Terremoti d'Italia (Mario Baratta 1901), pag. 757,758.

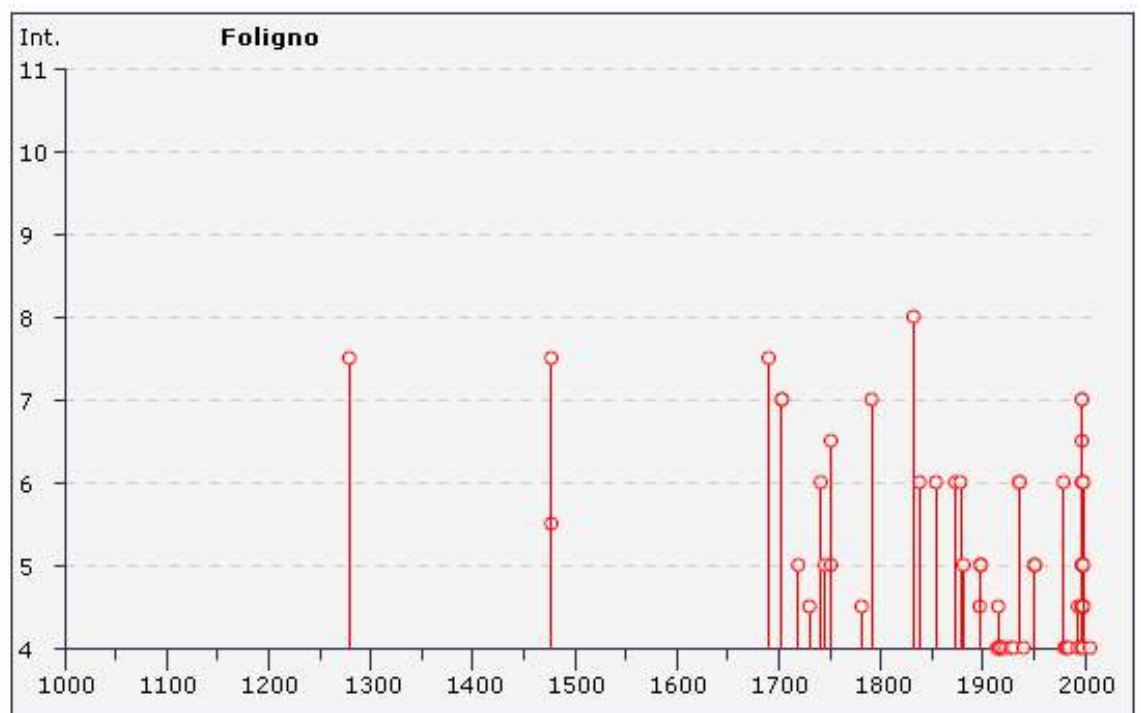
*“Il terremoto dell’11 ottobre 1791, sì gagliardo a Foligno da pregiudicare case e palazzi, pare irraggiato dai pressi delle “Case nuove”, località posta a levante ed a pochi chilometri di distanza.*

*Foligno fu inoltre pregiudicata dai terremoti che urtarono la bassa valle del Topino nel 1831-32 e nel 1854, da quelli di Sellano – Cerreto del 1838, di Norcia nel 1766, di Gualdo nel 1751 e dal parossismo umbro – marchigiano del 1279...”* spesse volte, come è successo nel piccolo periodo sismico del maggio 1890, furono intese scosse egocentriche e fortemente altre irraggiate dal focolare di Trevi.

*Nel periodo sismico del 1831-32, quasi tutte le manifestazioni principali ebbero origine da un focolare con probabilità situato nei pressi di Cannara e di Bevagna: in quello iniziato con l’11 febbraio 1854 i danni maggiori accaddero tra Bastia e Spello. Tali due aree mesosismiche non coincidono totalmente ma solo in parte, estendendosi quella del 1854 molto più a NW dell’altra...*

*Distretto sismico del Clitunno e della Maroggia. - Foligno, oltre essere violentemente, e con pregiudizio de’ suoi edifici scossa dai terremoti del distretto sismico del Topino, viene pure urtata, qualche volta anche con danno, da quelli che irraggiano dai centri del distretto del Clitunno e della Maroggia.*

*Il periodo sismico umbro del 1878, con i suoi tre massimi (15-16 IX), interessò in special modo i paesetti situati fra Montefalco e Castelli Ritaldi; ma ebbero una intensità molto minore. Con questi due terremoti si deve identificare lo scuotimento molto forte che sui primi di giugno del 1740 colpì Montefalco.*



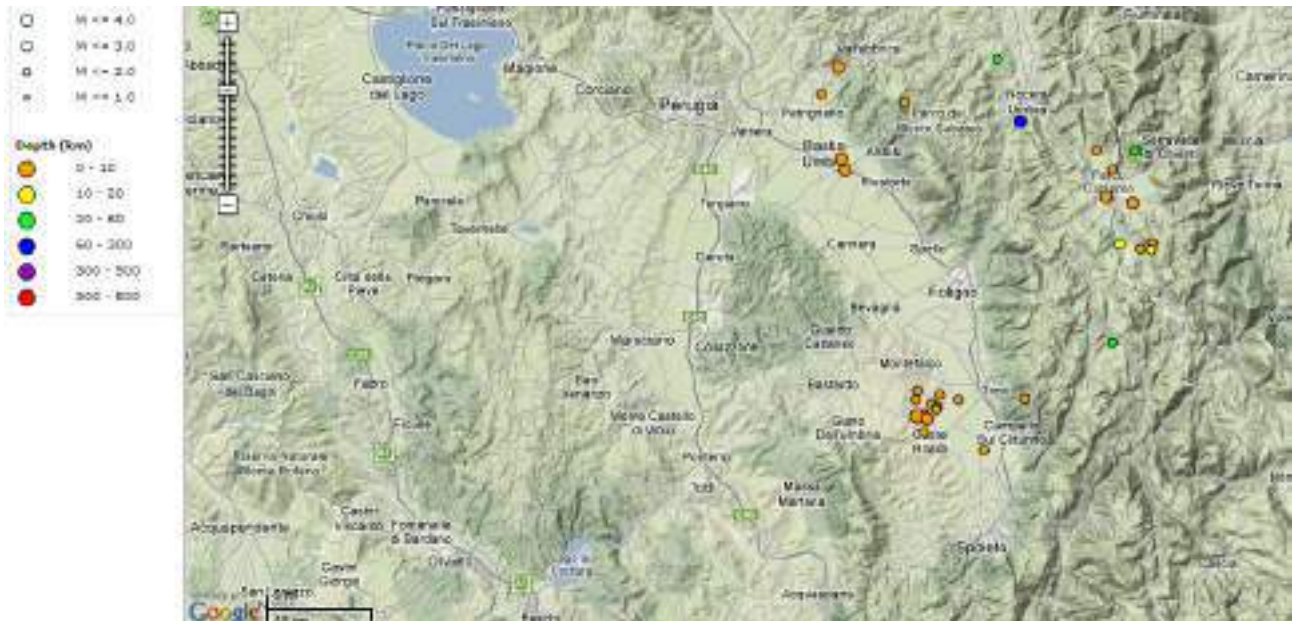
[download]



**Grafico 1** - Distribuzione temporale (scala delle ascisse) di terremoti storici e delle intensità (scala delle ordinate, scala MCS) relativa alla zona di Foligno



- Sismicità e microsismicità locale recente



**Figura 1** - Estrazione dei terremoti con Magnitudo superiore a 2.5 (tot.30 terremoti) avvenuti entro 20 Km da Foligno dal 2005 fino a maggio 2013 (estratti dalla banca dati di ISIDE-INGV)



**Figura 2** - Estrazione dei terremoti con Magnitudo superiore a 2.0 (tot.209 terremoti) avvenuti entro 20 Km da Foligno dal 2005 fino a maggio 2013 (estratti dalla banca dati di ISIDE-INGV).

#### 4.4. Zonazione sismogenetica

La Zonazione sismogenetica del Territorio Italiano - ZS9, prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (Meletti e Valensise, 2004) rappresenta il riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica nel territorio nazionale (**Fig. 3**).

In base alla zonazione sismo genetica ZS9, finalizzata alla realizzazione della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, risulta che l'area d'intervento rientra nella zona ZS9 n. 919, caratterizzata da una profondità "efficace" dello strato sismogenetico compreso tra 8 e 12 km, da un meccanismo focale prevalente di tipo "normale" e da magnitudo massima attesa  $M_w = 6,37$  (valore di riferimento per la determinazione dell'accelerazione massima al sito).

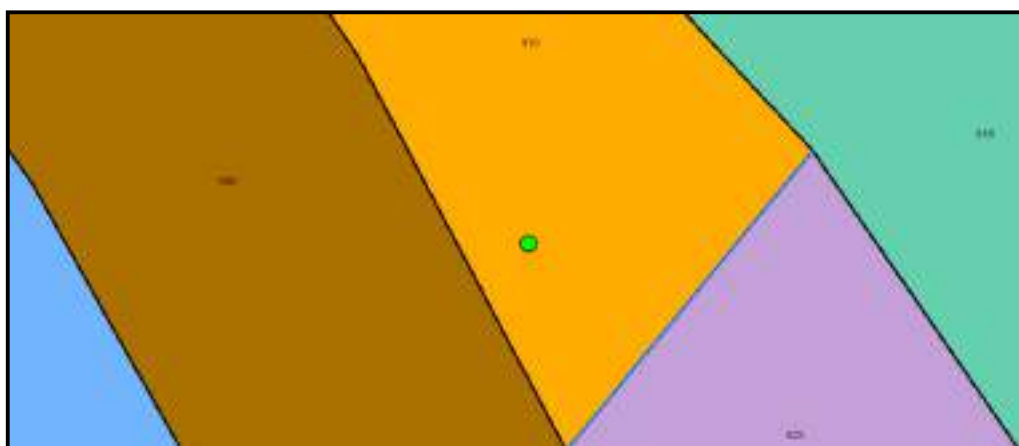


Fig. 3 - Cartografia ZS9 (zone sismogenetiche dell'Italia centrale) estratta dal "Geoportale nazionale"

La tabella che segue, estratta dal sistema informativo del Geoportale Nazionale, riporta la principali caratteristiche determinate per la Zona 919.

```
GetFeatureInfo results:
Layer 'RN.ZONESISMOGENETICHEZS9.ZONE'
Feature 21:
objectid = '21'
tid = '0'
area = ''
perimeter = '3,269'
zs9_ = '22'
zs9_tid = '919'
zs_name = 'Appennino Umbro'
mwmax__ar = '6,370000'
tassi_mwma = '0,000000'
tassi_mw_1 = '0,000000'
b_co_04_2 = '-1,220000'
b_co_04_4 = '-1,390000'
mwmax__gr = '6,370000'
tassi_mw_2 = '0,260000'
tassi_mw_3 = '0,210000'
calss_geo = 'Appennino Settentrionale e Centrale'
md_2_0 = '3001'
e_md_2_5 = '1545'
e_md_3_0 = '421'
p_efficace = '8'
md_max = '5,00000000'
meccanismo = 'normale'
bordi_morb = '0'
```

Un quadro sintetico delle sorgenti sismogenetiche attive nell'area di interesse è stato estratto dal *Database of Individual Seismogenic Source* (DISS). In **Fig. 4** è riportata una mappa con l'ubicazione delle più vicine sorgenti sismogenetiche individuali, ovvero quelle strutture definite nel DISS sulla base di dati geologici e geofisici e completamente caratterizzate in termini di parametri geometrici di faglia, cinematici e sismologici, indicate in giallo in figura; sono riportate in arancione le fasce corrispondenti alle "sorgenti sismo genetiche composite" che rappresentano le strutture la cui caratterizzazione è sconosciuta o incerta.

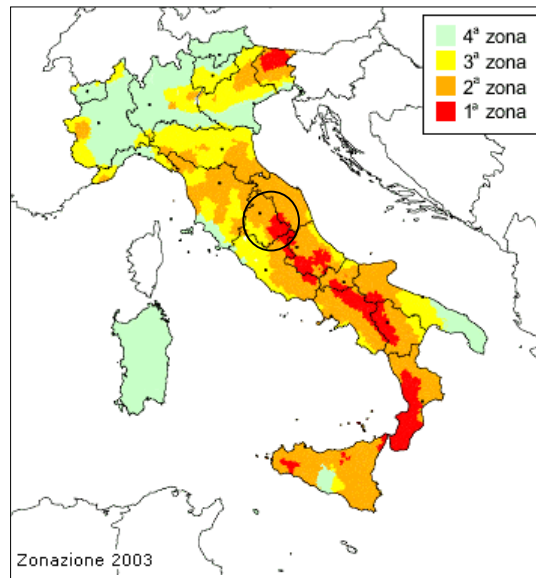


Fig. 4 – Estratto DISS versione 3.2.0 (INGV – DISS Working Group 2015)”

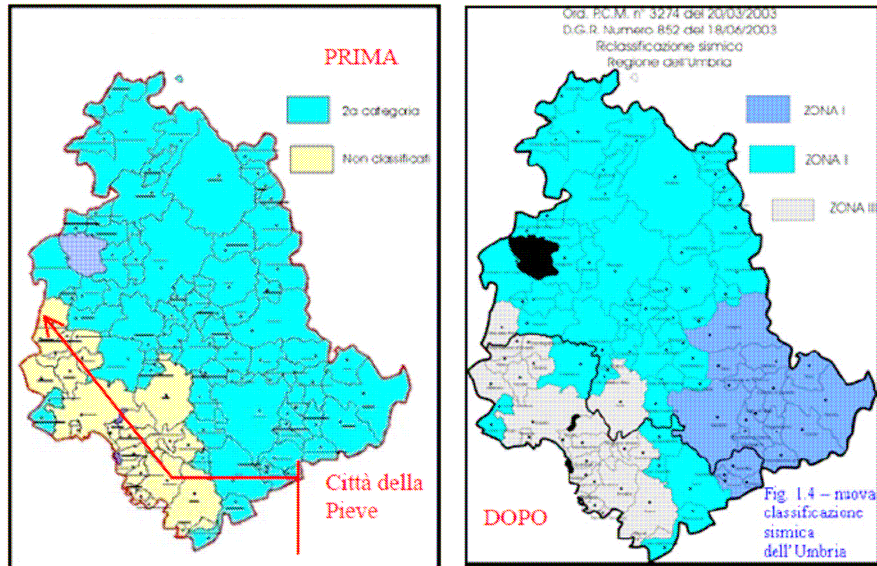
L'ambito d'interesse progettuale appartiene alla ITCS037 Mugello - Città di Castello - Leonessa, mentre a Nord Est viene individuata la sorgente composita alla ITCS028 Colfiorito – Campotosto. Alla sorgente composita ITCS037 è attribuita una magnitudo massima  $M_w = 6,2$  derivata dalla massima magnitudo di una delle sorgenti individuali ad essa associata. La sorgente individuale più vicina all'area in studio è la ITIS061 – Foligno, cui è attribuita una magnitudo massima  $M_w = 5,8$  derivata dal più intenso terremoto storico catalogato che ha generato. Alla sorgente composita ITCS028 Colfiorito – Campotosto è attribuita una magnitudo massima  $M_w = 6,5$ .

#### 4.5. Classificazione sismica

A seguito dei vari eventi sismici il territorio nazionale è stato riclassificato con O.P.C.M. n. 3274/2003.

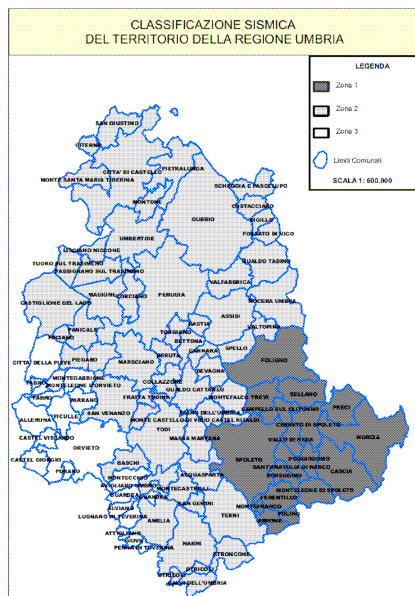


La classificazione sismica del territorio nazionale derivante dall'applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 e ss.mm.ii. identifica l'area di intervento, così come tutto il territorio comunale di Foligno Zona sismica 1, recepita ed approvata dalla DGR n. 852 del 18.06.2003 della Regione Umbria.



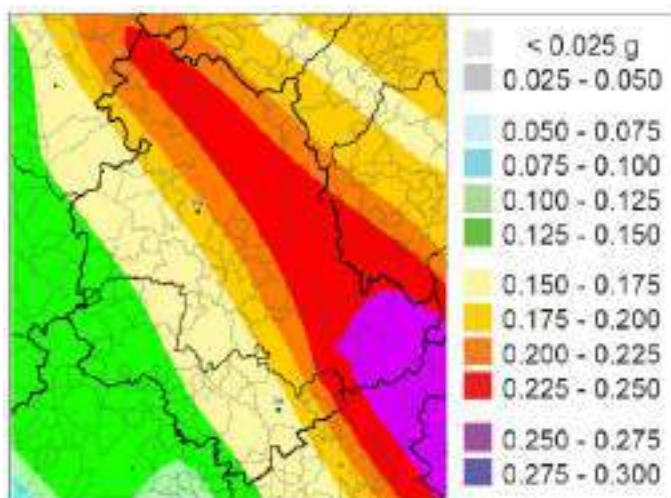
Con D.G.R. n. 1111 del 18.09.2012 la Regione Umbria ha provveduto all'approvazione dell'Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria", sviluppato in coerenza con gli studi dell'INGV redatti su incarico del DPCN (Dipartimento di Protezione Civile Nazionale) pubblicati nel 2004 e presi a riferimento per la definizione della pericolosità sismica nazionale e per l'individuazione dei criteri di classificazione, approvati con Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006.

Con la classificazione definitiva per il Comune di Foligno si ottiene una classificazione in zona 1:



#### 4.6. Disaggregazione della pericolosità sismica

Il quadro della pericolosità sismica di base assegna alla città di Foligno un valore di accelerazione massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni), pari a circa 0,225-0,250 g come deducibile dalla seguente “Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale (Regione Umbria)”:



Il valore di pericolosità di base non ha influenza sulla progettazione dal momento che le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali. Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle NTC08, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione “di sito”.

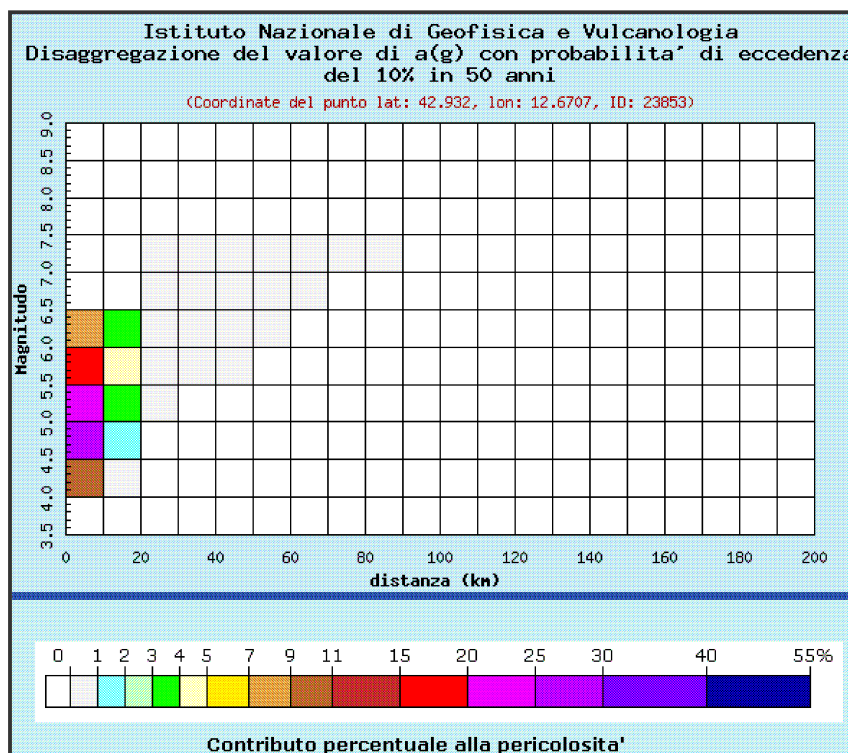
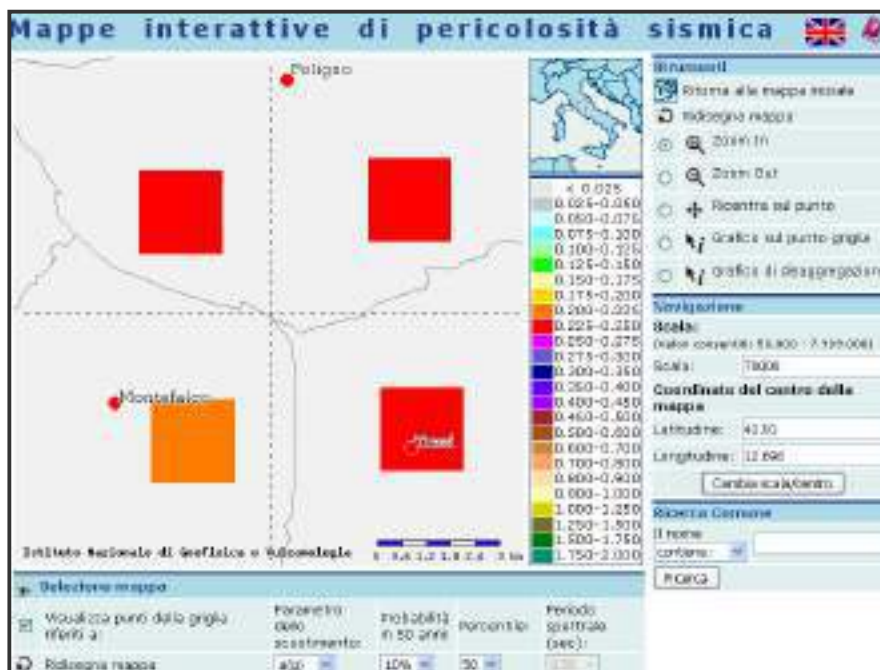
Ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 “NTC08 Norme Tecniche per le Costruzioni” e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 2 Febbraio 2009 “Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”, per la definizione dell'azione sismica di progetto, e necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o, in assenza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a(g)$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{Vr}$ , nel periodo di riferimento  $V_r$ .

Mediante la consultazione delle Mappe di Pericolosità Sismica reperibili nel sito dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) è stata definita la magnitudo media attesa nella zona di interesse progettuale, tramite la disaggregazione dei valori di  $a(g)$  con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Per il sito in esame sono stati ricavati i contributi (espressi in termini di magnitudo – distanza) di diversi scenari sismici alla pericolosità di sito, tale operazione, definita come “disaggregazione della pericolosità sismica” ha consentito di definire il terremoto (mediante la

coppia magnitudo-distanza) che domina la pericolosità sismica locale.

Sfruttando il punto griglia più vicino all'area oggetto di indagine e stata ricavata una magnitudo media  $M = 5,27$ . I dati di disaggregazione per il sito in esame sono stati ricavati dalla pagina dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1-gis.ingv.it>). Come mostrato nel grafico il piu alto contributo di superamento alla pericolosità sismica e compreso entro il 30 % fornito da eventi sismici con magnitudo compresa tra 4 e 6,5 con distanza epicentrale entro i 20 Km.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.932, lon: 12.6707, ID: 23853)										
	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	0.000	10.600	26.400	22.300	15.600	7.910	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.195	1.670	3.550	4.420	3.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.103	0.651	0.999	0.239	0.185	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.300	0.367	0.336	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.137	0.163	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.032	0.063	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.024	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5,270	6,740	1,030

#### 4.7. Determinazione dei parametri di pericolosità sismica di base

ag, Fo, Tc\* CON SOFTWARE MINISTERIALE "SPETTRI"

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta ▶

Variabilità dei parametri ▶

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ▶

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



**FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE**

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO -  $P_{VR} = 81\%$
- SLD -  $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV -  $P_{VR} = 10\%$
- SLC -  $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

Grafici parametri azione |>>>

Grafici spettri di risposta |>>>

Tabella parametri azione |>>>

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,073	2,406	0,273
SLD	50	0,095	2,351	0,280
SLV	475	0,230	2,406	0,313
SLC	975	0,293	2,418	0,326

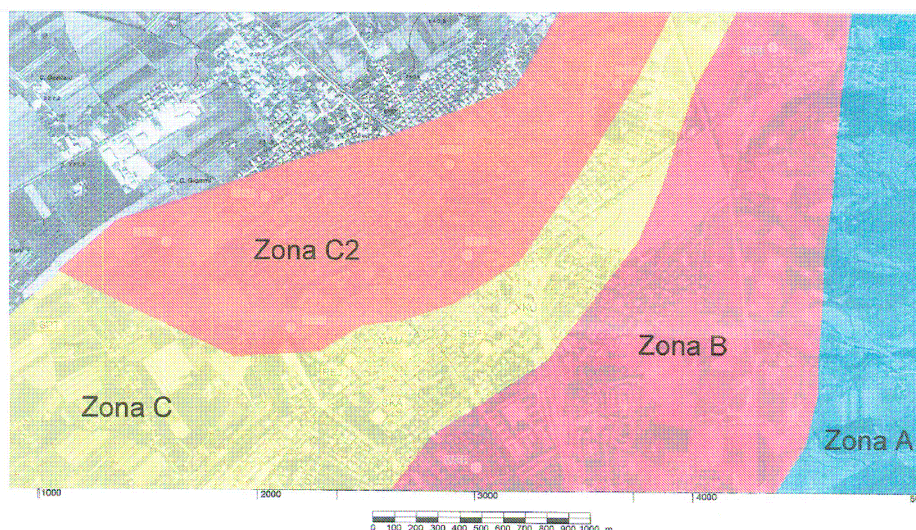
**4.8. Caratterizzazione sismica dell'area**

**4.8.1. Microzonazione sismica e pericolosità sismica locale**

La microzonazione sismica consiste nella valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. Individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale e le zone suscettibili di instabilità.

La Regione Umbria, fin dall'evento sismico del 1997, si è attivata per definire una serie di procedure per la redazione di studi di microzonazione sismica, da utilizzare in prima fase per i progetti connessi alla ricostruzione post-sismica e poi estesi agli atti di pianificazione con la note DGR 226/01 e della D.G.R. 745/01, ove si prevedono i criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica a supporto redazione strumenti urbanistici approvati.

La D.G.R. 377/2010 nell'Allegato A riporta la corrispondenza tra le indagini di microzonazione sismica di dettaglio, effettuate o approvate dalla Regione Umbria, con i diversi livelli di approfondimento di cui agli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Per la città di Foligno equipara lo studio "Area urbana di Foligno (1998)" al livello 3 di approfondimento (contratto di ricerca IRRS/CNR – Regione Umbria):



Ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 "NTC08 Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008" per la definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

#### 4.8.2. Risposta sismica locale

Sulla base dei dati acquisiti dal Servizio Ambiente nell'ambito dell'Azione 1, della Delibera della Giunta Regionale 18 settembre 2012 n. 1112: *Interventi di prevenzione del rischio sismico - Approvazione del Programma per l'utilizzo delle risorse finanziarie di cui all'O.P.C.M. n. 4007 del 29 febbraio 2012 Annualità 2011*, sono state prodotte le carte dello studio di microzonazione sismica di livello 2 eseguite secondo gli **Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile (Gruppo di lavoro MS, 2008 – Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3° vol. e DVD)**.

L'Azione 1 prevedeva la realizzazione di indagini di microzonazione sismica e analisi delle condizioni limite per l'emergenza (CLE) degli insediamenti urbani, in accordo preventivo con i responsabili del Servizio Geologico e Sismico della Regione Umbria. La Delibera sopra citata rinvia la realizzazione di studi di microzonazione sismica agli indirizzi e criteri dettati dalla Commissione tecnica di cui all'articolo 5, commi 7 e 8 dell'O.P.C.M. n. 3907/10.

Le carte dello studio di microzonazione sismica di livello 2 prodotte dai tecnici del Servizio Ambiente del Comune di Foligno sono state consegnate ai responsabili della Regione Umbria ed attualmente in corso di collaudo.

Le carte realizzate sono le seguenti:

- Carta delle indagini sismiche esistenti
- Carta delle indagini sismiche eseguite ex novo
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
- Carta di microzonazione sismica - Livello 2

I risultati ottenuti risultano ricavati da un'analisi del territorio fatta attraverso l'integrazione di dati esistenti e di nuove indagini (sismica a rifrazione in Onde SH, MASW, HVSR).

Gli studi condotti di MS – Livello 2 hanno rilevato che la categoria di suolo per l'area interessata dalla variante in oggetto è assimilabile alla sequenza del profilo stratigrafico della **Zona 2 (All. 12)** per il quale, attraverso l'elaborazione di indagini sismiche specifiche (Sismica a rifrazione in Onde SH, MASW, HVSR) e l'utilizzo degli abachi del manuale *Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica* ha portato all'attribuzione di un fattore di amplificazione FA pari a 1.3-1.4. L'area in oggetto è stata quindi classificata come zona stabile suscettibile di amplificazione locale, come risulta dalla **Carta di Microzonazione Sismica – Livello 2** all'uopo predisposta (**All. 13**), confermando la scelta di reputare sufficiente l'esecuzione di indagini di livello 2 nella zona sismica 1 (Comune di Foligno), come si evince dal c. 6 della citata D.G.R. 377/2010. D'altronde il livello 3 è disposto dal punto 3 del comma 5 della medesima D.G.R. nel caso di strumenti attuativi, per le zone sismiche 1, qualora fossero necessari maggiori e dettagliati studi per la complessità dei fenomeni attesi o per l'importanza dell'opera.

L'attribuzione della classe **Fa = 1.3 – 1.4** dove ricade l'area di interesse di cui al presente progetto, è stata interpretata sotto le direttive del responsabile di *Sezione - Caratteristiche geologiche del territorio*, del Servizio Geologico della Regione Umbria, d'altronde coincidente con i valori sperimentali pregressi a disposizione della Regione Umbria derivanti dai sismogrammi registrati dalle stazioni sismiche allestite nel territorio del Comune di Foligno al tempo degli eventi sismici del settembre 1997 e successivi.

Le carte dello studio di microzonazione sismica di livello 2 prodotte dai tecnici del Servizio Ambiente del Comune di Foligno sono state consegnate ai responsabili della Regione Umbria ed attualmente in corso di collaudo.

Vengono di seguito riportati i risultati della microzonazione sismica di livello 2 eseguiti per l'area di indagine.

Latitudine: 42.9166 [°]  
Longitudine: 12.7184 [°]

## FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

### Esempio di calcolo FA e FV

- Tipo di Terreno: Argilla;
- $a_g$  (g): 0.230
- Profilo di Velocità: costante

RIF. SITO	VsH(m/s)	H(m)	VsH abachi	H abachi	FA calc.	FV calc.	FA intervallo
"Il Mattatoio"	175	24	200	25	1.43	2.47	1.3-1.4

In base ai dati esistenti è stato possibile attribuire il valore del fattori di amplificazione sismica locale Fa per l'area d'interesse, secondo l'applicazione degli abachi del manuale *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* della **Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Commissione protezione civile - Sottocommissione 8: Attuazione della normativa sismica** e della **Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della protezione civile** come di seguito riportato:

Fattore di amplificazione FA	Tipo di terreno Argilla	$a_g$ (g) 0.26g	Profilo di velocità Costante	$V_{sH}$ (m/s)									
				150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	2.26	1.75	1.53	1.47	1.39	1.25	1.14	1.07	1.01	1.01		
	10	-	2.17	1.91	1.67	1.47	1.32	1.22	1.14	1.06	1.02		
	15	-	1.94	1.95	1.80	1.64	1.49	1.35	1.26	1.12	1.04		
	20	-	1.67	1.75	1.75	1.66	1.53	1.43	1.33	1.17	1.06		
	25	-	1.43	1.56	1.60	1.58	1.52	1.43	1.34	1.19	1.07		
	30	-	1.26	1.41	1.48	1.47	1.45	1.40	1.33	1.19	1.07		
	35	-	-	1.22	1.34	1.38	1.37	1.33	1.30	1.18	1.07		
	40	-	-	1.28	1.21	1.26	1.30	1.28	1.24	1.16	1.07		
	50	-	-	1.19	1.24	1.13	1.14	1.16	1.16	1.12	1.04		
	60	-	-	1.11	1.16	1.19	1.12	1.08	1.07	1.06	1.02		
	70	-	-	1.06	1.10	1.13	1.14	1.09	1.05	1.01	0.99		
	80	-	-	0.97	1.07	1.08	1.10	1.10	1.06	1.00	0.96		
	90	-	-	0.94	1.01	1.04	1.05	1.07	1.06	1.00	0.95		
	100	-	-	0.89	0.95	1.03	1.02	1.03	1.04	1.00	0.95		
	110	-	-	0.89	0.94	0.98	1.00	1.00	1.00	0.99	0.94		
	120	-	-	0.82	0.88	0.95	1.00	0.99	0.98	0.98	0.94		
130	-	-	0.83	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96	0.96	0.93			
140	-	-	-	0.86	0.88	0.92	0.96	0.96	0.93	0.92			
150	-	-	-	-	0.89	0.91	0.93	0.95	0.92	0.91			

Figura 5 - Abaco relativo alla determinazione del fattore FA. Il valore calcolato di 1.43 rientra nell'intervallo 1.3-1.4

Fattore di amplificazione FV	Tipo di terreno Argilla	$a_g$ (g)										Profilo di velocità Costante
		0.26g										
		$V_s$ (m/s)										
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	5	1.17	1.08	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	
	10	-	1.57	1.19	1.10	1.05	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00	
	15	-	2.03	1.59	1.27	1.17	1.10	1.05	1.04	1.02	1.01	
	20	-	2.47	1.90	1.52	1.30	1.20	1.12	1.09	1.03	1.01	
	25	-	2.47	2.20	1.74	1.48	1.30	1.20	1.13	1.05	1.02	
	30	-	2.31	2.25	1.94	1.64	1.42	1.28	1.20	1.09	1.02	
	35	-	-	2.12	2.02	1.76	1.53	1.37	1.25	1.11	1.03	
	40	-	-	2.03	1.98	1.82	1.61	1.44	1.31	1.13	1.04	
	50	-	-	2.05	1.83	1.76	1.67	1.53	1.39	1.19	1.07	
	60	-	-	2.11	1.85	1.67	1.59	1.53	1.43	1.23	1.09	
	70	-	-	1.97	1.92	1.68	1.55	1.44	1.40	1.24	1.09	
	80	-	-	1.92	1.84	1.73	1.56	1.43	1.34	1.23	1.10	
	90	-	-	1.89	1.76	1.69	1.55	1.44	1.34	1.21	1.07	
	100	-	-	1.88	1.74	1.65	1.56	1.43	1.34	1.19	1.07	
	110	-	-	1.82	1.72	1.61	1.52	1.42	1.34	1.18	1.06	
	120	-	-	1.71	1.71	1.59	1.50	1.43	1.33	1.19	1.05	
130	-	-	1.63	1.66	1.57	1.47	1.41	1.33	1.17	1.05		
140	-	-	-	1.60	1.54	1.46	1.38	1.32	1.16	1.06		
150	-	-	-	-	1.53	1.45	1.36	1.30	1.18	1.07		

Figura 6 - Abaco relativo alla determinazione del fattore FV per la categoria del fattore di amplificazione individuato.

L'area di interesse è stata classificata come *zona stabile suscettibile di amplificazione locale* nella classe di amplificazione **Fa = 1.3 – 1.4**, secondo la seguente descrizione:

CLASSI DI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE FA	FA CALCOLATO	DESCRIZIONE
<b>1.3 – 1.4</b> ( $1.25 \leq Fa \leq 1.44$ )	1.43	Zona contraddistinta da depositi fluvio/lacustri s.s. con caratteristiche sedimentologiche prevalentemente limo sabbiose-argillose, di spessori medi di 21-30 m con valori delle velocità comprese tra 175 m/s e 250 m/s. Tali depositi risultano caratterizzati da una VsH di 174 - 250 m/s ed il valore di FA risulta rientrare nell'intervallo 1.3-1.4. Il corrispondente valore di FV risulta essere di 2.47.

#### 4.9. Valutazione della liquefazione

La liquefazione del terreno a seguito di scossa sismica e il fenomeno per cui i terreni omogeneamente granulari e saturi, soggetti a sollecitazione ciclica, subiscono annullamento della resistenza a taglio o accumulo di deformazioni plastiche e si comportano come un fluido liquido-viscoso. I fenomeni di liquefazione sono controllati da fattori scatenanti e fattori predisponenti: i primi sono riferiti alle caratteristiche dell'evento sismico atteso, in termini di magnitudo e accelerazione massima al piano di campagna; i fattori predisponenti sono invece riferiti alle caratteristiche idrogeologiche del sito ed alle proprietà geotecniche e granulometriche dei terreni (NTC08, 7.11.3.4.2).

In base alle caratteristiche dell'evento sismico atteso per la zona in studio e sulla base dei risultati delle indagini eseguite, è riportata la verifica della suscettibilità a liquefazione dei terreni, mediante una procedura semplificata stima delle velocità delle onde S, partendo dai risultati ottenuti



Come è evidenziato dalle tabelle precedentemente riportate, il coefficiente di sicurezza  $F_s$  risulta essere maggiore di 1 e quindi i terreni non risultano liquefacibili.

A supporto di tale verifica si ricorda inoltre che, nell'area in oggetto, non sono mai state storicamente segnalati, a differenza dell'area di Budino e Cantagalli di Foligno, fenomeni di liquefazione in fase sismica.

## 5. CONCLUSIONI

I risultati dello studio eseguito consentono di affermare che nel sito indagato esistono condizioni favorevoli alle proposte di variante in argomento, tenendo in considerazione che:

- l'area in esame si trova in un contesto pianeggiante, in condizioni di stabilità morfologica e litostratigrafica. La distribuzione e le proprietà litologiche dei terreni indagati sono congruenti con le conoscenze geologiche e stratigrafiche di questa porzione del territorio di pianura;
- in merito alla stratigrafia individuata e al modello geotecnico dei terreni, le indagini geognostiche forniscono risultati sostanzialmente omogenei per le prove esaminate. L'incidenza di eventuali disomogeneità sul modello geotecnico del sistema terreno - fondazione andrà valutata in fase di progettazione esecutiva;
- sulla base del modello geologico – tecnico ed idrogeologico dei terreni indagati, si consiglia di verificare l'incidenza dei cedimenti attesi in funzione degli eventuali interventi realizzabili;
- il sistema acquifero si sviluppa a profondità relativamente bassa, prossima al piano campagna. La presenza di circolazione idrica a quote molto superficiali è causa di interferenze sia con scavi, anche non particolarmente profondi, sia con il bulbo delle pressioni indotte dalle opere fondali. Eventuali interventi esecutivi fattibili nell'area in oggetto che prevedano opere poste al disotto dell'attuale piano campagna, dovranno essere realizzati adottando sistemi di impermeabilizzazione particolarmente valida o, al limite, a doppie pareti;
- l'area in esame è soggetta a fenomeni di ristagni idrici superficiali, fatto per il quale le costruzioni esistenti sono state realizzate nel rispetto dell'innalzamento del p.c. dell'ordine di un metro in modo da garantire lo smaltimento delle acque piovane verso i fossi adiacenti e garantire eventuali fenomeni di impaludamento ancorché temporanei; in merito a tale problematica dovranno essere effettuate accurate opere di regimazione delle acque meteoriche e di smaltimento superficiali volte ad eliminare il rischio, consigliando oltre modo, nel caso di eventuali nuovi interventi fattibili, di provvedere alla bonifica dell'area ricorrendo all'innalzamento del p.c., misura d'altronde già adottata per la realizzazione dell'opera esistente;
- in base allo studio effettuato, l'area di indagine è situata in area soggetta a pericolosità idraulica per eventi di piena con tempi ritorno di 50 anni, 200 anni, 500 anni ed è perimetrata a rischio idraulico in fascia A, B, C; più precisamente il complesso edificato è inserito nella Fascia C (area

prevalente), mentre la restante area di pertinenza dell'edificio esistente risulta ricadere nelle fasce B e A di rischio idraulico della cartografia allegata al progetto di primo aggiornamento del Piano di Bacino del fiume Tevere – IV stralcio funzionale per l'assetto idrogeologico – PAI (PAI bis), per le quali si applica la disciplina di cui agli articoli 28 e 29 delle NTA del PAI medesimo. In ragione della sostanziale coerenza nella destinazione d'uso degli immobili esistenti, e soprattutto del fatto che non sono previsti incrementi di potenzialità edificatoria già esistente, la proposta di variante non comporta alcun incremento di rischio idraulico;

- il sito rientra in una zona sismica di prima categoria. L'assetto morfologico locale è identificato dalla Categoria Topografica T1, l'assetto sismo-stratigrafico locale è riferibile alla Categoria Stratigrafica C;
- si è provveduto ad una valutazione delle possibili amplificazioni o instabilità dinamica locale in funzione della peculiarità geologica, geomorfologica ed idrogeologica locale. Tale valutazione si è concretizzata nella definizione della tipologia della microzona in prospettiva sismica (livello 2) e, nella caratterizzazione del sottosuolo. Nell'area in esame non si sono riscontrate situazioni critiche tali da dover eseguire approfondimenti di livello superiore;
- il sito risulta stabile nei confronti della liquefazione a seguito delle sollecitazioni sismiche attese per l'area d'intervento;
- la caratterizzazione geotecnica di dettaglio dei terreni oggetto qualora necessario per la realizzazione di eventuali opere realizzabili, in base alle normative nazionali vigenti, sarà effettuata sulla base di una adeguata campagna di indagini geotecniche in situ e di laboratorio.

Alla luce dei riscontri effettuati, in merito ai rischi, si attesta che non sono emerse situazioni critiche dal punto di vista della fattibilità geologica.

Foligno, dicembre 2017

**Il tecnico**

*Dott. Geol. Mariella Mariani*



## **APPENDICE 1**

### **Normativa di riferimento**

- D.M. 14/01/2008 – “Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni” NTC08;
- Circolare n. 617 del Consiglio Superiore LL.PP. del 02/02/2009 – “Istruzioni per l'applicazione delle ‘Nuove norme Tecniche per le Costruzioni’ di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”;
- L. 64/74 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. 11/03/88 – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 30483 del 24/09/1988 – “Istruzioni riguardanti le indagini di cui al D.M. 11/03/88”;
- A.G.I. Giugno 1990 – “Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio e sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”.

### **Allegati:**

1. Ubicazione topografica, IGMI F° 131 Tav. “Foligno” I - NO
2. Ortofotocarta – Sez. 324.050
3. Planimetria catastale
4. PRG'97 vigente e di progetto
5. Piano stralcio di assetto idrogeologico – PAI Bis: Mappa dell'allagabilità
6. Piano stralcio di assetto idrogeologico – PAI Bis: Inventario fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana
7. Ubicazione delle indagini
8. Carta geologica
9. Carta idrogeologica della Valle Umbra
10. Modello geologico area a valle (loc. Casone)
11. Modello geologico area di indagine (Mattatoio)
12. MOPS – Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
13. MOPS – Carta della microzonazione sismica di livello 2

❖ *indagini geognostiche (All. A)*

❖ *indagini sismiche (All. B)*



**ALLEGATO 2**

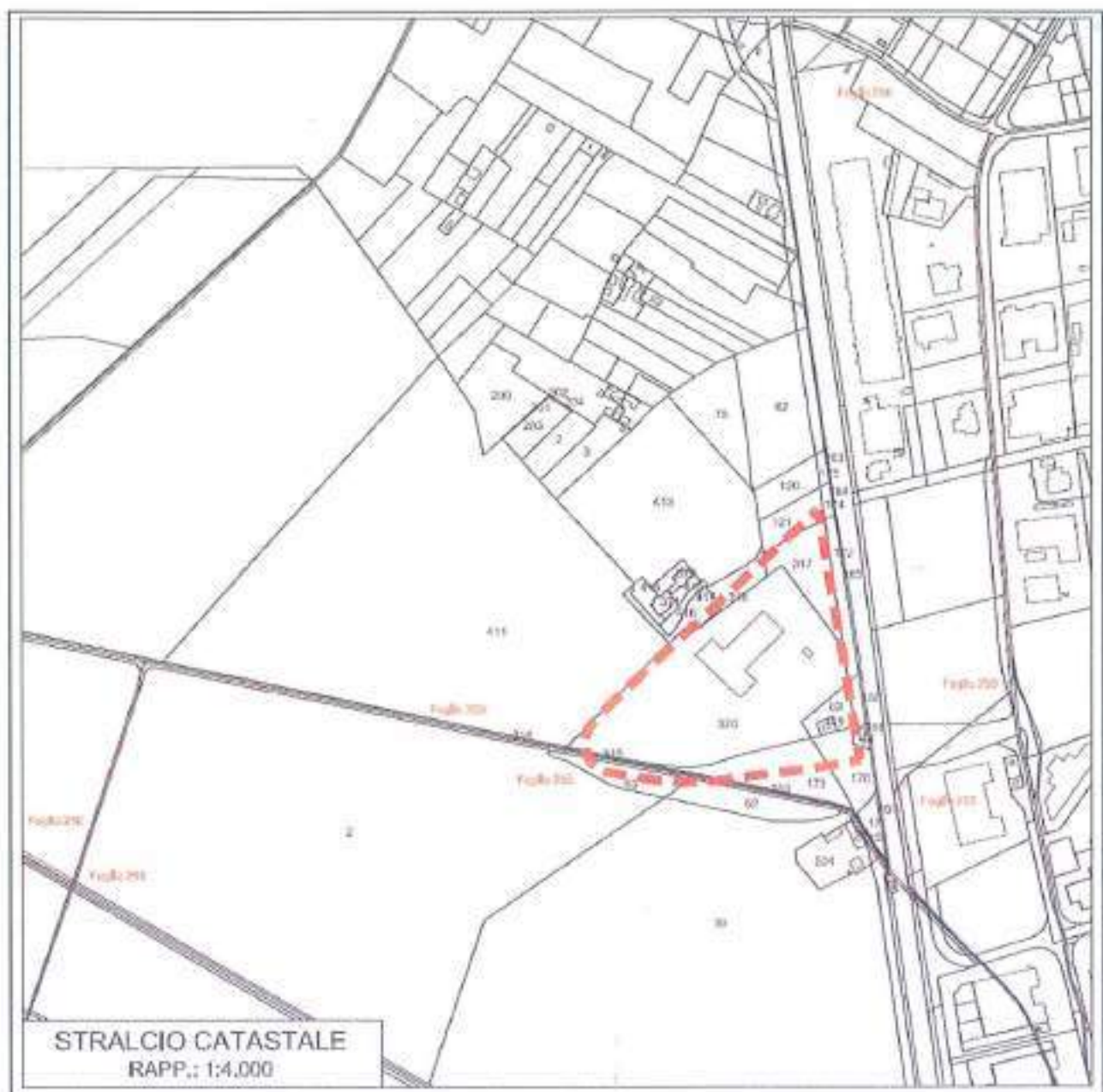
**ORTOFOTOCARTA – Sez. 324.050**

**Area di intervento**



**ALLEGATO 3**

**PLANIMETRIA CATASTALE**






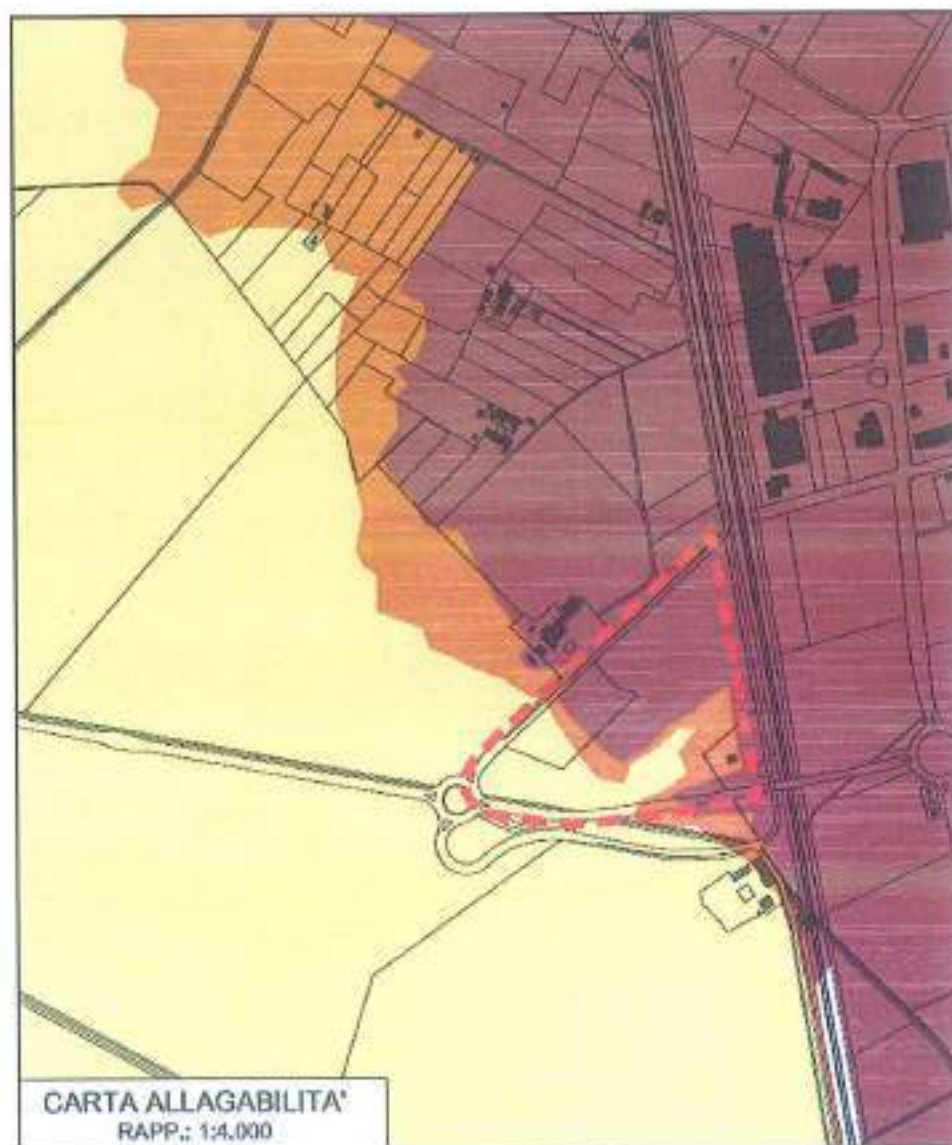


## ALLEGATO 5

### PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI Bis

#### Mappa dell'Allagabilità

	Fascia A
	Fascia B
	Fascia C



## ALLEGATO 6

### PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI Bis

Stralcio

Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana



falda e/o cono di debrito    Fenomeno attivo



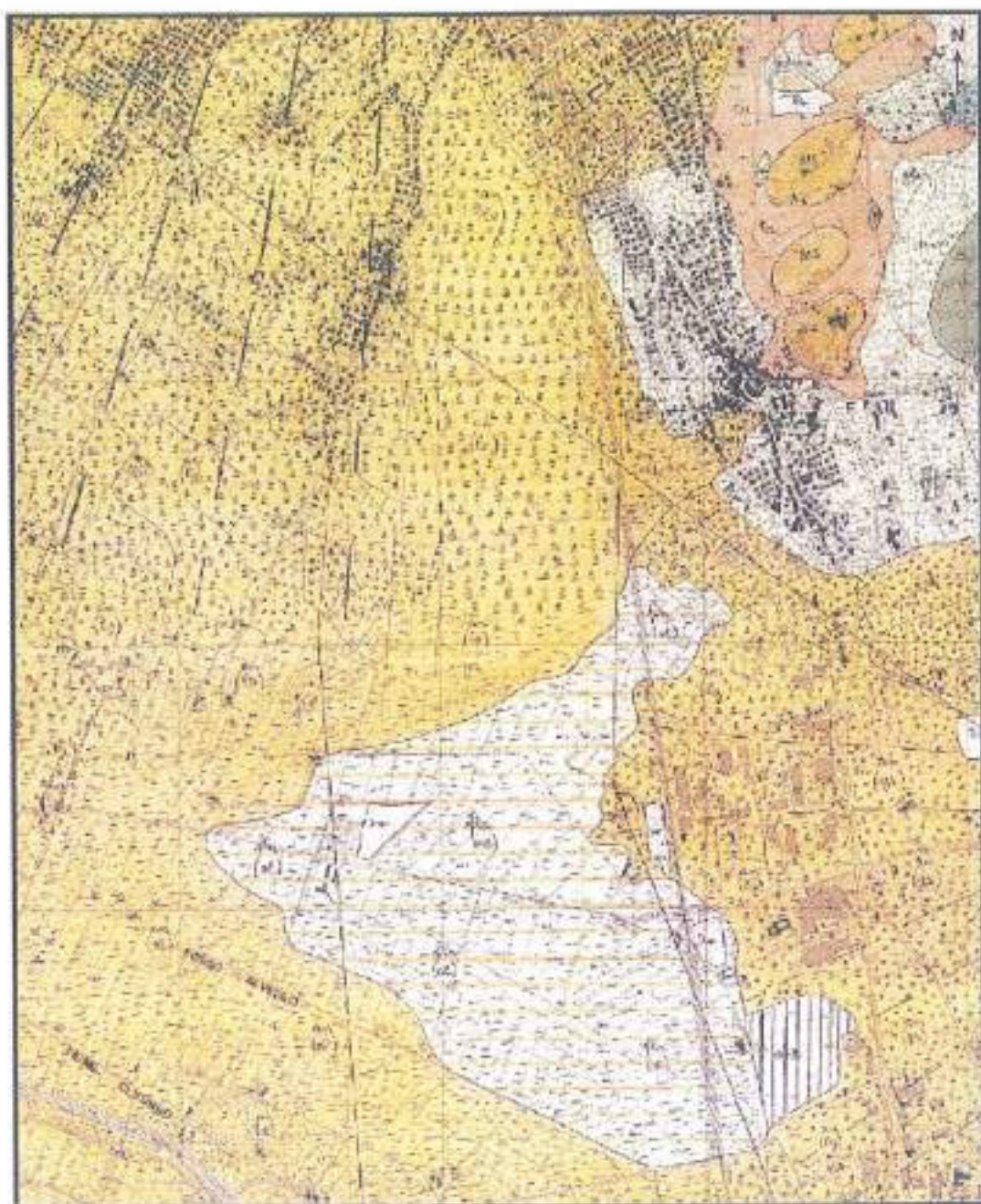




## ALLEGATO 8

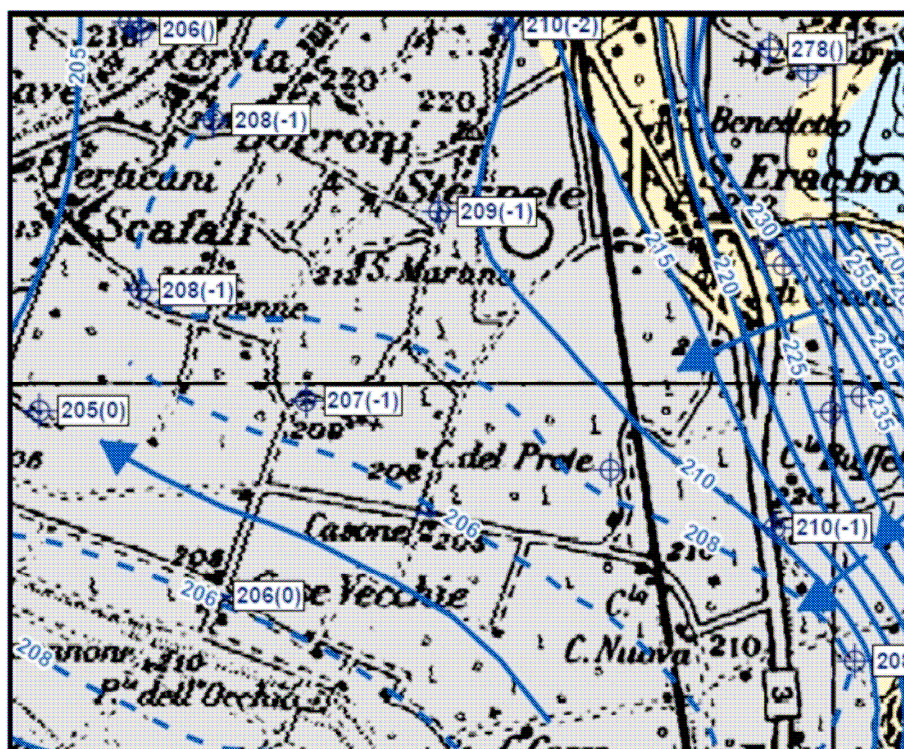
### Carta Geologica

**Stralcio Rilevamento geologico e geotematico delle aree terremotate a cura della Regione Umbria**



# ALLEGATO 9

## CARTA IDROGEOLOGICA DELLA VALLE UMBRA A CURA DELLA REGIONE UMBRIA - SERVIZIO GEOLOGICO E SISMICO



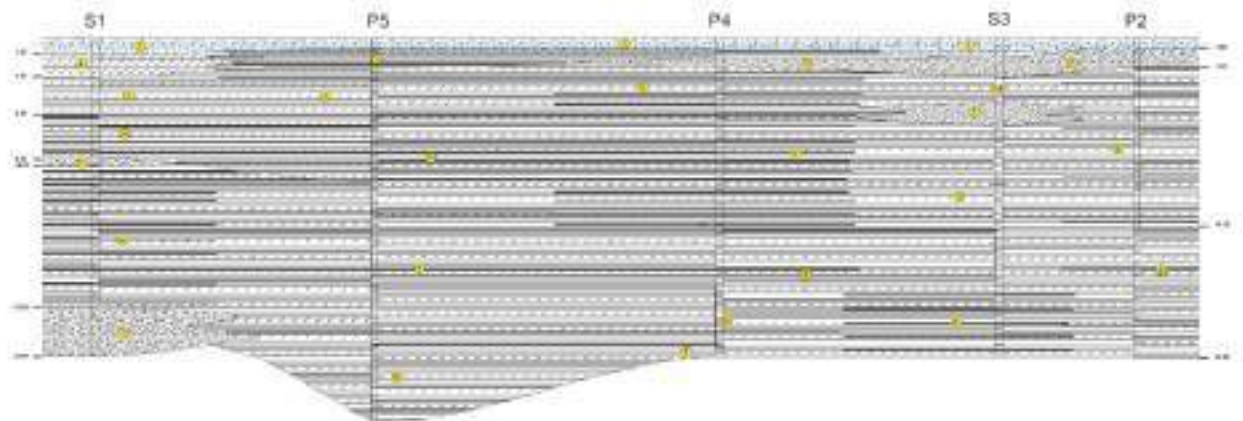
# ALLEGATO 10

## Modello geologico area a valle (loc. Casone)

### MODELLO GEOLOGICO N.1

Scala orizzontale 1:400

Scala verticale 1:250



- 1 Terreno agrario
- 2 Argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi
- 3 Argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi
- 4 Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi
- 5 Argilla limosa organica da moderatamente consistente a consistente con livelletti torbosi
- 6 Argilla limosa moderatamente consistente con sottili livelli torbosi

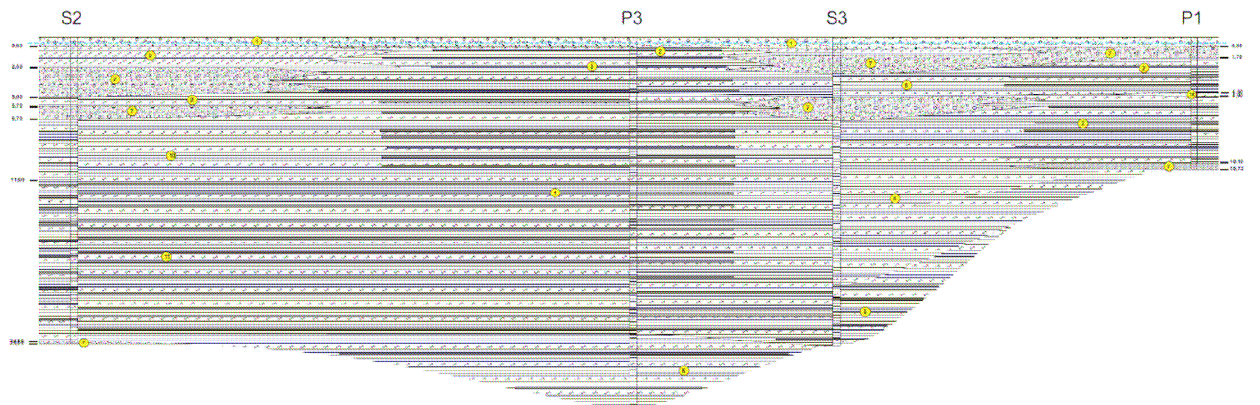
- 7 Chiosa sabbiosa da addensata a molto addensata immersa in falda
- 8 Limo con argilla scura/marrone olivastro con sottili successi ad ossidazione di tracce calcaree amorfe e fratture irregolari. Moderatamente consistente
- 9 Limo con argilla di colore grigio scuro con sottili tracce organiche e rari frammenti conchigliari e sparsi frammenti calcarei
- 10 Limo con argilla grigia con tratti sporadici frammenti conchigliari. Moderatamente consistente. Plasticità
- 11 Limo con argilla e argilla con tracce di sottili grigi - scuro con tracce sporadiche di sostanza organica e sparsi frammenti conchigliari. Poco consistente, plastica

— Livello statico della falda freatica

### MODELLO GEOLOGICO N.2

Scala orizzontale 1:400

Scala verticale 1:250



- 1 Terreno agrario
- 2 Argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi
- 3 Argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi
- 4 Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi
- 5 Argilla limosa organica da moderatamente consistente a consistente con livelletti torbosi
- 6 Limo con argilla grigia verdastro con sparsi frammenti conchigliari. Moderatamente consistente, plastica

- 7 Chiosa sabbiosa da addensata a molto addensata immersa in falda
- 8 Limo con argilla e argilla con limo di colore grigio verdastro con tracce nerastre di sostanza organica e sparsi frammenti conchigliari. Poco consistente, plastico
- 9 Argilla con limo sabbiosa marrone olivastro con sparsi ghisino subangolare calcareo. Consistente
- 10 Limo con argilla grigia verdastro a tratti coraceo per ossidazione con sparsi frammenti conchigliari. Moderatamente consistente

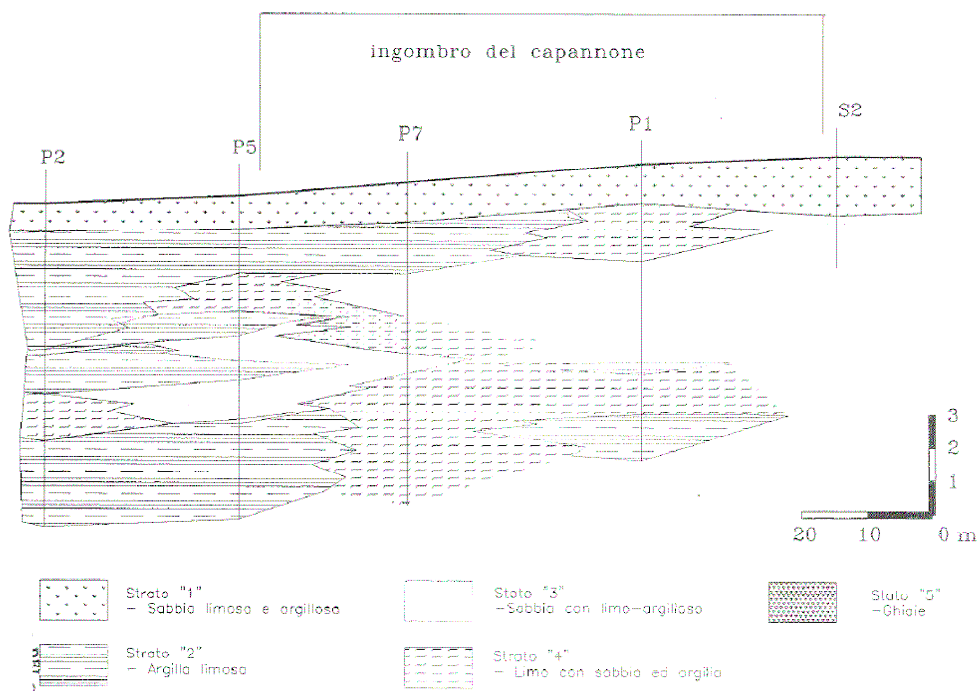
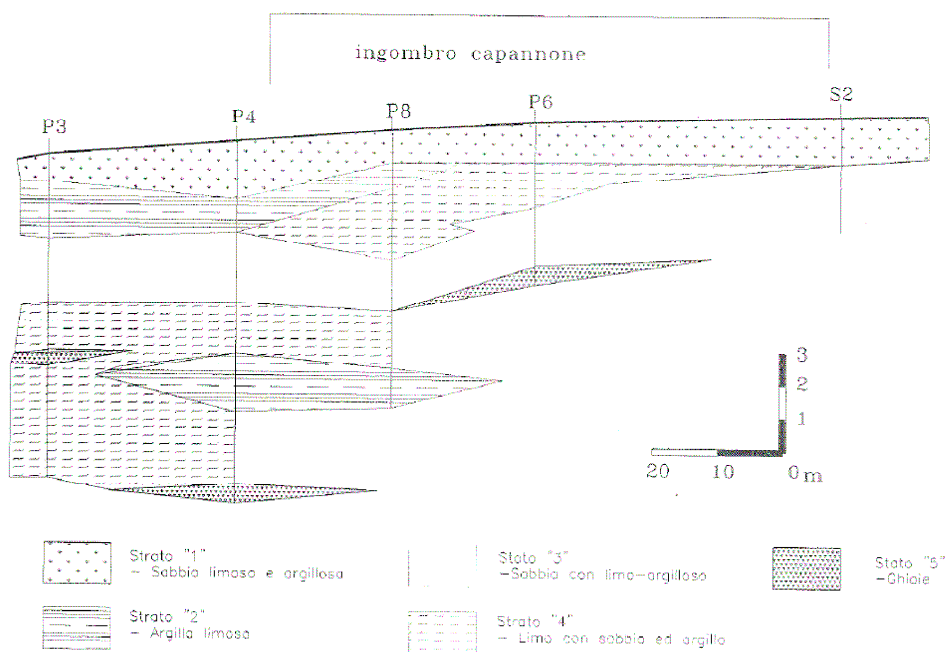
- 11 Limo con argilla grigia scuro verdastro con sparse tracce nerastre di sostanza organica. Consistente. Da 15,30 a 15,38 presenti porzioni di sabbia fine in falda
- 12 Sabbia fine moderatamente addensata immersa in falda

— Livello statico della falda freatica

# ALLEGATO 11 (1)

## Modello geologico area di indagine (Mattatoio)

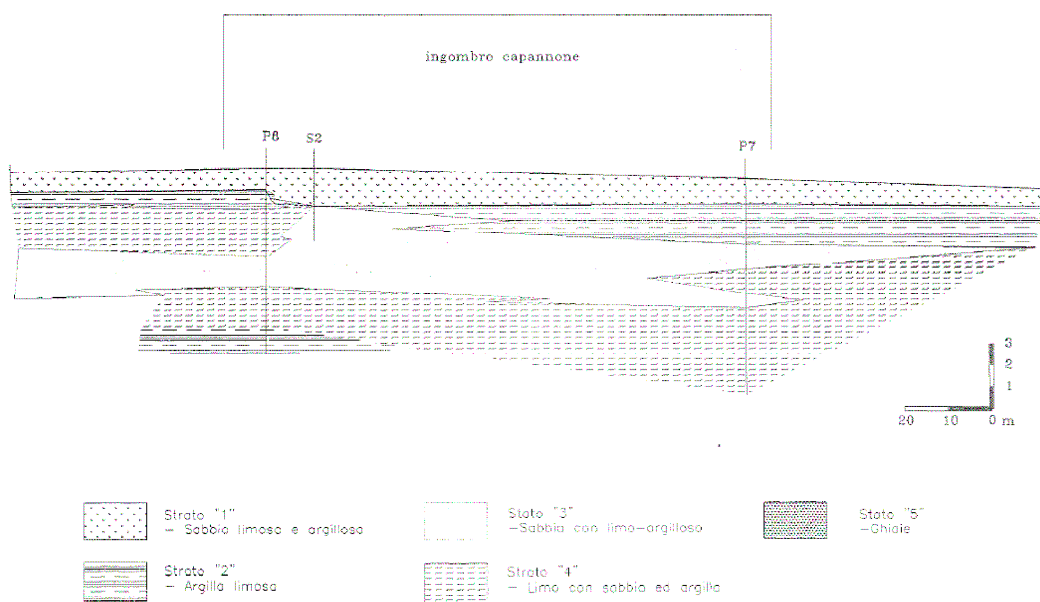
### Sezioni longitudinali

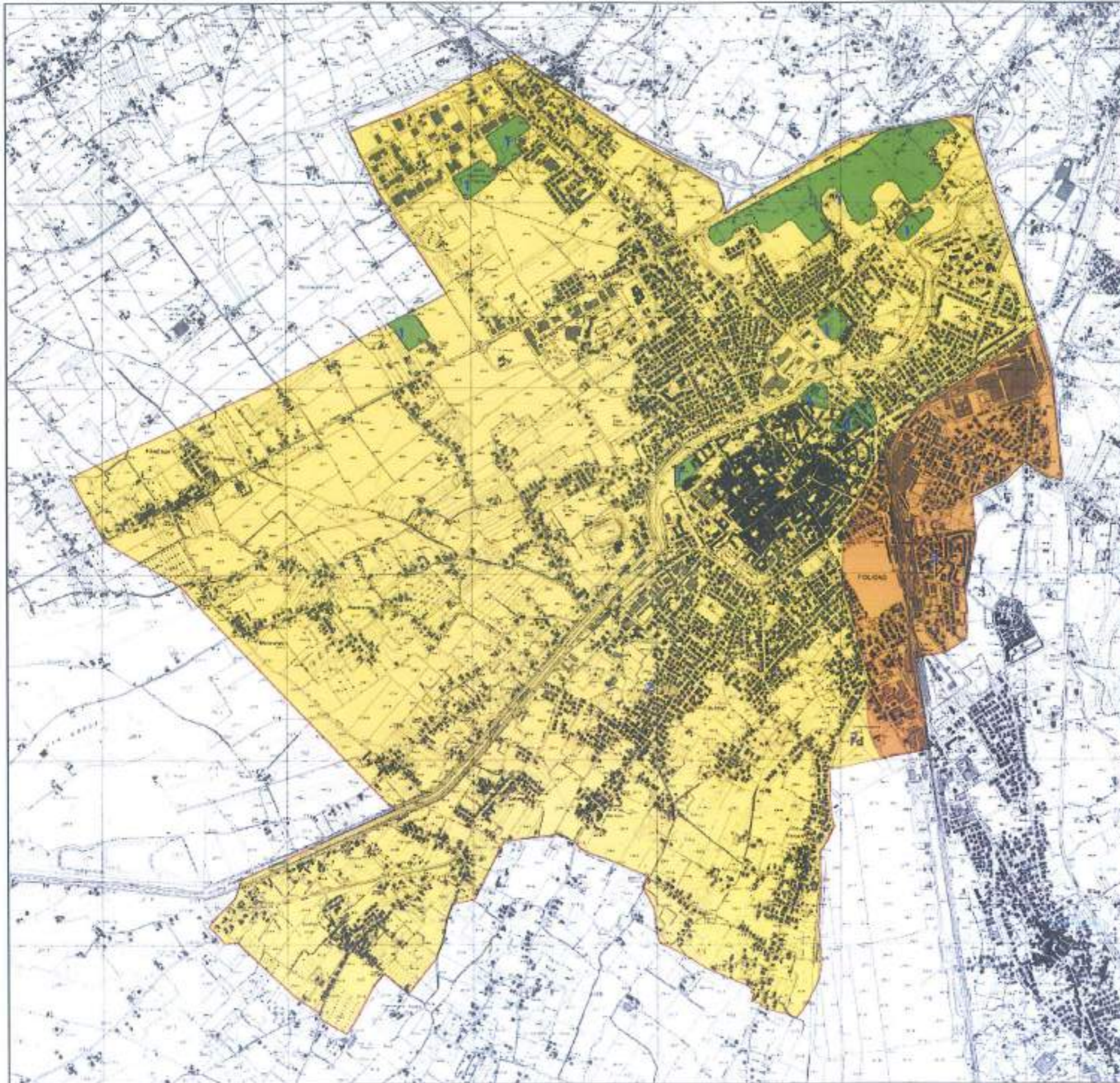


## ALLEGATO 11 (2)

### Modello geologico area di indagine (Mattatoio)

#### Sezione trasversale





Attuazione dell'art. 15 della legge 24 giugno 2003, n. 37

## MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle microzone omogenee  
in prospettiva sismica

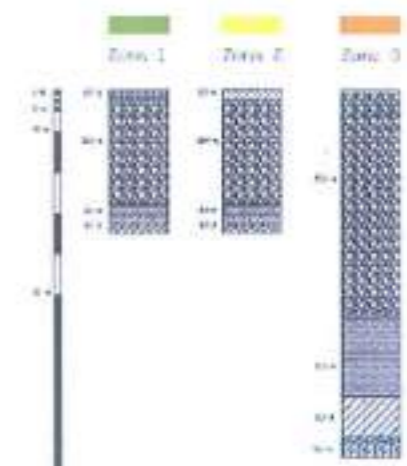
scala 1 : 10.000

Regione Umbria

Comune di Foligno

Regione Umbria	Progetto realizzatore	Data
Comune di Foligno e Area ex dott. genl. Emilio Baccaloni dott. genl. Roberto Monti	Comune di Foligno dott. genl. Giovanni Mariani dott. genl. Mariella Mariani dott. Giuseppe Mariani	Febbraio 2014

Zone stabili suscettibili di  
applicazioni locali

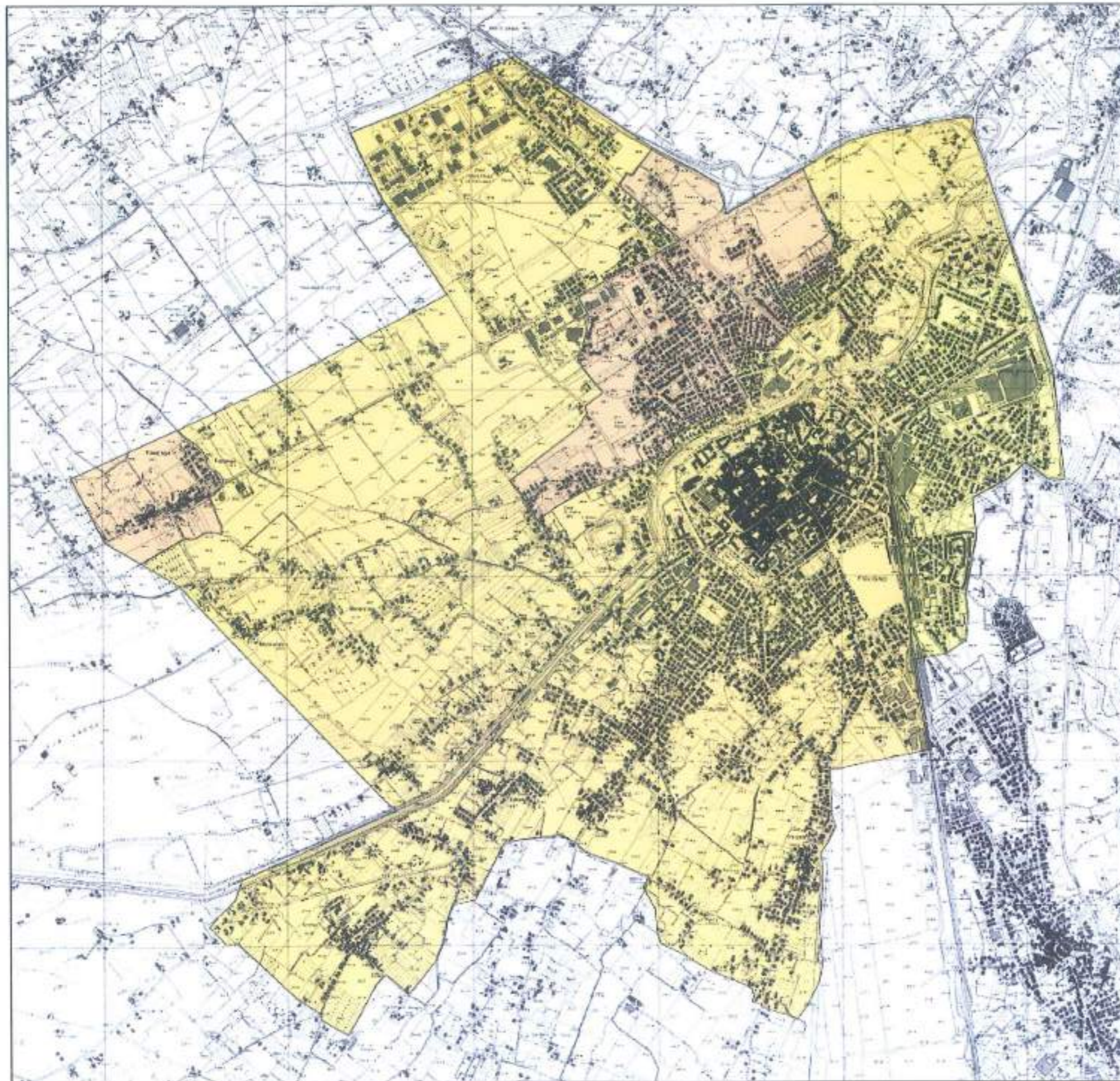


Litologia dei terreni di copertura



Forme di copertura





Attestato del art. 11 della legge 24 giugno 2002, n. 47

## MICROZONAZIONE SISMICA

Carta di microzonazione sismica  
Livello 2

scala 1 : 10.000

Regione Umbria

Comune di Foligno

Regione Umbria	Supplente redazione	Data
Tecnici: Kesteven e Manna Dir. gen. Angelo Rocchetti Dir. gen. Andrea Balli	Coll. con il Foglio Dir. gen. Enrico Strassini Dir. gen. Roberto Marini Dir. Antonia Marini	Maggio 2016

### Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- $1.0 < a < 1.2$
- $1.2 < a < 1.5$
- $1.5 < a < 2.0$

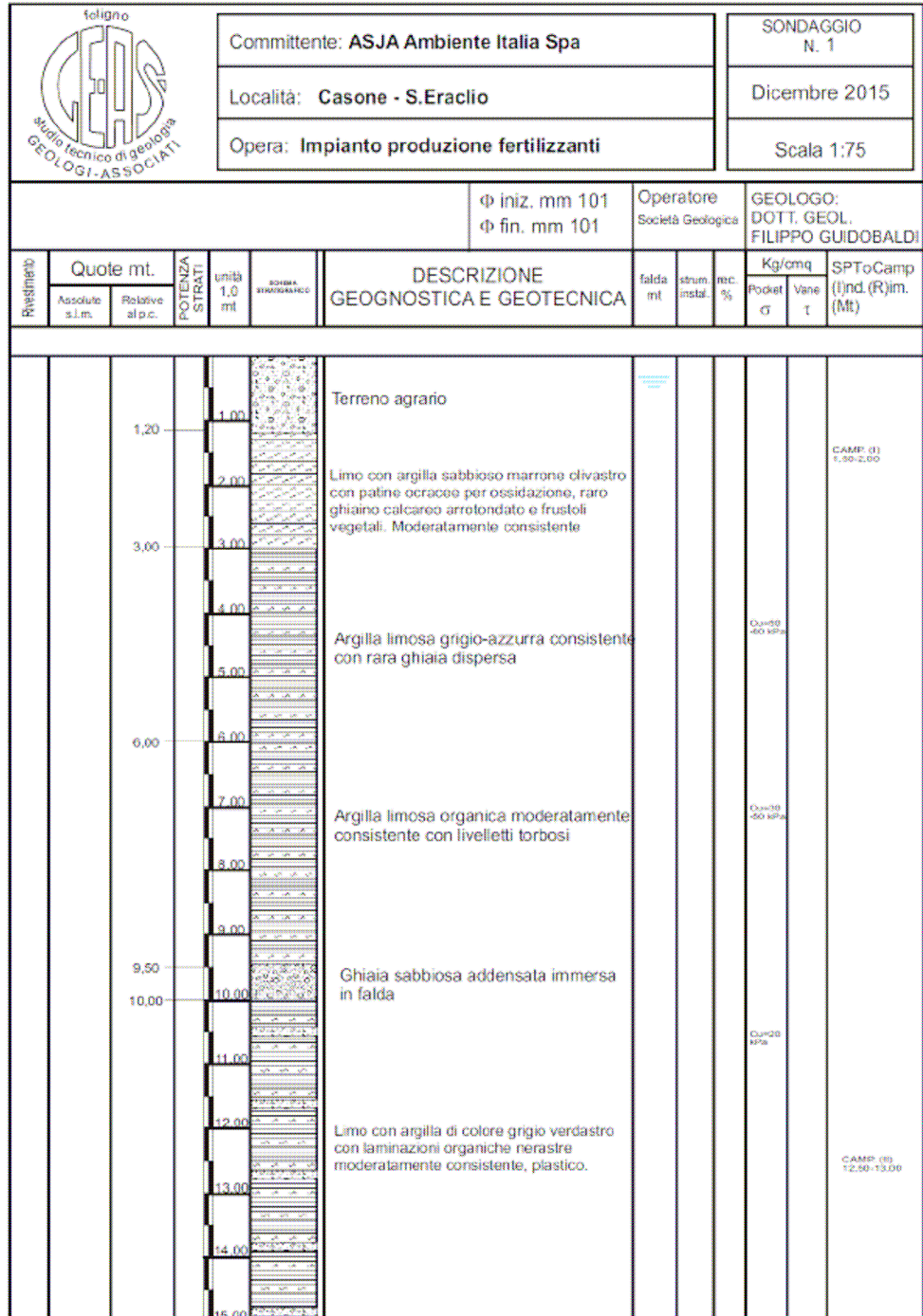




❖ **ALLEGATO A) indagini geognostiche**

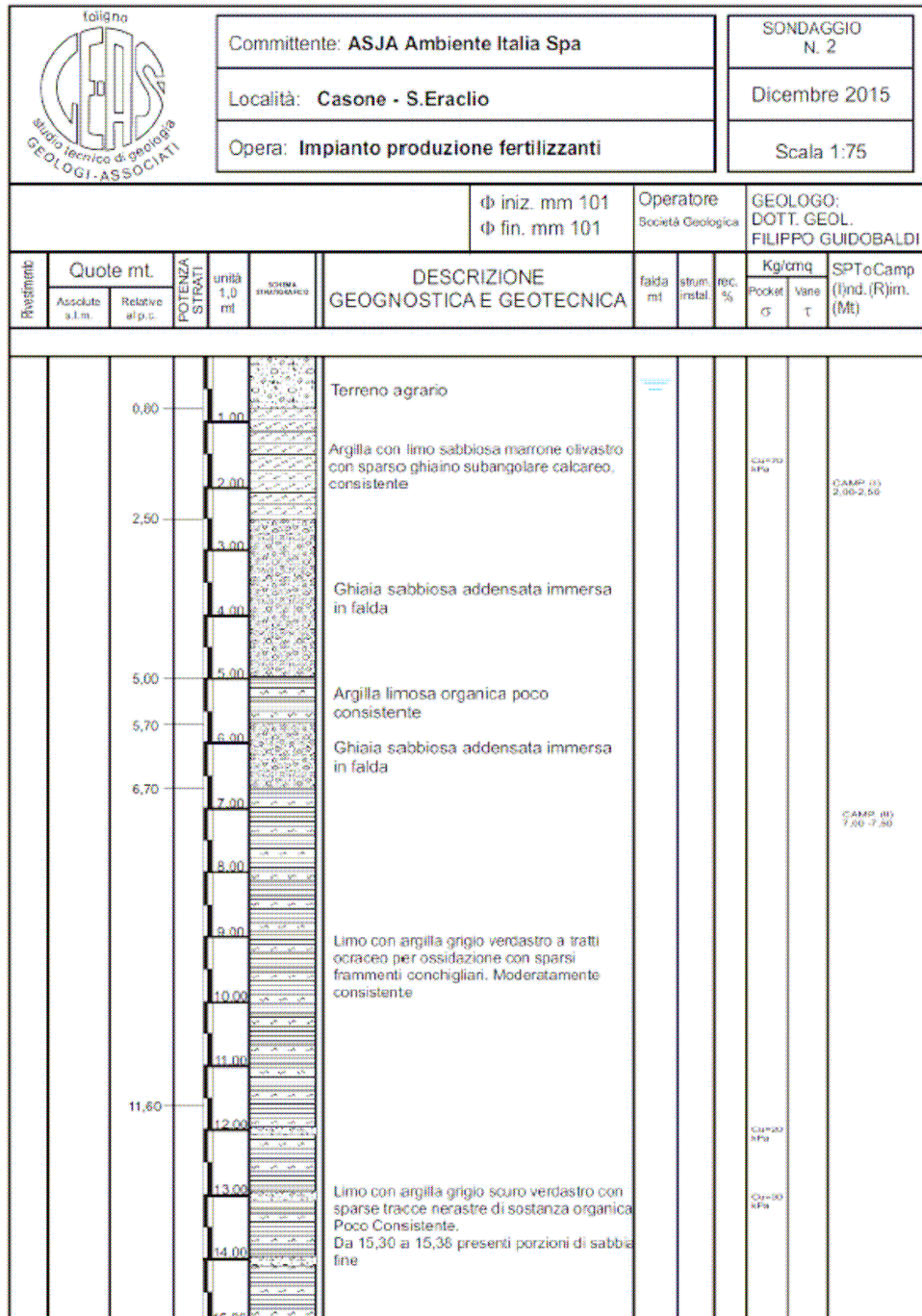
- **S\_1; S\_2; S\_3;** - **Sondaggi a carotaggio continuo** (geol. F. Guidobaldi, 2016)  
Impianto di produzione di biogas (Asja Ambiente Umbria S.p.A.)
  
- **CPT\_1, \_2, \_3** - **Prove penetrometriche dinamiche pesanti** (geol. F. Savi, 1996)  
Nuovo mattatoio comprensoriale (Mattatoio Valle Umbra Sud S.p.A.)
  
- **CPT\_4, \_5, \_6, \_7, \_8** - **Prova penetrometriche dinamiche pesanti** (geol. F. Guidobaldi, 2016)  
Impianto di produzione di biogas (Asja Ambiente Umbria S.p.A.)
  
- **CPT\_9, \_10, \_11, \_12** - **Prova penetrometriche dinamiche pesanti** (geol. N. Silla, 2016)  
Pista ciclabile di collegamento tra la rete ciclabile regionale Spoleto - Assisi e la rete ciclabile urbana (Comune di Foligno)
  
- **CPT\_13, \_14, \_15** - **Prova penetrometriche dinamiche pesanti** (geol. F. Savi, 1995)  
Campagna di prove penetrometriche statiche tipo CPT (Comune di Foligno)

S\_1 / 1 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)



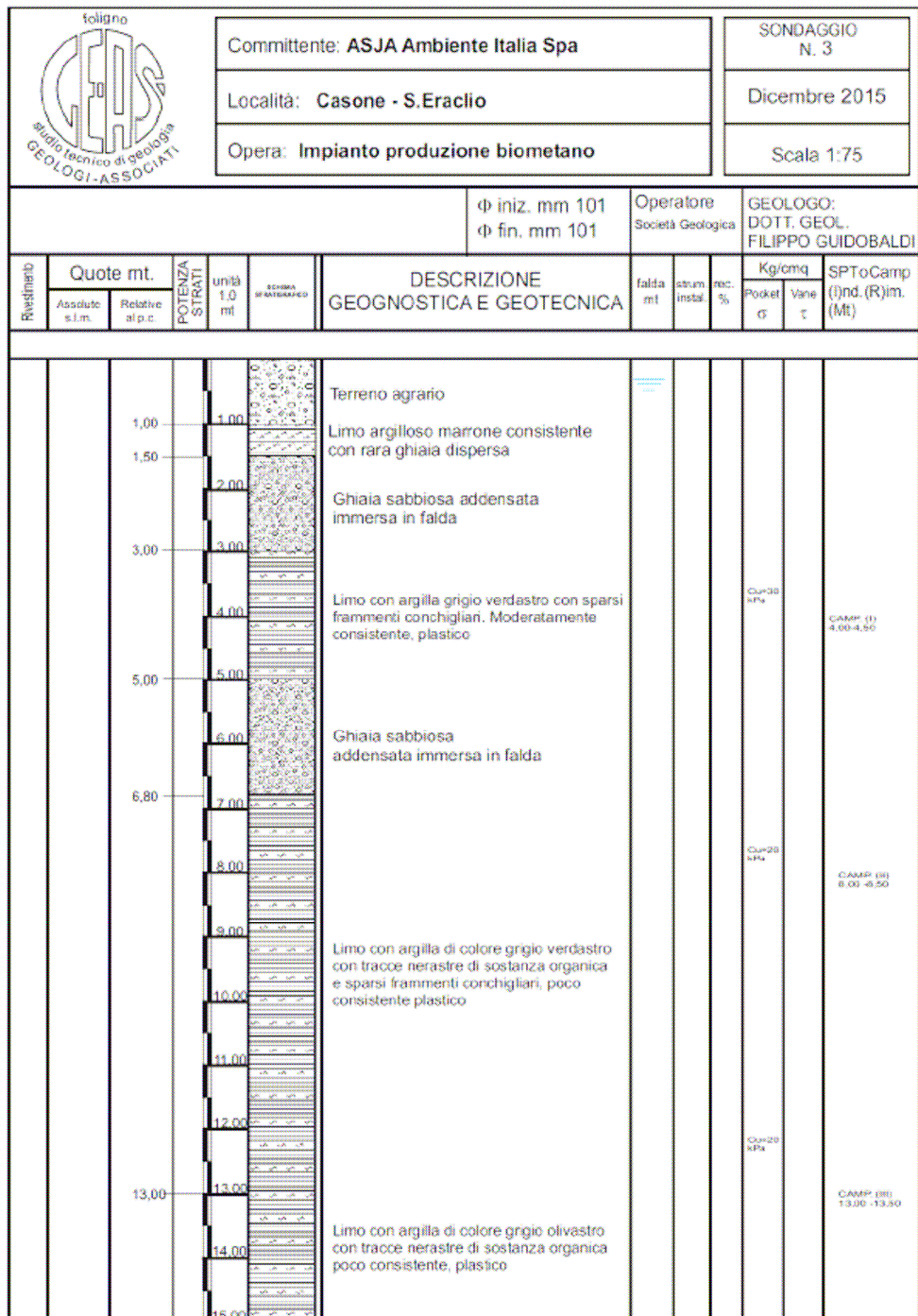


S\_2 / 1 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)






S\_3 / 1 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)



S\_3 / 2 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)

		Committente: ASJA Ambiente Italia Spa				SONDAGGIO N. 3						
		Località: Casone - S.Eraclio				Dicembre 2015						
		Opera: Impianto produzione biometano				Scala 1:75						
				Φ iniz. mm 101 Φ fin. mm 101		Operatore Società Geologica		GEOLOGO: DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI				
Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1.0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instab.	ric. %	Kg/cmq		SPT o Camp (Ind. (R))m. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
				16.00								
				17.00								
				18.00								
				19.00		Argilla con limo di colore marrone molto scuro grigiastro passante a grigio verdastro organica con graduale diminuzione della componente organica da 19,15 m. Poco consistente, plastica						CAMP. (IV) 19,00 - 19,50
				20.00								
				21.00								
				22.00		Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi						
				23.00								
				24.00								
				25.00								
				26.00								
				27.00								
				28.00								
				29.00								
				30.00								

CPT\_1 Realizzazione nuovo "Mattatoio comprensoriale" (geol. F. Savi, 1996)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

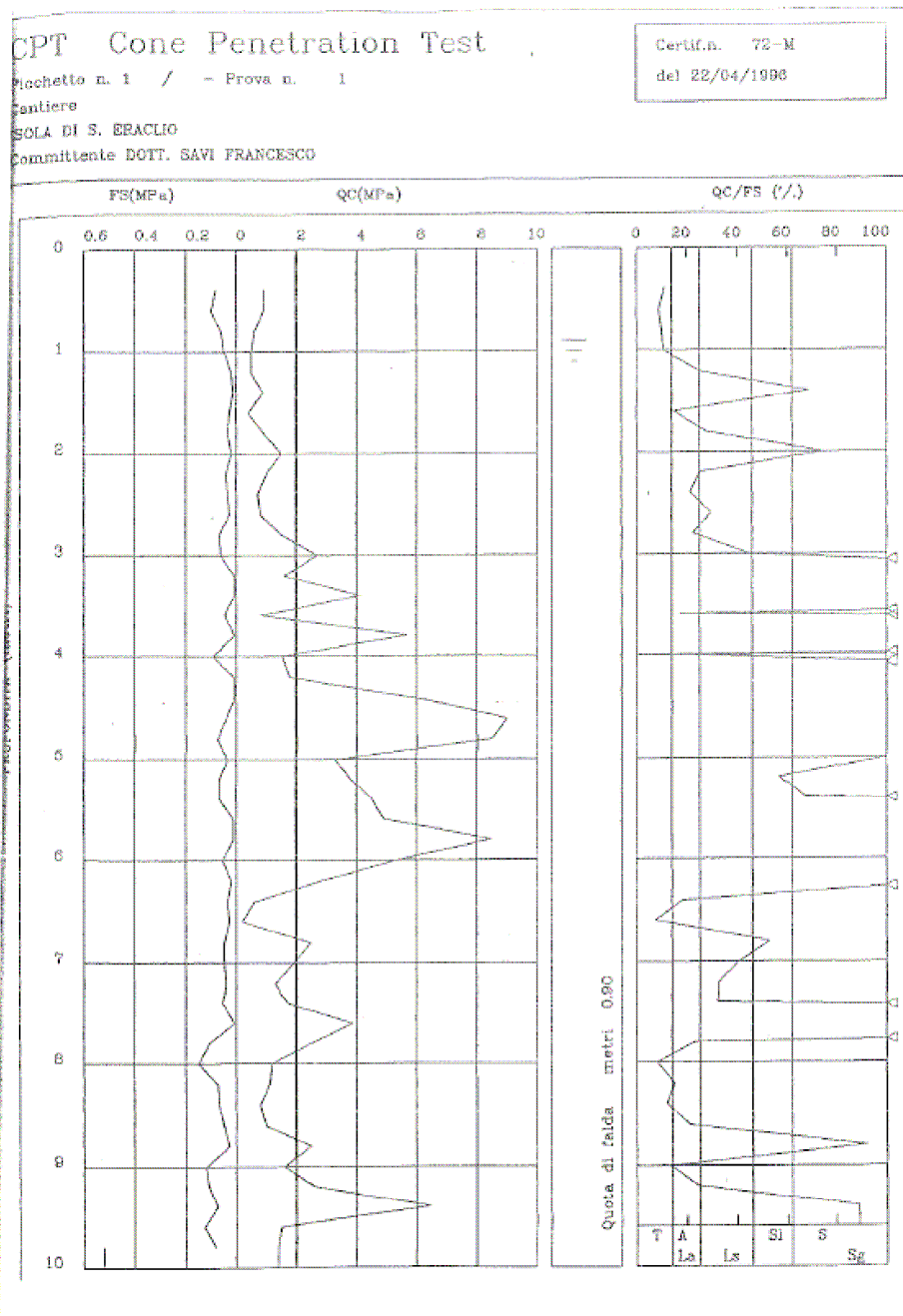
CERTIFICATO N.RO : 72-M					CANTIERE : ISOLA DI S. ERACLIO									
PROF.	QC	RL	FS	Y	PROF.	QC	RL	FS	Y	PROF.	QC	RL	FS	Y
0.40	9	31	0.80	11.25										
0.60	9	34	1.00	9.00										
0.80	4	15	0.60	10.00										
1.00	5	12	0.47	10.64										
1.20	5	8	0.20	35.00										
1.40	9	11	0.13	69.23										
1.60	4	8	0.27	14.81										
1.80	9	14	0.33	27.27										
2.00	15	18	0.20	75.00										
2.20	10	16	0.40	25.00										
2.40	7	12	0.33	21.21										
2.60	8	12	0.37	29.63										
2.80	15	25	0.67	22.39										
3.00	27	36	0.60	45.00										
3.20	16	17	0.07	228.57										
3.40	42	43	0.07	600.00										
3.60	8	15	0.47	17.02										
3.80	57	58	0.07	814.39										
4.00	15	29	0.93	16.13										
4.20	18	19	0.07	257.14										
4.40	61	62	0.07	871.43										
4.60	90	96	0.40	225.00										
4.80	85	96	0.75	116.44										
5.00	33	38	0.33	100.00										
5.20	38	48	0.67	56.72										
5.40	45	55	0.67	67.16										
5.60	49	51	0.13	376.92										
5.80	85	87	0.13	653.85										
6.00	54	62	0.53	101.89										
6.20	28	31	0.20	140.00										
6.40	6	11	0.33	18.18										
6.60	2	6	0.27	7.41										
6.80	25	32	0.47	53.19										
7.00	19	26	0.47	40.43										
7.20	13	19	0.40	32.50										
7.40	17	25	0.53	32.08										
7.60	39	40	0.07	557.14										
7.80	25	41	1.07	23.36										
8.00	12	24	1.47	8.16										
8.20	11	22	0.73	15.07										
8.40	8	18	0.67	11.94										
8.60	10	17	0.47	21.28										
8.80	25	29	0.27	92.59										
9.00	16	34	1.20	13.33										
9.20	26	42	1.07	24.30										
9.40	65	76	0.73	89.04										
9.60	15	34	1.27	11.88										
9.80	14	26	0.80	17.50										
10.00	19	28	0.60	31.67										

LEGENDA : PROF. = PROFONDITA' DI INFISSIONE m.  
 QC = RESISTENZA SPECIFICA ALLA FONTE daN/cm<sup>2</sup>  
 RL = RESISTENZA LATERALE LOCALE daN/cm<sup>2</sup>  
 FS = RESISTENZA SPECIFICA AL MANICOTTO daN/cm<sup>2</sup>  
 Y = RAPPORTO QC/FS

TOLOGIA : T=TORRE A=ARGILLE LA=LIMI ARGILLOSI LS=LIMI SABBIOSI SL=SABBIE LIMOSE  
 S=SABIE SG=SABBIE E GHIAIE AG=COBERTURA SUPERFICIALE



**CPT\_1 Realizzazione nuovo "Mattatoio comprensoriale" (geol. F. Savi, 1996)**



**CPT\_2 Realizzazione nuovo "Mattatoio comprensoriale" (geol. F. Savi, 1996)**

PROVA PENETROMETRICA STATICA														
CERTIFICATO N.RO : 75-M					CANTIERE : ISOLA DI SANTERACCLIO									
PROF.	QC	RL	FS	X	PROF.	QC	RL	FS	X	PROF.	QC	RL	FS	X
0.40	5	11	0.40	12.50										
0.60	10	15	0.33	30.30										
0.80	8	21	0.87	9.20										
1.00	7	17	0.67	10.45										
1.20	7	15	0.53	13.21										
1.40	7	17	0.67	10.45										
1.60	8	18	0.67	11.94										
1.80	7	15	0.53	13.21										
2.00	8	16	0.53	15.09										
2.20	7	15	0.53	13.21										
2.40	9	16	0.47	19.15										
2.60	7	18	0.73	9.59										
2.80	6	16	0.67	8.96										
3.00	6	14	0.53	11.32										
3.20	7	14	0.47	14.89										
3.40	7	14	0.47	14.89										
3.60	9	18	0.60	15.00										
3.80	13	21	0.53	24.53										
4.00	10	21	0.73	13.70										
4.20	10	21	0.73	13.70										
4.40	12	30	1.20	10.00										
4.60	8	20	0.80	10.00										
4.80	13	14	0.07	185.71										
5.00	8	31	1.53	5.23										
5.20	7	18	0.73	9.59										
5.40	12	19	0.47	25.53										
5.60	13	23	0.67	19.40										
5.80	17	32	1.00	17.00										
6.00	23	51	1.87	12.30										
6.20	35	17	0.13	269.23										
6.40	10	21	0.73	13.70										
6.60	24	33	0.60	40.00										
6.80	7	21	0.93	7.53										
7.00	8	16	0.53	15.09										
7.20	9	16	0.47	19.15										
7.40	41	42	0.07	585.71										
7.60	14	28	0.93	15.05										
7.80	17	31	0.93	18.28										
8.00	34	45	0.73	41.51										
8.20	22	30	0.53	41.51										
8.40	18	36	1.20	15.00										
8.60	12	21	0.60	20.00										
8.80	21	35	0.93	22.58										
9.00	30	49	1.27	23.62										
9.20	26	45	1.27	20.47										
9.40	21	44	1.53	13.73										
9.60	26	41	1.00	26.00										
9.80	15	32	1.13	13.27										
10.00	13	25	0.80	16.75										

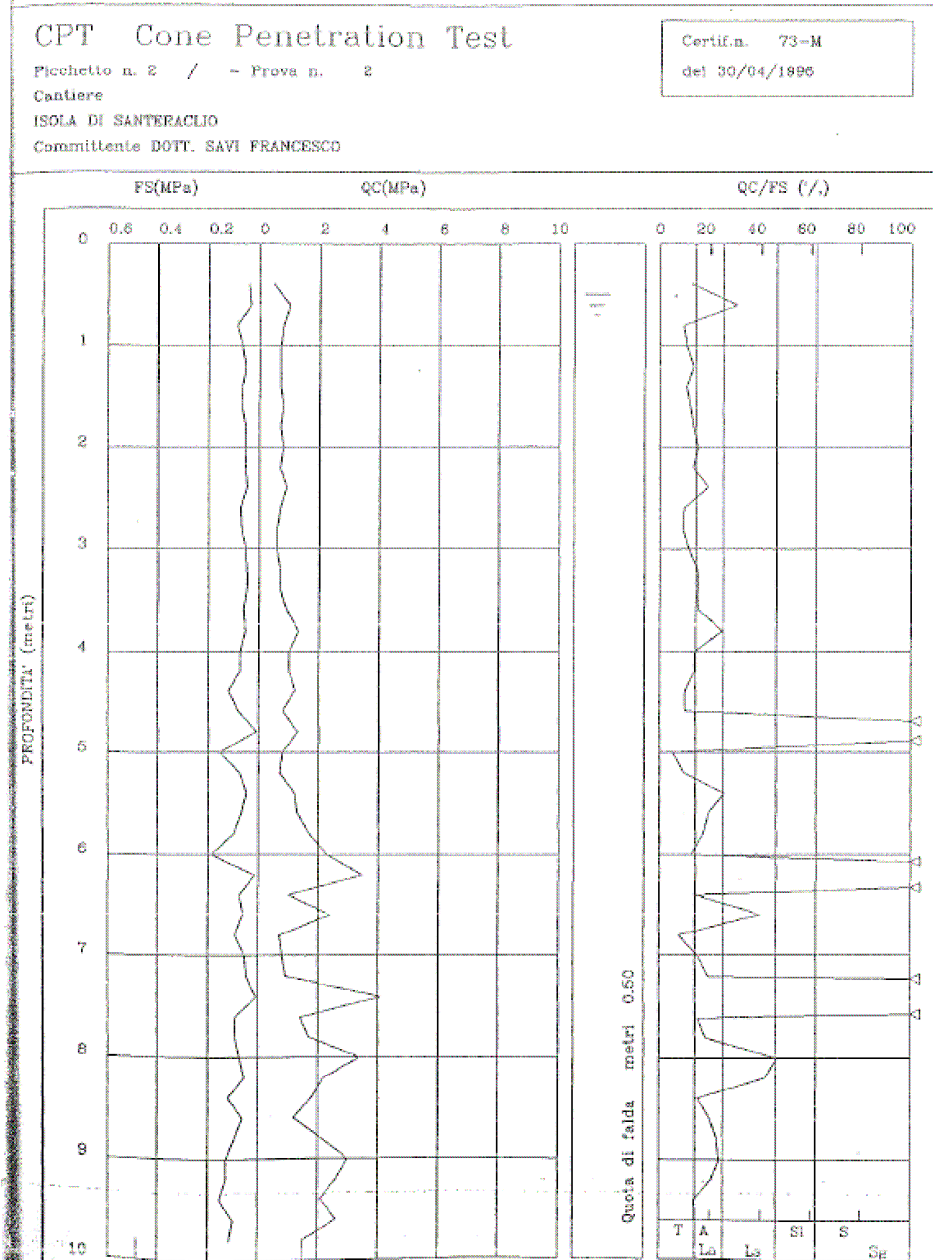
  

LEGENDA :	PROF. = PROFONDITA' DI IMMISSIONE	n.	FS = RESISTENZA SPECIFICA AL MANICOTTO	daN/cmq
	QC = RESISTENZA SPECIFICA ALLA PUNTA	daN/cmq	X = RAPPORTO QC/FS	%
	RL = RESISTENZA LATERALE LOCALE	daN/cmq		

LITOLOGIA :	T=TORBE	A=ARGILLE	LA=LIMI ARGILLOSI	LS=LIMI SABBIOSI	SL=SABIE LIMOSE
	S=SABIE	SG=SABIE E GELIE	AG=COBERTURA SUPERFICIALE		

**CPT\_2 Realizzazione nuovo "Mattatoio comprensoriale" (geol. F. Savi, 1996)**



**CPT\_3 Realizzazione nuovo "Mattatoio comprensoriale" (geol. F. Savi, 1996)**

CERTIFICATO N. 80 : 74-M					CANTIERE : ISOLA DI SANT'ERACLIO									
PROF.	QC	RL	FS.	X	PROF.	QC	RL	FS.	X	PROF.	QC	RL	FS.	X
0.40	9	38	1.27	7.09										
0.60	11	24	0.87	12.64										
0.80	15	28	0.87	17.34										
1.00	10	19	0.60	16.67										
1.20	7	18	0.73	9.59										
1.40	7	14	0.47	14.89										
1.60	7	14	0.47	14.89										
1.80	5	11	0.40	12.50										
2.00	4	8	0.27	14.81										
2.20	4	8	0.27	14.81										
2.40	6	10	0.27	22.22										
2.60	8	12	0.27	29.63										
2.80	13	16	0.20	65.00										
3.00	11	20	0.60	18.33										
3.20	19	22	0.30	95.00										
3.40	14	21	0.47	29.79										
3.60	29	33	0.27	103.41										
3.80	18	26	0.53	33.96										
4.00	8	16	0.53	15.09										
4.20	35	36	0.07	500.00										
4.40	38	43	0.60	63.33										
4.60	32	33	0.07	457.14										
4.80	10	15	0.33	30.30										
5.00	12	18	0.40	30.00										
5.20	7	10	0.20	35.00										
5.40	7	10	0.30	35.00										
5.60	9	12	0.20	45.00										
5.80	7	9	0.13	55.85										
6.00	7	10	0.30	35.00										
6.20	10	12	0.13	76.92										
6.40	190	225	2.33	81.55										
6.60	73	74	0.07	1042.86										
6.80	16	37	1.40	11.43										
7.00	10	17	0.47	21.38										
7.20	11	20	0.60	18.33										
7.40	10	15	0.33	30.30										
7.60	13	20	0.47	27.66										
7.80	20	22	0.13	153.85										
8.00	9	21	0.80	11.25										
8.20	6	11	0.33	18.18										
8.40	6	10	0.27	22.22										
8.60	6	10	0.27	22.22										
8.80	11	15	0.27	40.74										
9.00	10	15	0.33	30.30										
9.20	10	16	0.40	25.00										
9.40	10	17	0.47	21.28										
9.60	13	17	0.27	48.15										
9.80	16	28	0.60	20.00										
10.00	7	16	0.60	11.67										

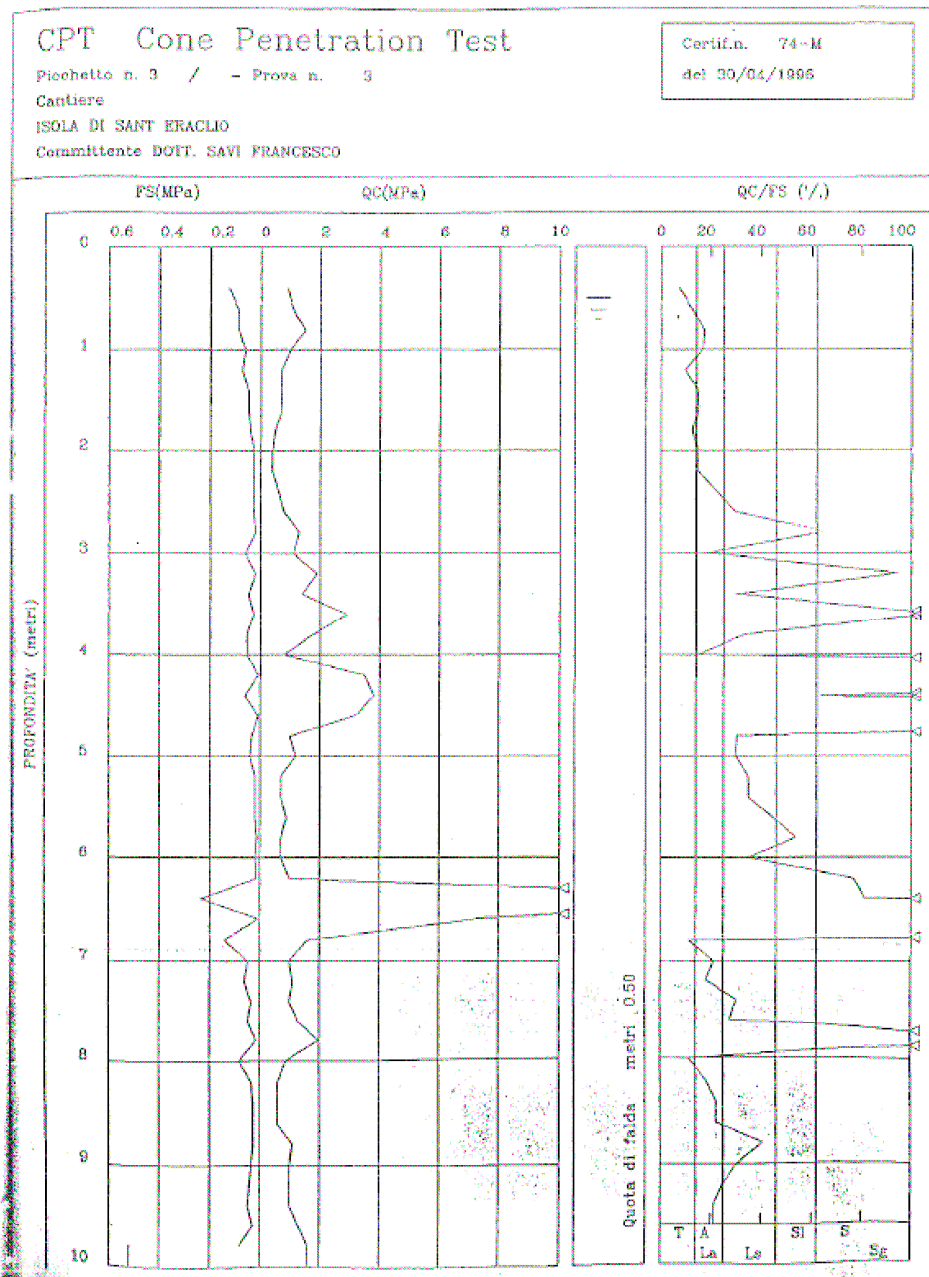
  

LEGENDA :	PROF. = PROFONDITA' DI INFISSIONE	qc.	FS = RESISTENZA SPECIFICA AL MANICOTTO	daN/cmq
	QC = RESISTENZA SPECIFICA ALLA PUNTA	daN/cmq	X = RAPPORTE QC/FS	%
	RL = RESISTENZA LATERALE LOCALE	daN/cmq		

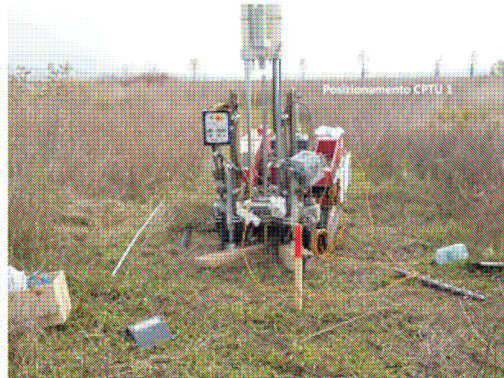
  

LITOLOGIA :	T=TORRE	A=ARGILLE	LA=LIMI ARGILLOSI	LS=LIMI SABBIOSI	SL=SABBIE LIMOSE
	S=SABBIE	SG=SABBIE E GHIAIE	AG=COBERTURA SUPERFICIALE		

**CPT\_3 Realizzazione nuovo "Mattatoio comprensoriale" (geol. F. Savi, 1996)**



#### CPT\_4 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)



dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

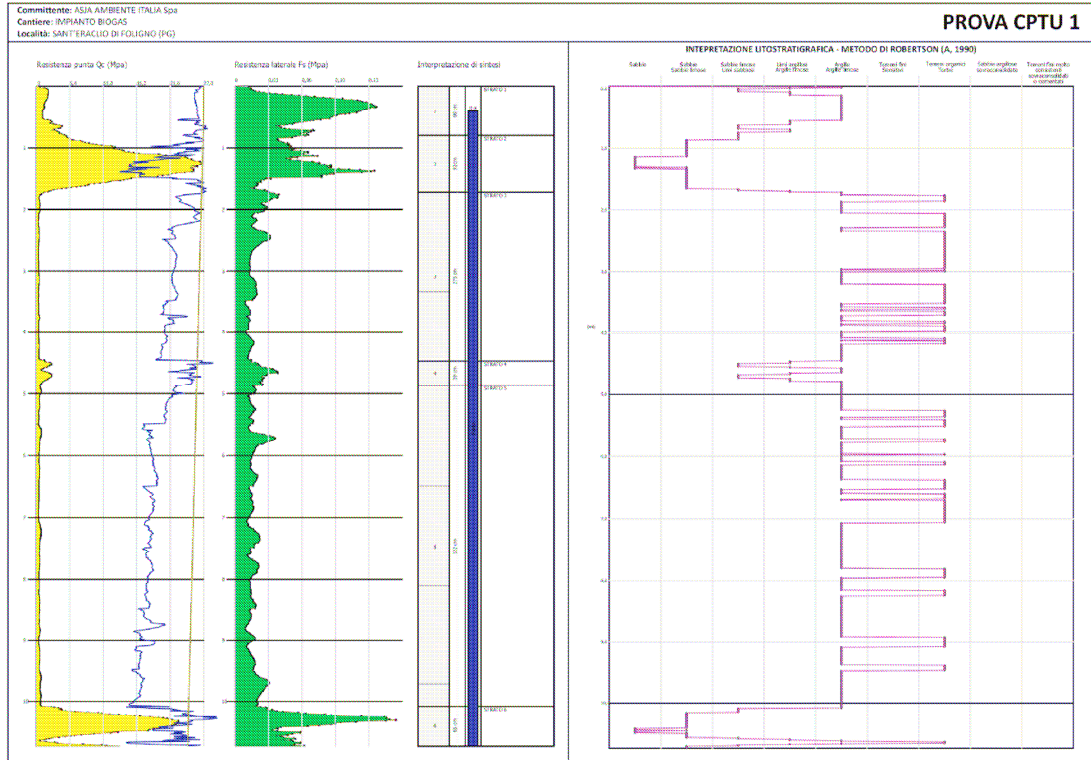
da 0,80 a 1,70 m di prof.: sabbia e ghiaia fine addensata immersa in falda;

da 1,70 a 4,50 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelli torbosi;

da 4,50 a 4,90 m di prof.: sabbia fine limosa moderatamente addensata immersa in falda;

da 4,90 a 10,10 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelli torbosi;

# CPT\_4 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)



Committente: ASIA AMBIENTE ITALIA Spa  
 Cantiere: IMPIANTO BIOGAS  
 Località: SANT'ERACILIO DI FOLIGNO (PG)

### PROVA CPTU 1

#### STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/O GEOTECNICHE DEI TERRENI

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa CPTU 1 VALORI MINIMI					TERRENI COERENTI					TERRENI INCOERENTI							
n. strato	profondità (m)	OC (MPa)	IS (MPa)	γ (kN/m³)	γsat (kN/m³)	Cu (MPa)	Ed (MPa)	Eu (MPa)	γ (kN/m³)	γsat (kN/m³)	Dr (%)	φ' (°)	E' (MPa)				
1	0,80	0,59	0,01	17,35	18,13	33,39	45,19	38,87	16,30	30,69	29,41	4,72	3,10	5,85	1,72	21,84	0,48
2	1,72	1,39	0,01	18,31	19,29	67,59	84,48	77,84	68,68	61,45	59,81	3,95	4,61	2,14	3,57	44,10	1,79
3	4,47	0,27	0,01	15,91	16,70	13,95	17,50	14,48	12,78	11,43	13,73	2,16	1,62	4,05	0,93	5,14	0,41
4	4,80	0,58	0,01	17,34	18,22	11,35	16,35	13,48	29,53	28,82	29,42	2,66	3,68	8,70	1,74	20,30	0,88
5	10,08	0,72	0,01	19,90	21,58	6,12	9,00	6,28	9,04	9,33	9,98	0,26	0,89	0,98	2,69	6,38	0,38
6	10,73	0,43	0,01	16,62	17,38	21,13	21,90	38,36	35,94	14,32	21,57	4,44	2,47	6,45	1,20	13,84	0,65

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa CPTU 1 VALORI MEDI					TERRENI COERENTI					TERRENI INCOERENTI							
n. strato	profondità (m)	OC (MPa)	IS (MPa)	γ (kN/m³)	γsat (kN/m³)	Cu (MPa)	Ed (MPa)	Eu (MPa)	γ (kN/m³)	γsat (kN/m³)	Dr (%)	φ' (°)	E' (MPa)				
1	0,80	0,84	0,08	19,33	20,11	88,88	88,88	128,08	113,81	113,81	87,09	4,71	4,16	11,05	5,83	72,55	2,31
2	1,72	1,37	0,05	22,74	23,52	88,88	88,88	88,88	902,67	88,88	88,88	88,43	30,74	45,11	23,06	575,77	25,07
3	4,47	0,41	0,02	16,69	17,47	23,38	26,69	18,44	20,54	23,7	23,2	0,14	1,20	1,4	1,4	1,4	0,27
4	4,80	1,58	0,03	18,93	19,71	89,87	88,27	86,80	77,68	78,43	7,80	6,71	0,46	4,68	36,90	2,35	
5	10,08	0,51	0,02	16,90	17,68	25,41	29,36	24,36	22,02	19,70	25,97	4,06	2,78	7,61	1,52	16,64	0,76
6	10,73	11,78	0,07	17,24	18,02	88,88	88,88	88,88	88,88	88,88	25,45	23,54	45,34	17,47	438,54	17,08	

**CPT\_5 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)**



dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 2,30 m di prof.: sabbia e ghiaia fine addensata immersa in falda;

da 2,30 a 14,70 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con livelletti torbosi;

da 14,70 a 25,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi.



CPT\_5 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)



Committente: ASIA AMBIENTE ITALIA Spa  
 Cantiere: IMPIANTO BIOGAS  
 Località: SANT'ERACIO DI FOLIGNO (PG)

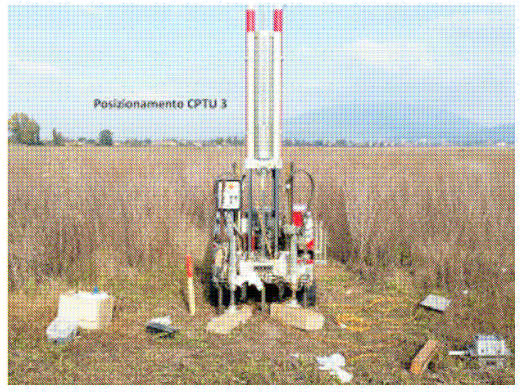
PROVA CPTU 2

STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/O GEOTECNICHE DEI TERRENI

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eracio di Foligno (PG)		TERRENI COERENTI										TERRENI INCOERENTI																							
CPTU 2		PESO DI VOLUME SATURE		CONDIZIONE NON DRENATA				MODULO EDOMETRICO		MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO		PESO DI VOLUME SATURE		DENSITA' RELATIVA		ANGOLO D'ATTOFFO DRENATO				MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO															
in stato	profondità	qc MPa	fs MPa	Cu MPa				Ed MPa		Eu MPa		γ	γsat	Dr %	φ'				E' MPa																
1	0,00	0,000	0,000	14,15	34,90	4,79	6,88	5,57	4,92	4,40	0,70	0,58	1,85	0,27	0,15	0,15	18,88	21,37	< 0	< 0	5,00	5,00	10,96	20,25	22,90	19,56	18,47	18,70	18,42	10,97	15,41	0,22	0,18	1,89	
2	2,50	0,270	0,024	15,39	36,78	14,65	11,81	11,40	11,47	12,95	13,73	2,16	1,62	4,05	0,81	0,59	0,41	17,65	20,59	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	27,85	24,46	21,43	19,93	18,70	30,69	21,62	18,24	0,67	0,54	4,86
3	5,10	0,420	0,014	16,72	37,51	22,83	21,91	22,41	22,24	19,00	20,19	3,36	2,87	6,30	1,26	14,95	0,62	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	28,25	24,18	21,31	20,69	18,70	30,95	21,86	18,12	1,00	0,84	6,47
4	8,65	0,550	0,002	17,42	37,00	26,67	25,38	29,27	25,71	23,50	27,06	4,40	2,84	8,25	1,45	16,97	0,52	18,03	21,27	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	26,36	22,30	18,05	17,80	18,70	27,32	21,64	18,52	1,20	1,00	8,20
5	14,48	0,720	0,012	17,40	38,24	35,03	30,79	33,27	30,23	27,09	30,30	5,50	3,53	4,20	2,25	23,34	1,06	17,67	20,59	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	24,41	20,18	18,70	18,70	19,96	28,70	22,22	19,40	1,20	1,00	10,85
6	20,00	0,820	0,020	17,50	38,23	40,00	35,20	33,62	31,43	28,22	32,19	6,25	3,90	4,50	2,50	26,20	1,24	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	21,67	18,34	15,26	14,67	17,70	20,00	21,43	20,00	2,20	1,88	12,78
7	22,00	1,100	0,026	18,10	38,02	53,00	49,03	49,28	43,49	38,03	34,93	5,50	4,40	6,40	3,30	35,32	1,65	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	24,38	19,34	15,93	15,06	18,70	21,51	21,48	22,04	2,70	2,20	16,94
8	25,10	1,050	0,040	18,08	38,00	52,00	49,33	45,69	40,14	35,94	34,82	5,45	4,47	6,54	3,27	34,05	1,65	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	23,17	18,07	15,42	14,43	18,70	21,51	21,43	21,08	2,70	2,18	16,70

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eracio di Foligno (PG)		TERRENI COERENTI										TERRENI INCOERENTI																								
CPTU 2		PESO DI VOLUME SATURE		CONDIZIONE NON DRENATA				MODULO EDOMETRICO		MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO		PESO DI VOLUME SATURE		DENSITA' RELATIVA		ANGOLO D'ATTOFFO DRENATO				MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO																
in stato	profondità	qc MPa	fs MPa	Cu MPa				Ed MPa		Eu MPa		γ	γsat	Dr %	φ'				E' MPa																	
1	0,00	1,113	0,102	18,43	38,21	64,00	58,77	53,86	46,06	39,09	54,88	5,50	4,53	6,20	3,30	42,40	2,71	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	28,41	17,47	14,40	14,40	20,26	20,21	22,40	20,08	22,10	2,80	2,26	16,14
2	2,50	12,100	0,400	22,30	23,19	100,20	95,20	80,13	73,04	63,53	65,07	10,27	14,73	16,34	18,18	30,25	18,75	18,43	17,57	18,12	100,00	100,00	94,43	100,00	44,10	41,10	38,27	36,07	42,00	41,00	42,62	40,00	30,17	14,32	48,43	
3	5,10	0,510	0,024	17,08	37,82	27,46	30,47	31,75	24,28	25,40	4,12	2,70	7,12	1,54	16,07	0,76	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	27,29	23,16	20,85	19,94	20,00	29,38	21,83	18,36	1,20	1,03	7,92		
4	8,65	0,745	0,023	17,82	38,41	35,41	48,43	42,43	37,43	34,55	37,27	5,73	3,85	4,47	2,24	28,80	1,12	17,68	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	26,58	22,53	19,43	18,11	18,70	27,75	21,83	20,41	1,30	1,09	11,48	
5	14,48	0,931	0,027	17,40	38,69	44,30	37,28	43,47	41,18	36,81	45,11	4,54	4,11	5,41	2,73	30,42	1,35	17,68	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	24,87	19,53	17,45	16,17	18,70	24,08	21,58	21,17	2,28	1,82	15,04	
6	20,00	1,140	0,030	18,24	39,02	57,11	49,68	51,05	49,11	43,94	57,86	5,78	4,36	6,80	3,45	37,49	1,74	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	24,30	19,70	16,41	15,59	18,70	23,65	21,54	22,26	1,87	2,30	17,49	
7	22,00	1,200	0,036	18,90	39,18	62,82	54,89	55,92	52,87	47,80	63,74	6,40	4,69	7,00	3,84	41,41	1,91	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	23,97	19,08	15,99	15,21	18,70	21,85	21,61	22,86	3,20	2,56	19,71	
8	25,10	1,000	0,080	18,80	39,07	61,01	56,23	53,84	50,95	46,04	61,94	6,42	4,81	6,12	3,66	35,00	1,83	17,65	20,19	< 0	< 0	5,00	5,00	5,00	24,74	20,18	16,81	15,96	18,70	23,42	21,61	24,72	3,20	3,37	25,87	

**CPT\_6 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)**



dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

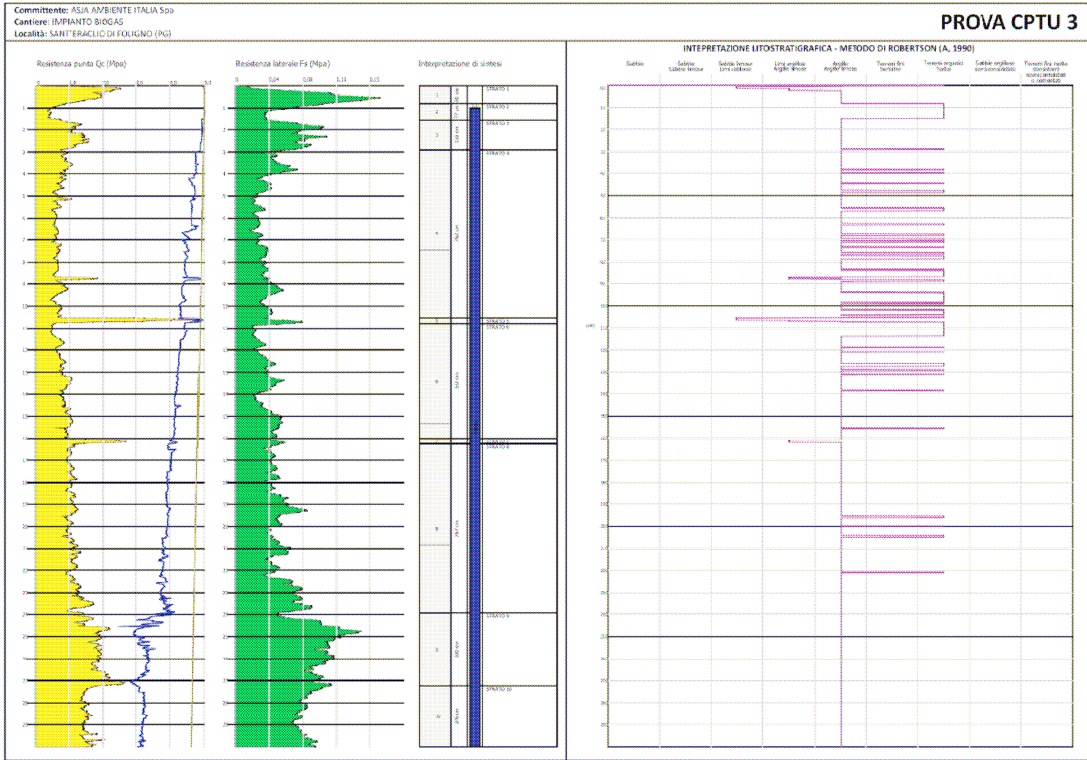
da 0,80 a 1,60 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi;

da 1,60 a 2,90 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi;

da 2,90 a 24,00 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;

da 24,00 a 30,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi.

# CPT\_6 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)



Committente: ASIA AMBIENTE ITALIA Spa  
 Cantiere: IMPIANTO BIOGAS  
 Località: SANT'ERACILIO DI FOLIGNO (PG)

### PROVA CPTU 3

#### STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/O GEOTECNICHE DEI TERRENI

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eracilio di Foligno (PG)				TERRENI COERENTI										TERRENI INCOERENTI																						
CPTU 3				DESIONE NON DRENATA			MODULO EDOMETRICO			MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO			PESO IN VOLUME			PESO DI VOLUME SATURO			DENSITA' RELATIVA			ANGOLO D'ATTRITO DRENATO			MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO											
n. strato	profondità	OC	R. affior.	$Q_c$	$F_{sl}$	$C_u$	$E_d$	$E_u$	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$D_r$	$\phi^*$	$E^*$	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$D_r$	$\phi^*$	$E^*$																		
		MPa	%	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	%	°	MPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	%	°	MPa																		
1	0,00	0,100	0,000	15,16	15,99	8,00	12,17	50,25	5,05	8,80	7,85	1,26	1,00	2,40	0,48	5,97	0,24	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48	
2	1,07	2,350	0,020	18,49	17,24	15,59	20,44	21,10	15,50	17,00	17,65	2,80	2,00	4,20	8,05	4,20	8,05	4,20	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48
3	2,50	1,700	0,000	17,56	16,43	15,63	22,17	24,55	16,20	16,57	16,28	3,40	3,57	4,37	2,16	16,00	16,09	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48	
4	15,52	3,400	0,000	18,58	19,30	19,91	24,45	20,43	18,10	16,07	20,05	3,30	3,97	6,30	8,28	19,69	16,02	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48	
5	10,78	1,540	0,000	16,76	17,74	16,19	26,41	24,18	19,18	17,46	4,10	2,00	8,10	8,02	17,11	6,63	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48		
6	18,00	0,500	0,000	16,76	17,23	15,11	17,20	15,43	12,89	11,53	11,57	3,52	2,46	6,02	8,82	12,78	0,45	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48	
7	18,26	1,000	0,000	18,07	18,80	11,47	55,59	50,25	48,54	19,87	50,95	5,10	4,35	6,12	9,08	58,83	5,53	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48	
8	23,31	1,700	0,000	17,46	18,26	15,53	32,50	26,91	25,98	19,25	30,25	3,05	3,93	4,37	3,31	23,33	1,10	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48	
9	27,28	1,100	0,000	18,14	18,96	12,78	50,96	41,87	38,10	50,88	5,00	4,58	6,18	8,89	31,21	1,71	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48		
10	29,59	1,300	0,000	18,17	19,16	13,07	58,13	54,25	47,82	42,79	64,72	6,50	6,71	7,80	9,90	60,64	1,94	17,05	35,59	<5	<5	5,00	5,00	28,08	25,26	26,51	27,83	11,46	26,70	32,85	21,88	17,73	0,40	0,10	2,48	

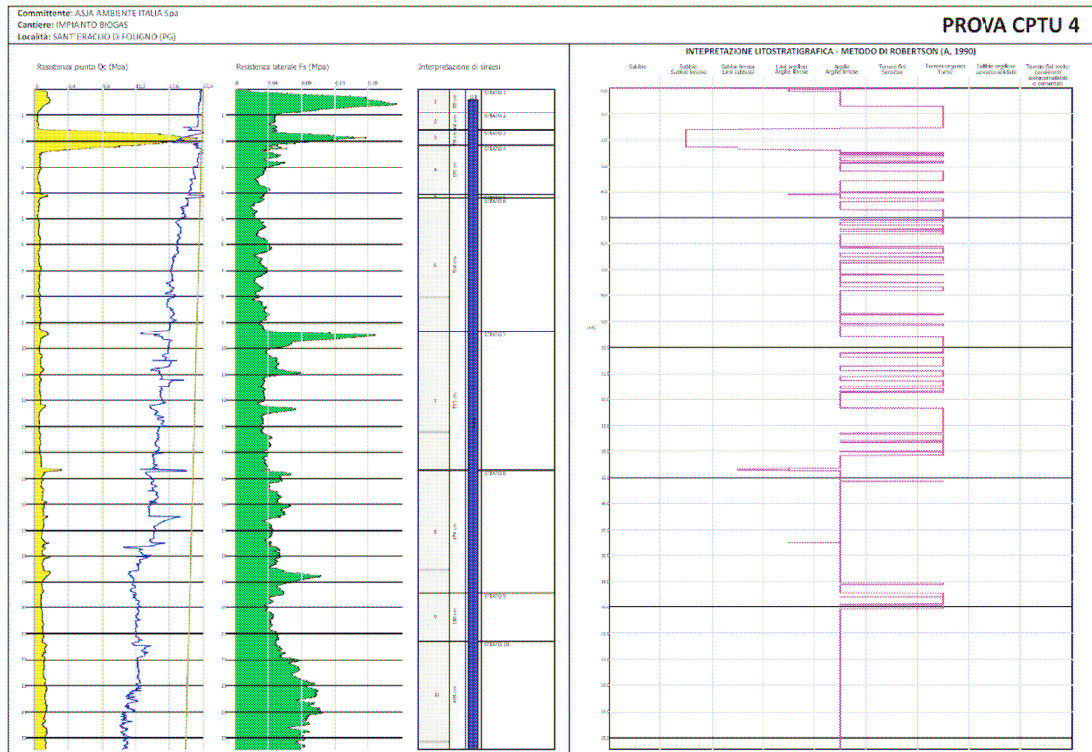
data esecuzione: 05/11/2014  
 fidej: 1,00 m da p.c.

**CPT\_7 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)**



- dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;
- da 0,90 a 1,60 m di prof.: argilla torbosa poco consistente e torbe;
- da 1,60 a 2,15 m di prof.: sabbia e ghiaia fine addensata;
- da 2,15 a 4,20 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi;
- da 4,20 a 14,70 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;
- da 14,70 a 19,40 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi;
- da 19,40 a 21,30 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi;
- da 21,30 a 25,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi;

# CPT\_7 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)



Comittente: ASIA AMBIENTE ITALIA Spa  
 Cantiere: IMPIANTO BIOGAS  
 Località: SANT'ERACIO D. FOGLINO (PG)

### PROVA CPTU 4

#### STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/D GEOTECNICHE DEI TERRENI

CPTU 4 VICINO N. 10000	SONDAGGI CPTU										TERRENI INCONTRIATI										
	Sonda		Sonda		Sonda		Sonda		Sonda		Sonda		Sonda		Sonda		Sonda		Sonda		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
Note: $E_s$ (MPa), $E_d$ (MPa), $\nu$ (dimensionless), $\gamma$ (kN/m³), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa), $\sigma'_{vm}$ (kPa).																					

## CPT\_8 Progetto definitivo realizzazione impianto biogas (geol. F. Guidobaldi, 2016)



dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 2,30 m di prof.: argilla torbosa poco consistente e torbe;

da 2,30 a 6,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelli torbosi;

da 6,00 a 11,10 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;

da 11,10 a 22,45 m di prof.: argilla limosa organica consistenti, con rari livelletti torbosi;

da 22,45 a 30,00 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi;



## CPT\_9 Progetto pista ciclabile (geol. N. Silla, 2016)



**Geo Probing** di Francesco Beccatini  
 Sede: Str. Parugia - Ponte Vallicceppi, 06 - 06135 Ponte Vallicceppi (PG)  
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.6928321  
 e-mail: f.beccatini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente: Dott. Geol. Nadia Silla	Attrezzatura: Pagani TG 63/200
Località: Foligno (PG)	
Data: 4 maggio 2016	Quota(m):
Note:	Sigla: VCP1

### Tabulato della prova

Prof. (m)	Rp (kg)	Rp+R (kg)	qc (kg/cmq)	fs (kg/cmq)	u (kg/cmq)	fs/qc%
0,2	20	40	2	0,8		40
0,4	80	160	8	0,33		5,5
0,6	210	280	21	1,33		6,33
0,8	100	300	10	0,67		6,7
1	120	220	12	0,8		6,67
1,2	140	260	14	1,07		7,64
1,4	130	290	13	1		7,69
1,6	120	270	12	0,67		7,25
1,8	100	230	10	0,67		6,7
2	110	210	11	0,6		7,27
2,2	100	220	10	0,53		5,3
2,4	110	190	11	0,33		3
2,6	110	190	11	0,47		4,27
2,8	120	190	12	0,67		5,58
3	190	290	19	0,33		1,74
3,2	110	180	11	0,63		4,82
3,4	110	190	11	0,53		4,82
3,6	110	190	11	0,53		4,82
3,8	90	170	9	0,4		4,44
4	70	130	7	0,27		3,86
4,2	80	130	8	0,33		4,13
4,4	70	120	7	0,27		3,86
4,6	110	150	11	0,33		3
4,8	90	140	9	0,47		5,22
5	80	150	8	0,53		6,62
5,2	110	190	11	0,6		5,46
5,4	130	220	13	0,67		5,15
5,6	190	290	19	1		5,26
5,8	180	330	18	1,13		6,28
6	190	360	19	1		5,26
6,2	180	310	18	1		6,25
6,4	150	300	15	0,67		5,5
6,6	180	290	18	0,25		1
6,8	190	340	19	1,13		5,95
7	230	400	23	1,4		6,09
7,2	270	480	27	1,53		5,67
7,4	270	500	27	1,4		5,19
7,6	280	470	28	1,4		5,38
7,8	290	470	29	1,27		4,88
8	220	410	22	0,93		4,23
8,2	180	320	18	0,93		5,17
8,4	140	280	14	0,8		5,71
8,6	140	260	14	0,67		4,79
8,8	190	290	19	0,67		4,58
9	190	320	19	1,07		5,63
9,2	190	350	19	1,07		5,63
9,4	190	350	19	1,27		6,68
9,6	220	410	22	1,07		4,86
9,8	290	450	29	1,33		4,59
10	230	430	23	1,27		5,52
10,2	220	410	22	1,2		5,45
10,4	280	460	28	1,67		5,96
10,6	320	570	32	1,73		5,41
10,8	350	610	35	1,93		5,51
11	330	620	33	1,8		5,45
11,2	340	610	34	1,73		5,09
11,4	380	640	38	1,67		4,30
11,6	240	490	24	1,47		6,13
11,8	310	630	31	1,13		3,65
12	310	480	31	1,67		5,30
12,2	280	630	28	1,53		5,48
12,4	280	610	28	1,47		5,25
12,6	320	640	32	1,6		5
12,8	270	610	27	1,4		5,19
13	240	460	24	0,93		3,88
13,2	190	330	19	0,47		2,47
13,4	220	290	22	0,73		3,32
13,6	190	300	19	0,47		2,47
13,8	190	260	19	0,4		2,11
14	120	180	12	0,27		2,25
14,2	140	180	14	0,6		4,29
14,4	130	220	13	0,67		5,15
14,6	140	240	14	0,67		4,79
14,8	180	260	18	0,93		5,81
15	180	300	18	0,67		5,44
15,2	180	290	18	0,8		5
15,4	150	270	15	0,6		4
15,6	180	250	18	0,8		3,75
15,8	140	230	14	0,47		3,36
16	150	220	15	0,53		3,53
16,2	110	190	11	0,6		5,45
16,4	140	230	14	0,73		5,21
16,6	190	300	19	0,63		4,89
16,8	160	300	16	0,67		5,44
17	170	300	17	0,67		5,12
17,2	170	300	17	0,67		5,12
17,4	140	270	14	0,67		4,79
17,6	160	280	16	0,67		4,19



## CPT\_9 Progetto pista ciclabile (geol. N. Silla, 2016)



Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06136 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 076.6928321  
e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Nadia Silla

Località: Foligno (PG)

Data: 4 maggio 2016

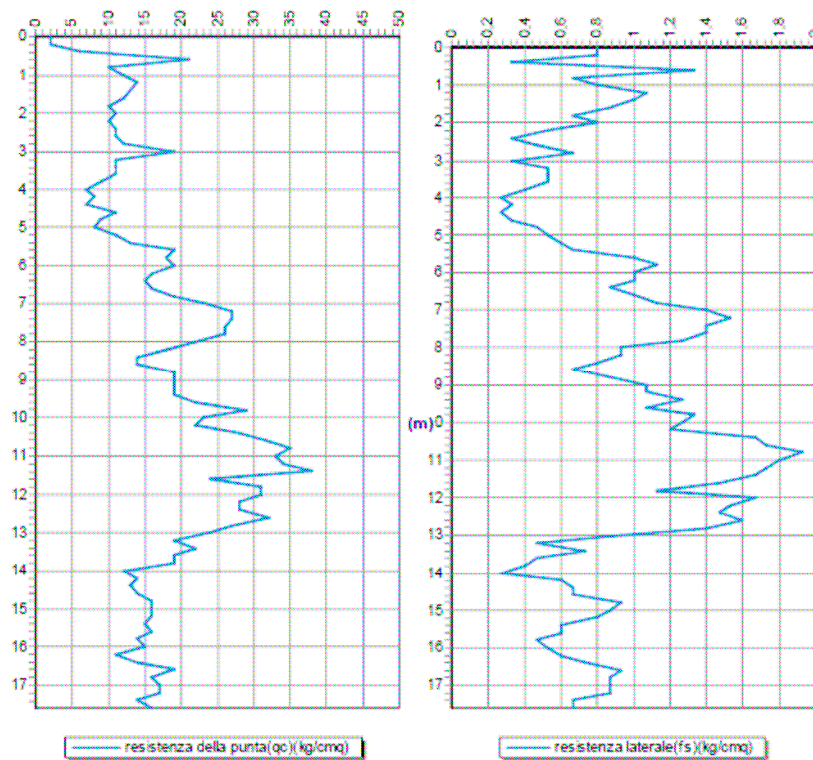
Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:


Quota(m):

Sigla: \CPT 1

### Grafico della prova



# CPT\_10 Progetto pista ciclabile (geol. N. Silla, 2016)

 <b>Geo Probing</b> di Francesco Becattini Sede: Str. Porugio - Ponte Vallesceppi, 96 - 06135 Ponte Vallesceppi (PG) Cell. 3476434222 - Tel e Fax: 076 6928321 e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it						
Committente: Dott. Geol. Nadia Silla		Attrezzatura: Pagani TG 63/200				
Località: Foligno (PG)		Quota(m):				
Data: 4 maggio 2016		Sigla: \CPT 2				
Note:						
Tabulato della prova						
Prof. (m)	Rp (kg)	Rp+Rl (kg)	q (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	u (kg/cm²)	fs/q%
0,2	470	620	47	0,93		1,98
0,4	290	430	29	1,67		5,76
0,6	120	370	12	0,87		7,25
0,8	80	210	8	0,73		9,13
1	150	260	15	0,13		0,87
1,2	90	110	9	0,27		3
1,4	70	110	7	0,33		4,71
1,6	110	160	11	0,2		1,82
1,8	150	180	15	0,67		4,47
2	120	220	12	0,73		6,08
2,2	140	250	14	0,6		4,29
2,4	140	230	14	0,73		5,21
2,6	140	250	14	0,67		6,21
2,8	150	280	15	0,93		6,2
3	150	290	15	0,87		5,8
3,2	150	280	15	0,73		4,87
3,4	180	290	18	1,07		5,94
3,6	160	320	16	0,8		5
3,8	110	230	11	0,53		4,82
4	110	190	11	0,67		6,09
4,2	70	170	7	0,33		4,71
4,4	70	120	7	0,33		4,71
4,6	60	110	6	0,33		5,5
4,8	60	110	6	0,47		7,83
5	70	140	7	0,4		5,71
5,2	100	160	10	0,67		6,7
5,4	100	200	10	0,6		6
5,6	100	190	10	0,6		6
5,8	140	230	14	0,93		6,64
6	180	320	18	1,2		6,67
6,2	210	390	21	1,67		7,95
6,4	210	460	21	1,33		6,33
6,6	210	410	21	1,4		6,67
6,8	180	390	18	1,33		7,39
7	160	360	16	1,2		7,5
7,2	190	370	19	0,47		2,47
7,4	210	280	21	1,73		8,24
7,6	250	510	25	1,87		7,48
7,8	280	530	28	1,67		7,48
8	220	500	22	1,53		6,95
8,2	210	440	21	1,4		6,67
8,4	180	390	18	1,07		5,94
8,6	160	320	16	0,93		5,81
8,8	140	250	14	1		7,14
9	160	310	16	1		6,25
9,2	180	330	18	1,2		6,67
9,4	170	350	17	1,13		6,65
9,6	190	380	19	1,27		6,68
9,8	180	370	18	1,67		9,28
10	230	480	23	1,2		5,22
10,2	250	430	25	1,47		5,88
10,4	190	410	19	1,13		5,95
10,6	190	360	19	1,13		5,95
10,8	260	450	26	1,67		6,42
11	290	540	29	1,73		5,97
11,2	290	550	29	1,93		6,66
11,4	320	610	32	1,93		6,03
11,6	350	640	35	2,4		6,88
11,8	410	770	41	2,13		5,2
12	350	670	35	1,93		5,51
12,2	340	630	34	1,47		4,32
12,4	270	490	27	1,67		6,19
12,6	210	460	21	1,13		5,38
12,8	280	450	28	1,53		5,46
13	270	500	27	1,53		5,67

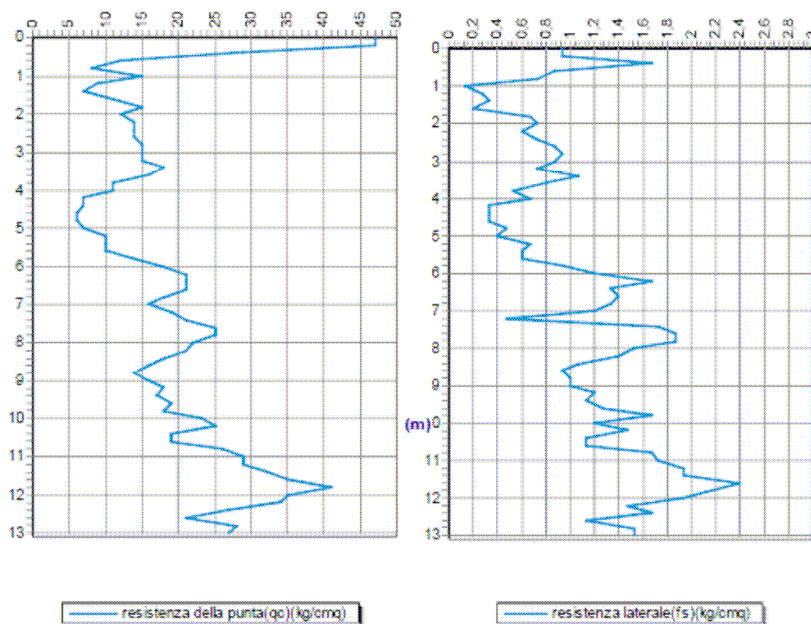
## CPT\_10 Progetto pista ciclabile (geol. N. Silla, 2016)



**Geo Probing** di Francesco Becattini  
Sede: Str. Perugia - Ponte Valloceppi, 96 - 06136 Ponte Valloceppi (PS)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 076.6928321  
e-mail: F.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Nadia Silla  
Località: Foligno (PG)  
Data: 4 maggio 2016      Attrezzatura: Pagani TG 63/200  
Note:  
Quota(m):                      Sigla: \CPT 2

### Grafico della prova



# CPT\_11 Progetto pista ciclabile (geol. N. Silla, 2016)



**Geo Probing** di Francesco Becattini  
 Sede: Str. Penagio - Ponte Valloceppi, 06 - 06135 Ponte Valloceppi (PG)  
 Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.8928321  
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente: Dott. Geol. Nadia Silla		Attrezzatura: Pagani TG 63/200				
Località: Foligno (PG)		Quota(m):				
Data: 4 maggio 2016		Sigla: \CPT 3				
Note:						
Tabulato della prova						
Prof. (m)	Fp (kg)	Fp-Rf (kg)	qr (kg/cm²)	fr (kg/cm²)	u (kg/cm²)	fz(%)
0,2	90	90	5	0,57		17,4
0,4	90	220	9	0,23		10,33
0,6	90	230	9	1,07		11,89
0,8	140	300	14	1,07		7,84
1	160	320	16	1,13		7,06
1,2	180	350	18	1,07		5,94
1,4	160	320	16	0,87		5,44
1,6	130	290	13	0,8		6,15
1,8	110	230	11	0,73		6,04
2	90	180	9	0,47		5,87
2,2	90	160	9	0,6		6,87
2,4	100	190	10	0,6		6
2,6	120	210	12	0,67		5,58
2,8	130	230	13	0,73		5,62
3	150	260	15	0,8		5,33
3,2	150	270	15	0,87		5,8
3,4	160	290	16	0,87		5,44
3,6	180	310	18	0,73		4,06
3,8	180	290	18	0,8		4,44
4	180	300	18	0,87		4,83
4,2	160	290	16	0,87		5,44
4,4	120	250	12	0,8		6,87
4,6	100	220	10	0,6		6
4,8	90	180	9	0,6		6,87
5	90	180	9	0,47		5,22
5,2	90	180	9	0,47		5,22
5,4	80	150	8	0,53		6,02
5,6	120	200	12	0,47		3,92
5,8	150	220	15	0,67		4,47
6	140	240	14	0,67		4,79
6,2	150	250	15	0,87		5,8
6,4	160	290	16	0,87		5,44
6,6	180	310	18	0,93		5,17
6,8	230	370	23	1,13		4,91
7	250	420	25	1,33		5,32
7,2	210	410	21	1,13		5,38
7,4	220	390	22	1,33		6,05
7,6	200	400	20	1		5
7,8	230	380	23	1,33		5,78
8	200	400	20	1,07		5,35
8,2	230	390	23	1,2		5,22
8,4	220	400	22	1,13		5,14
8,6	190	360	19	1,07		5,83
8,8	160	320	16	0,87		5,44
9	200	330	20	1,4		7
9,2	180	390	18	1		5,56
9,4	180	330	18	1		5,56
9,6	140	290	14	0,73		5,21
9,8	140	250	14	0,8		5,71
10	130	250	13	0,73		5,62
10,2	140	250	14	0,87		6,21
10,4	120	250	12	0,73		6,08
10,6	110	220	11	0,67		6,09
10,8	120	220	12	0,67		5,56
11	110	210	11	0,73		6,94
11,2	120	230	12	0,73		6,08
11,4	120	230	12	0,67		5,58
11,6	120	220	12	0,6		5
11,8	120	210	12	0,6		5
12	110	200	11	0,6		5,45
12,2	90	180	9	0,6		6,87
12,4	100	190	10	0,6		6
12,6	110	200	11	0,67		6,09
12,8	110	210	11	0,73		6,64
13	130	240	13	0,67		5,15
13,2	130	230	13	0,6		4,62
13,4	120	210	12	0,53		4,42
13,6	140	220	14	0,53		3,79

## CPT\_11 Progetto pista ciclabile (geol. N. Silla, 2016)



Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06136 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 076.6928321  
e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente: Dott. Geol. Nadia Silla

Località: Foligno (PG)

Data: 4 maggio 2016

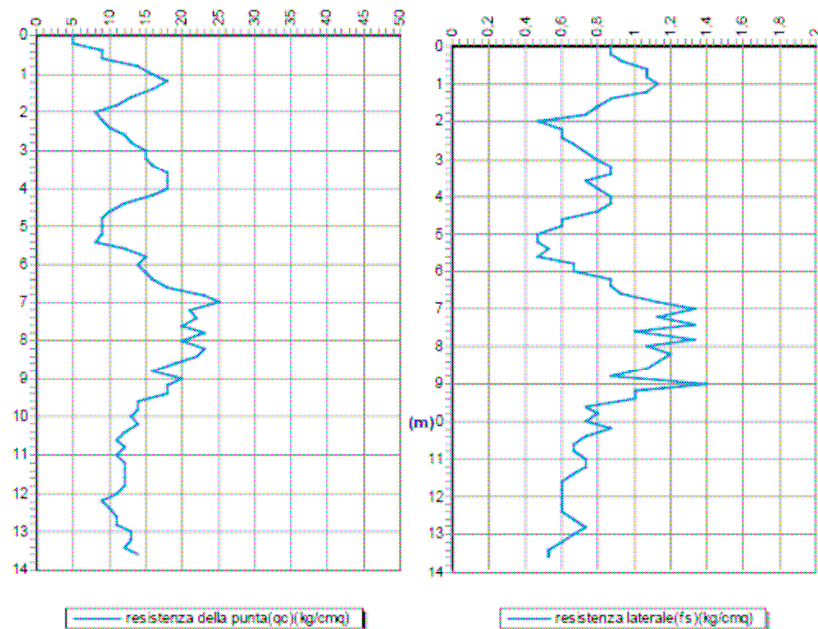
Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:


Quota(m):

Sigla: \CPT 3

### Grafico della prova



# CPT\_12 Progetto pista ciclabile (geol. N. Silla, 2016)

 <b>Geo Probing</b> di Francesco Becattini Sede: Str. Perugia - Ponte Valceppi, 9b - 06136 Ponte Valceppi (PG) Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321 e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it						
Committente: Dott. Geol. Nadia Silla		Attrezzatura: Pagani TG 63/200				
Località: Foligno (PG)		Quota(m):			Sigla: \CPT 4	
Data: 4 maggio 2016		Note:				
Tabulato della prova						
Prof. (m)	Rp (kg)	Rp+Rl (kg)	qr (kg/cm²)	Es (kg/cm²)	u (kg/cm²)	f <sub>u</sub> (%)
0,2	150	220	15	0,57		5,9
0,4	120	250	12	1,07		8,92
0,6	140	300	14	1,33		9,5
0,8	100	300	10	1,13		11,3
1	100	270	10	0,8		8
1,2	120	240	12	0,93		7,75
1,4	90	230	9	1,07		11,59
1,6	90	250	9	0,73		3,11
1,8	100	210	10	0,47		4,7
2	110	190	11	0,47		4,27
2,2	90	190	9	0,53		5,89
2,4	70	150	7	0,33		4,71
2,6	80	130	8	0,47		5,87
2,8	90	150	8	0,4		5
3	80	140	8	0,33		4,13
3,2	70	120	7	0,27		3,86
3,4	70	110	7	0,27		3,86
3,6	70	110	7	0,33		4,71
3,8	80	130	8	0,33		4,13
4	150	150	13	0,8		4,82
4,2	120	210	12	0,53		4,42
4,4	150	230	15	0,67		4,47
4,6	150	250	15	0,6		4
4,8	140	230	14	0,53		3,79
5	140	220	14	0,6		4,29
5,2	120	210	12	0,47		3,92
5,4	110	190	11	0,47		4,27
5,6	110	180	11	0,47		4,27
5,8	110	180	11	0,4		3,94
6	130	190	13	0,47		3,82
6,2	150	220	15	0,47		3,13
6,4	150	220	15	0,53		3,53
6,6	150	230	15	0,53		3,53
6,8	150	230	15	0,67		4,47
7	180	280	18	0,8		4,44
7,2	230	350	23	1		4,35
7,4	250	400	25	1		4
7,6	240	390	24	1		4,17
7,8	230	380	23	0,93		4,24
8	280	400	28	1,07		4,12
8,2	230	390	23	1,07		4,65
8,4	240	400	24	1		4,17
8,6	240	390	24	0,93		3,88
8,8	250	390	25	0,93		3,72
9	260	400	26	1,07		4,12
9,2	220	380	22	0,93		4,23
9,4	220	360	22	0,93		4,23
9,6	220	360	22	1		4,65
9,8	220	370	22	0,93		4,23
10	190	330	19	0,73		3,84
10,2	190	300	19	0,67		3,53
10,4	180	280	18	0,67		3,72
10,6	150	250	15	0,53		3,63
10,8	160	240	16	0,67		4,19
11	160	260	16	0,6		3,75
11,2	160	250	16	0,6		3,75
11,4	160	250	16	0,53		3,31
11,6	170	250	17	0,6		3,53
11,8	160	250	16	0,47		2,94
12	180	250	18	0,53		2,94
12,2	180	260	18	0,6		3,33
12,4	180	270	18	0,6		3,33
12,6	180	270	18	0,6		3,33
12,8	180	250	18	0,27		1,60
13	180	220	18	0,4		2,22
13,2	170	230	17	0,47		2,76
13,4	150	220	15	0,47		3,13
13,6	150	220	15	0,47		3,13
13,8	170	240	17	0,47		2,76
14	180	250	18	0,47		2,61
14,2	180	250	18	0,67		3,72
14,4	190	290	19	0,47		2,47
14,6	210	280	21	0,6		2,86
14,8	190	280	19	0,2		1,05
15	200	230	20	0,27		1,35
15,2	210	250	21	0,47		2,24
15,4	220	290	22	0,47		2,14
15,6	210	260	21	1,13		5,38
15,8	1030	1200	103	1,27		1,23
16	1000	1190	100	0,8		0,8
16,2	1750	1870	175	1,53		0,87
16,4	2040	2270	204	0,67		0,33
16,6	2100	2200	210	0,67		0,32

## CPT\_12 Progetto pista ciclabile (geol. N. Silla, 2016)



Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06136 Ponte Valleceppi (PG)  
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 076.6928321  
e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente: Dott. Geol. Nadia Silla

Località: Foligno (PG)

Data: 4 maggio 2016

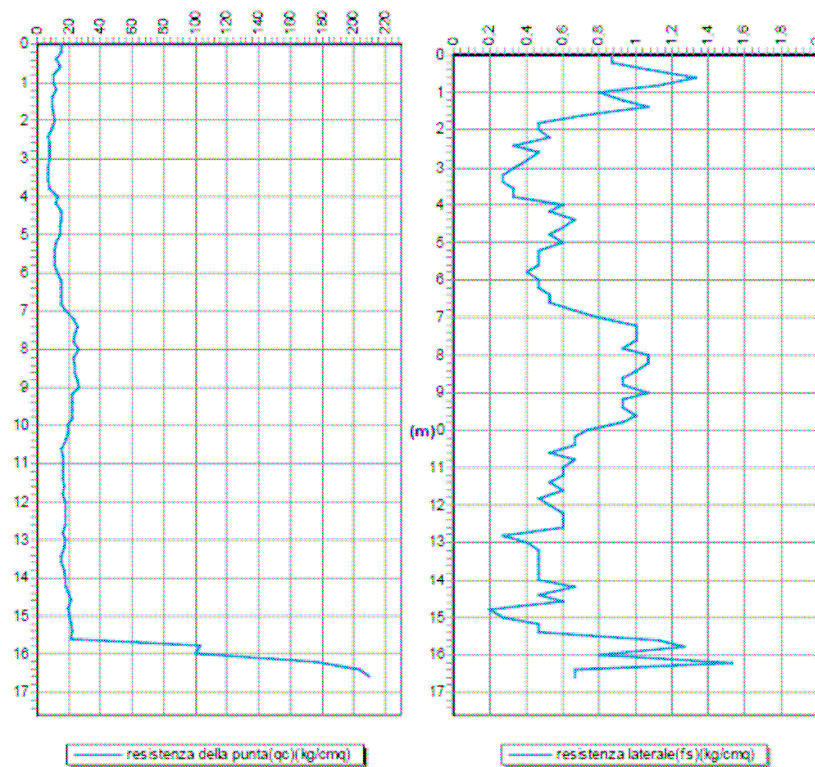
Attrezzatura: Pagani TG 63/200

Note:

Quota(m):

Sigla: \CPT 4

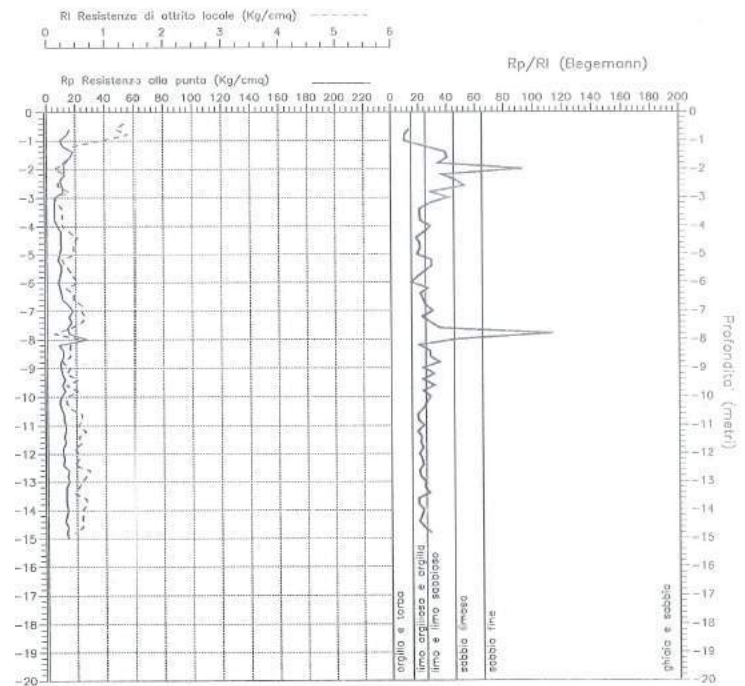
### Grafico della prova



**PROVA PENETROMETRICA STATICA STANDARD**  
**CPT N.34 (36)**  
 Committente: COMUNE DI FOLIGNO      Anello allargatore: 2^3^ asta  
 Località: pianura folignate              Profondità della falda dal p.c.: -1,15 m.

profond. metri	Rp Kg/cm²	RI Kg/cm²	Rp/RI	Rf
-0.4	0.0	1.33	0.0	0.00
-0.6	16.1	1.20	13.4	7.44
-0.8	14.3	1.40	10.2	9.82
-1.0	9.3	0.93	9.9	10.00
-1.2	11.3	0.47	24.1	4.14
-1.4	18.3	0.47	39.1	2.56
-1.6	16.3	0.40	40.7	2.45
-1.8	11.4	0.33	34.2	3.93
-2.0	12.4	0.13	92.9	1.08
-2.2	12.4	0.33	37.2	2.69
-2.4	9.4	0.26	47.0	2.13
-2.6	10.5	0.28	52.6	1.90
-2.8	11.5	0.40	28.8	3.47
-3.0	5.5	0.13	41.4	2.42
-3.2	5.5	0.20	27.6	3.62
-3.4	5.5	0.27	20.7	4.63
-3.6	5.5	0.27	20.7	4.63
-3.8	5.7	0.27	21.2	4.72
-4.0	7.7	0.27	28.7	3.49
-4.2	9.6	0.40	24.1	4.15
-4.4	9.6	0.53	18.1	5.53
-4.6	9.6	0.47	20.7	4.84
-4.8	9.6	0.47	21.0	4.77
-5.0	8.8	0.47	18.8	5.32
-5.2	7.8	0.27	29.2	3.43
-5.4	9.8	0.33	29.3	3.41
-5.6	9.8	0.40	24.4	4.09
-5.8	8.9	0.47	19.1	5.24
-6.0	7.9	0.53	14.8	6.74
-6.2	8.9	0.33	26.7	3.74
-6.4	9.9	0.47	21.2	4.71
-6.6	10.9	0.47	23.4	4.28
-6.8	15.0	0.60	25.1	3.99
-7.0	18.0	0.60	30.1	3.33
-7.2	15.0	0.67	22.6	4.43
-7.4	17.0	0.60	28.4	3.52
-7.6	14.0	0.40	35.1	2.85
-7.8	15.2	0.13	113.8	0.88
-8.0	28.2	0.60	46.9	2.13
-8.2	8.2	0.40	20.4	4.90
-8.4	11.2	0.40	27.9	3.58
-8.6	11.2	0.40	27.9	3.58
-8.8	9.3	0.27	34.9	2.87
-9.0	9.3	0.40	23.3	4.30
-9.2	10.3	0.33	30.9	3.24
-9.4	12.3	0.53	23.1	4.34
-9.6	19.3	0.33	30.9	3.24
-9.8	12.4	0.53	23.3	4.29
-10.0	9.4	0.33	28.3	3.53
-10.2	8.4	0.33	25.3	3.95

profond. metri	Rp Kg/cm²	RI Kg/cm²	Rp/RI	Rf
-10.4	9.4	0.40	23.6	4.24
-10.6	11.4	0.60	19.0	5.25
-10.8	11.6	0.60	19.3	5.19
-11.0	12.6	0.53	23.5	4.25
-11.2	12.6	0.67	18.8	5.31
-11.4	11.6	0.53	21.7	4.61
-11.6	12.6	0.60	20.9	4.78
-11.8	10.7	0.47	22.9	4.37
-12.0	10.7	0.53	20.0	4.99
-12.2	11.7	0.53	21.9	4.56
-12.4	10.7	0.47	22.9	4.37
-12.6	14.7	0.73	20.0	4.99
-12.8	13.8	0.67	20.7	4.82
-13.0	14.8	0.60	24.7	4.85
-13.2	12.8	0.53	24.0	4.16
-13.4	12.8	0.47	27.5	3.64
-13.6	12.8	0.67	19.2	5.20
-13.8	12.9	0.67	19.4	5.15
-14.0	13.9	0.60	23.2	4.30
-14.2	13.9	0.60	21.6	4.63
-14.4	11.9	0.60	19.9	5.02
-14.6	13.9	0.60	23.2	4.30
-14.8	13.1	0.47	28.0	3.57
-15.0	14.1	0.00	0.0	0.00

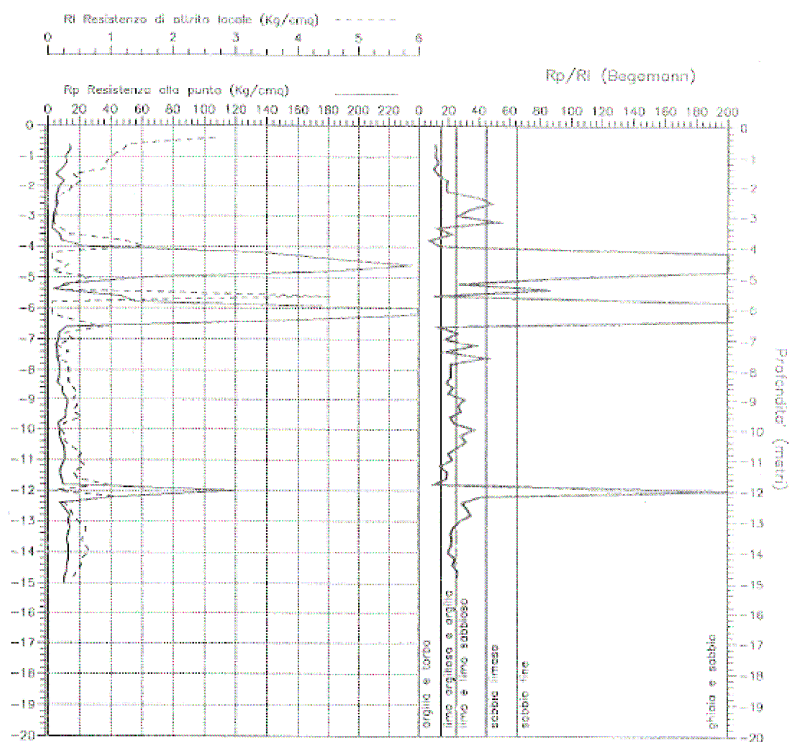




**PROVA PENETROMETRICA STATICA STANDARD**  
**CPT N.28 (35)**  
 Commitente: COMUNE DI FOLIGNO      Anello allargatore: 2<sup>a</sup> - 3<sup>a</sup> asta  
 Località: pianura folignate      Profondità della falda dal p.c.: -1,00 m.

profond. metri	Rp Kg/cmq	RI Kg/cmq	Rp/RI	Rf
-0.4	0.0	2.67	0.0	0.00
-0.6	14.1	1.27	11.2	8.96
-0.8	14.3	1.20	11.9	8.42
-1.0	11.3	1.00	11.3	8.88
-1.2	12.3	0.93	13.1	7.61
-1.4	9.3	0.93	9.9	10.08
-1.6	5.3	0.40	13.2	7.60
-1.8	10.4	0.53	19.5	5.13
-2.0	7.4	0.40	18.5	5.41
-2.2	6.4	0.33	19.2	5.22
-2.4	5.4	0.13	40.4	2.47
-2.6	6.5	0.13	48.9	2.04
-2.8	4.5	0.13	33.9	2.95
-3.0	3.5	0.13	26.4	3.79
-3.2	3.5	0.07	52.8	1.89
-3.4	2.5	0.20	12.6	7.94
-3.6	7.5	0.33	22.6	4.43
-3.8	8.6	1.20	7.2	13.87
-4.0	22.6	1.53	14.8	6.77
-4.2	138.6	0.07	2079.7	0.05
-4.4	184.6	0.07	2769.7	0.04
-4.6	235.6	0.33	706.9	0.14
-4.8	176.8	0.07	2651.7	0.04
-5.0	63.8	0.67	95.7	1.05
-5.2	10.0	0.46	26.9	3.71
-5.4	5.8	0.07	86.7	1.15
-5.6	46.8	4.53	10.3	9.69
-5.8	55.9	0.07	839.6	0.12
-6.0	240.9	0.07	3613.6	0.03
-6.2	268.9	0.07	4033.6	0.02
-6.4	145.9	0.47	312.7	0.32
-6.6	11.9	0.87	13.7	7.28
-6.8	7.0	0.27	26.4	3.79
-7.0	7.0	0.48	17.6	5.68
-7.2	5.0	0.13	37.8	2.65
-7.4	6.0	0.33	18.1	5.52
-7.6	6.0	0.13	45.3	2.21
-7.8	7.2	0.33	21.5	4.65
-8.0	7.2	0.33	21.5	4.65
-8.2	7.2	0.33	21.5	4.65
-8.4	6.2	0.33	18.5	5.40
-8.6	9.2	0.40	22.9	4.36
-8.8	9.3	0.47	19.9	5.02
-9.0	12.3	0.40	30.8	3.25
-9.2	12.3	0.47	26.4	3.79
-9.4	11.3	0.40	28.3	3.54
-9.6	11.3	0.53	21.2	4.72
-9.8	6.4	0.27	24.1	4.15
-10.0	7.4	0.20	37.1	2.69
-10.2	7.4	0.27	27.9	3.59

profond. metri	Rp Kg/cmq	RI Kg/cmq	Rp/RI	Rf
-10.4	8.4	0.27	31.6	3.16
-10.6	10.4	0.40	26.1	3.84
-10.8	10.6	0.53	19.8	5.05
-11.0	10.6	0.47	22.6	4.42
-11.2	8.6	0.60	14.3	7.01
-11.4	7.6	0.40	18.9	5.29
-11.6	8.6	0.47	18.3	5.45
-11.8	9.7	0.93	10.4	9.63
-12.0	118.7	0.07	1780.3	0.06
-12.2	44.7	1.07	41.9	2.39
-12.4	7.7	0.27	28.8	3.47
-12.6	10.7	0.33	32.1	3.12
-12.8	13.8	0.40	34.5	2.89
-13.0	12.8	0.47	27.5	3.64
-13.2	13.8	0.60	23.0	4.34
-13.4	12.8	0.60	21.4	4.68
-13.6	11.8	0.53	22.2	4.51
-13.8	12.9	0.60	21.6	4.63
-14.0	12.9	0.67	19.4	5.15
-14.2	12.9	0.53	24.3	4.12
-14.4	11.9	0.53	22.4	4.46
-14.6	11.9	0.47	25.6	3.91
-14.8	10.1	0.40	25.2	3.97
-15.0	10.1	0.00	0.0	0.00



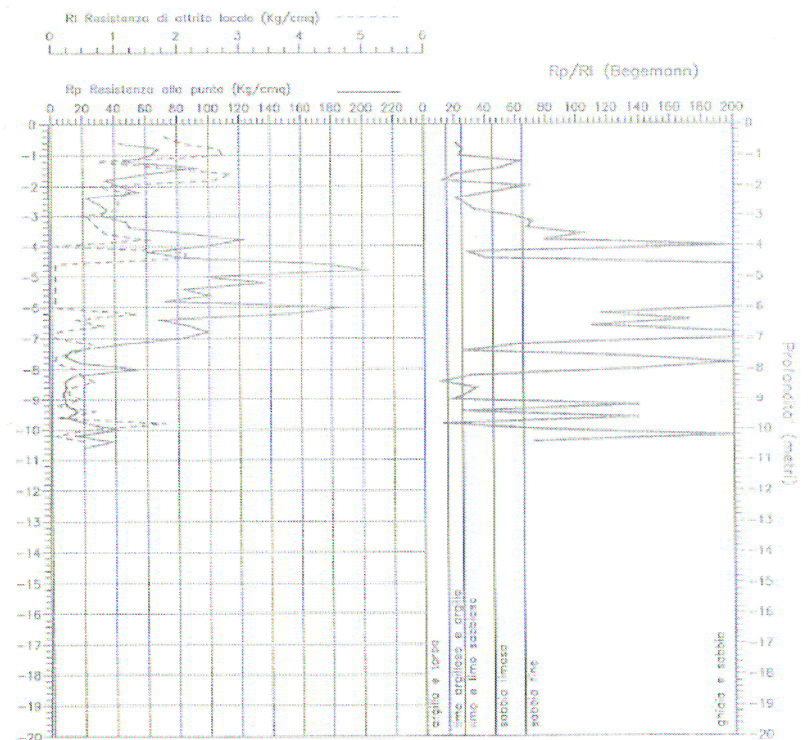
**PROVA PENETROMETRICA STATICA STANDARD  
CPT N. 33 (38)**

Committente: COMUNE DI FOLIGNO  
Località: pianura folignate

Anello allargatore: 2<sup>a</sup> - 3<sup>a</sup> asta  
Profondità della falda a m. 2.70 del p.c.

profond. metri	Rp Kg/cmq	Rl Kg/cmq	Rp/Rl	Rf
-0.4	0.0	1.00	0.0	0.00
-0.6	43.1	2.07	20.9	4.79
-0.8	68.3	2.67	25.6	3.91
-1.0	63.3	2.73	23.1	4.32
-1.2	46.3	0.73	63.1	1.59
-1.4	92.3	1.80	51.3	1.95
-1.6	60.3	2.87	21.0	4.76
-1.8	34.4	2.60	13.2	7.56
-2.0	44.4	0.67	66.6	1.50
-2.2	55.4	1.27	43.7	2.29
-2.4	22.4	1.07	21.0	4.76
-2.6	29.5	1.07	27.7	3.61
-2.8	35.5	1.07	33.3	3.00
-3.0	31.5	0.53	59.1	1.69
-3.2	47.5	0.67	71.3	1.40
-3.4	49.5	0.73	67.5	1.48
-3.6	89.5	0.87	103.3	0.97
-3.8	121.7	1.53	79.3	1.26
-4.0	98.7	0.07	1479.8	0.07
-4.2	61.7	2.13	28.9	3.46
-4.4	86.7	2.13	40.6	2.46
-4.6	177.6	0.07	2664.7	0.04
-4.8	202.8	0.07	3041.7	0.03
-5.0	97.8	0.07	1466.7	0.07
-5.2	136.8	0.07	2051.7	0.05
-5.4	83.8	0.07	1256.7	0.08
-5.6	100.8	0.07	1511.7	0.07
-5.8	71.9	0.07	1078.7	0.09
-6.0	187.9	0.07	2818.6	0.04
-6.2	154.9	1.33	116.2	0.86
-6.4	68.9	0.40	172.3	0.50
-6.6	87.9	0.80	109.9	0.91
-6.8	99.0	0.07	1485.6	0.07
-7.0	82.0	0.07	1230.6	0.08
-7.2	42.0	0.67	63.1	1.59
-7.4	12.0	0.47	25.8	3.88
-7.6	9.0	0.07	135.6	0.74
-7.8	18.2	0.07	272.5	0.37
-8.0	56.2	0.40	140.4	0.71
-8.2	14.2	0.47	30.4	3.29
-8.4	8.2	0.67	12.3	8.16
-8.6	9.2	0.27	34.4	2.91
-8.8	7.3	0.27	27.4	3.65
-9.0	6.3	0.47	17.8	5.62
-9.2	9.3	0.07	139.5	0.72
-9.4	16.3	0.67	24.4	4.09
-9.6	9.3	0.07	139.5	0.72
-9.8	22.4	1.80	12.5	8.02
-10.0	42.4	0.53	79.6	1.26
-10.2	15.4	0.07	231.4	0.43

profond. metri	Rp Kg/cmq	Rl Kg/cmq	Rp/Rl	Rf
-10.4	38.4	0.53	72.1	1.39
-10.6	20.4	0.00	0.0	0.00



❖ **ALLEGATO B) indagini sismiche**

- **PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE SH**

- **Profilo 1 (loc. Il Casone – Istituto A. Bina)**

- **MASW**

- **Profilo 1 (loc. Il Casone – Istituto A. Bina)**

- **Profilo 2 (loc. Casevecchie – geol. L. Ercolini)**

- **HSVR**

- **Indagine HSVR 1 (loc. Il Casone – Istituto A. Bina)**

- **Indagine HSVR 2 (loc. Il Casone – Istituto A. Bina)**

Il valore della Vs30 equivalente viene determinato sulla base della relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

Vs30 = velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità

hi = spessore dello strato i-esimo

vi = velocità delle onde S dello strato i-esimo

N = numero di strati presenti entro i primi 30 metri

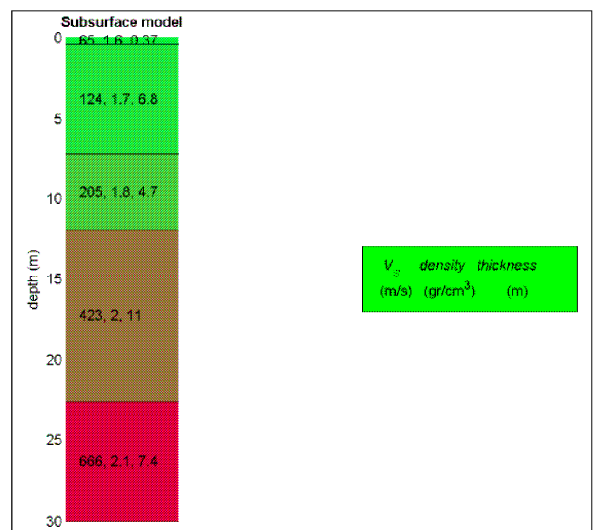
Nel caso specifico tale valore  $V_{S30}$  risulta pari a **250 m/s**. In base alle normative vigenti *O.P.C.M. 3274/2003* e alla *normativa "NTC" 14 Gennaio 2008* deve essere definita l'azione sismica di progetto sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria di suolo su cui sarà realizzata l'opera.

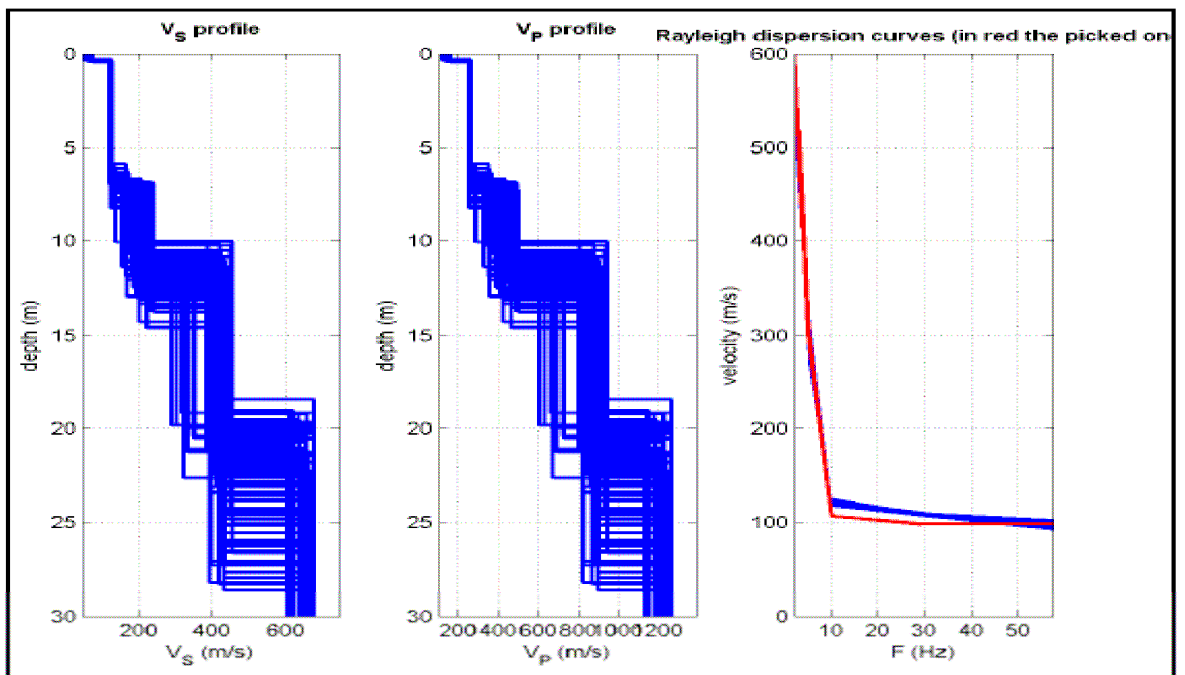
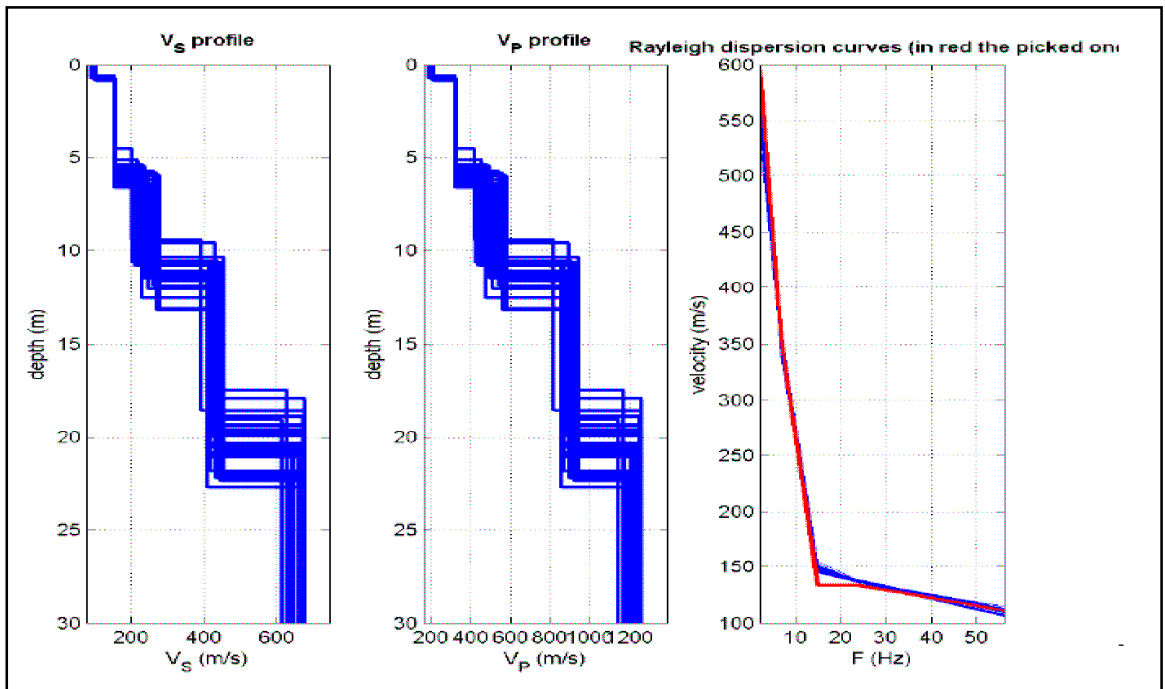
Il valore di *Vs30 equivalente* restituito dal modello di calcolo, pari a **250 m/s**, fa ricadere il sottosuolo di interesse progettuale nella **categoria C**.

#### MODELLO RICAIVATO

	Vsv (m/s)	Spessore	Densità (g/cm <sup>3</sup> )	Modulo di taglio (MPa)
STRATO 1	65	0.40	1.57	7
STRATO 2	124	6.80	1.73	27
STRATO 3	205	4.70	1.82	78
STRATO 4	423	10.70	2.02	362
STRATO 5	666	-	2.11	935

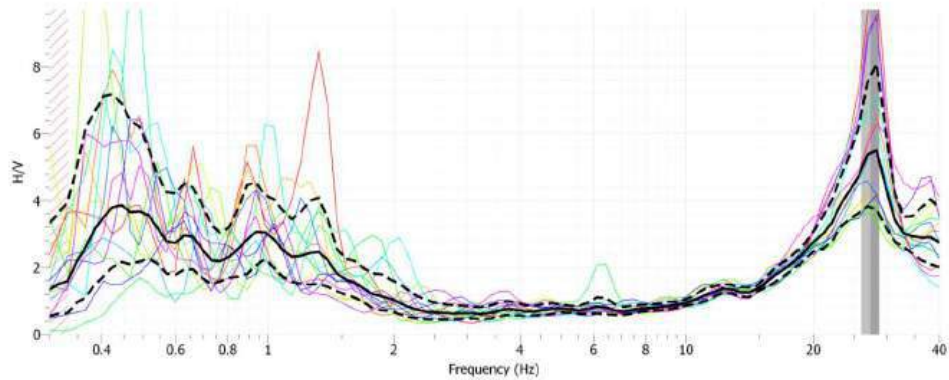
	Vp (m/s)	Poisson
STRATO 1	135	0.35
STRATO 2	258	0.35
STRATO 3	427	0.35
STRATO 4	881	0.34
STRATO 5	1246	0.30



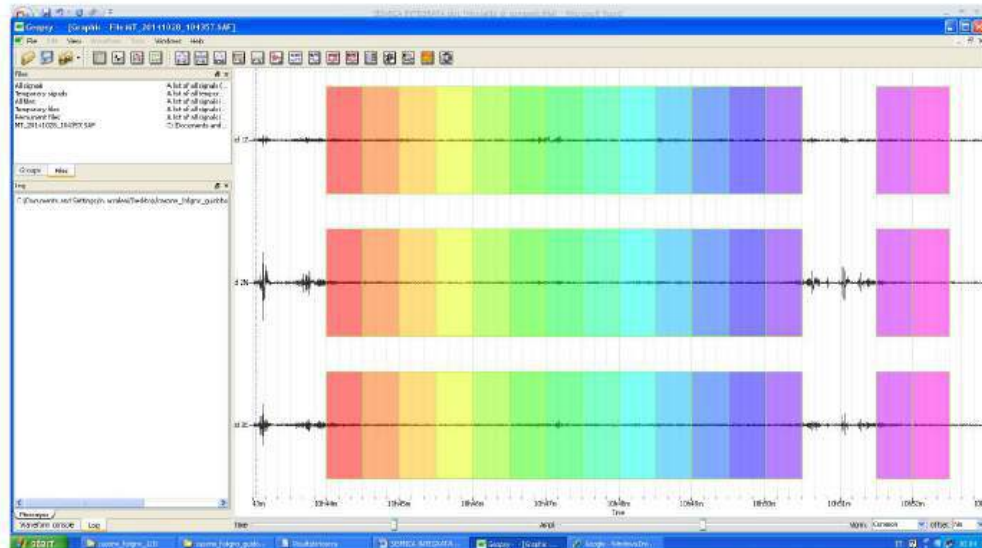


- **HSVR**

**Dati HSVR 01 - loc. Il Casone (Istituto A. Bina, 2016)**

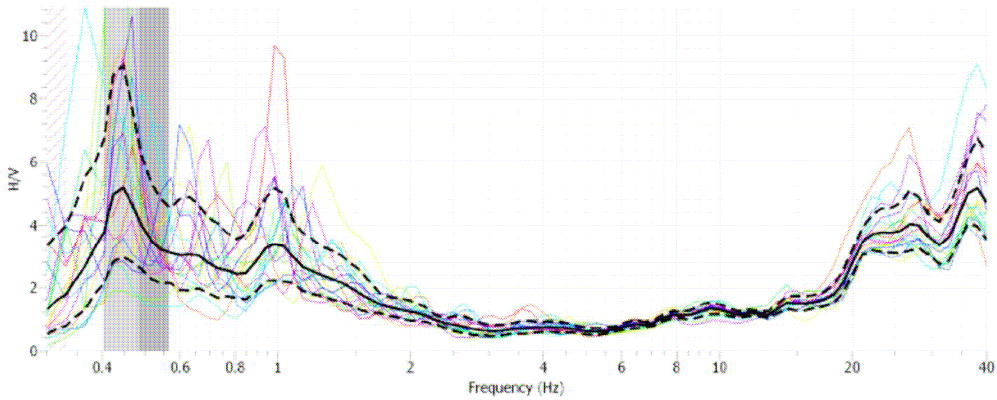


Grafino F-H/V. La frequenza di risonanza dei depositi risulta corrispondere a circa 0.4-0.5 Hz. A tale picco principale di frequenza corrisponde un valore H/V di circa 4. Tale fattore è associabile ad un contrasto di rigidità sismica profondo. Si nota un altro picco secondario alla frequenza di circa 1 Hz. Un altro picco si trova a circa 30 Hz ed è associabile, con molta probabilità, a rumore antropico (vicino impianto di depurazione con mezzi in movimento).

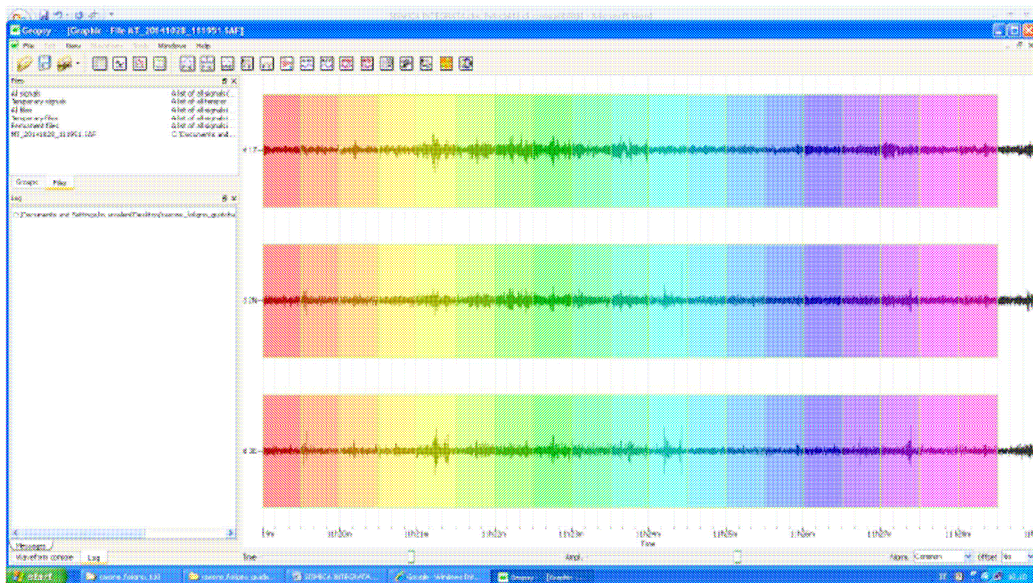


Sismogramma punto di registrazione HSVR 02 con le finestre utilizzate per l'analisi HSVR.

**Dati HSVR 02 - loc. Il Casone (Istituto A. Bina, 2016)**



Grafino F-H/V. La frequenza di risonanza dei depositi risulta corrispondere, come per l'altro punto, a circa 0.4-0.5 Hz, al quale corrisponde un valore di H/V di circa 5. Tale picco è associabile ad un contrasto di rigidità sismica profondo. Si nota un secondo picco a circa 1 Hz e picchi ad alte frequenze associabili, con molta probabilità, a rumore antropico (vicino impianto di depurazione con mezzi in movimento).



Sismogramma punto di registrazione HVSR 02 con le finestre utilizzate per l'analisi HVSR.

**CALCOLO DEL PARAMETRO VS30 (NTC 14/01/08) DAL P.C.**

vs	spessore	h/vs	H substrato	VsH
148	3,75	0,025338	30	174,8763
154	3,75	0,024351		
163	3,75	0,023006		
173	3,75	0,021676		
181	3,75	0,020718		
188	3,75	0,019947		
201	3,75	0,018657		
210	3,75	0,017857		

- **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



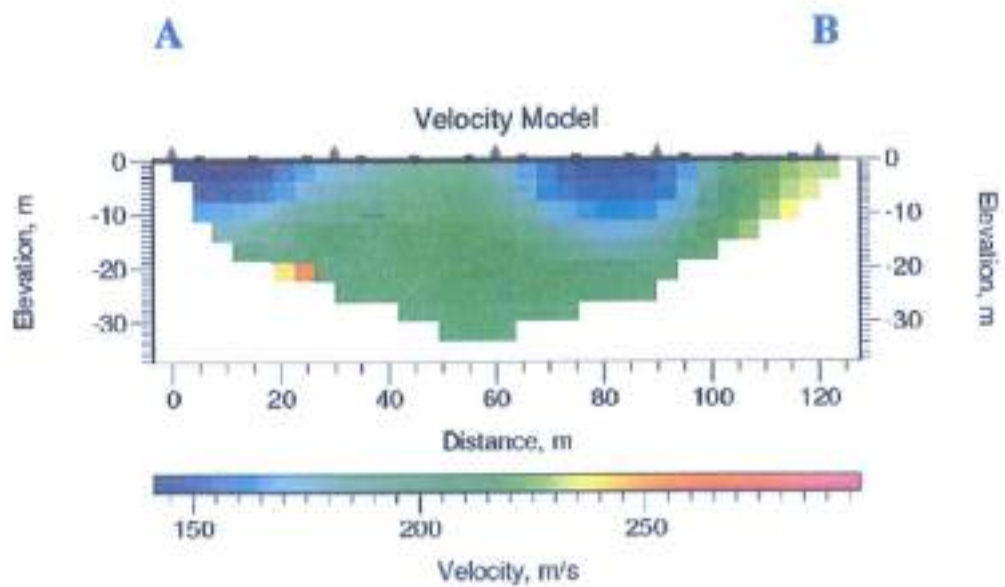


- **PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE SH**

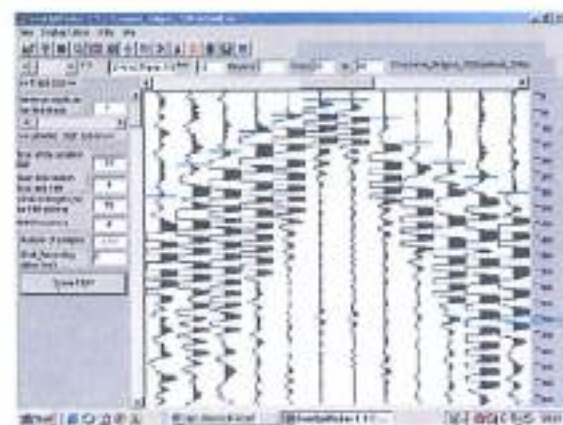
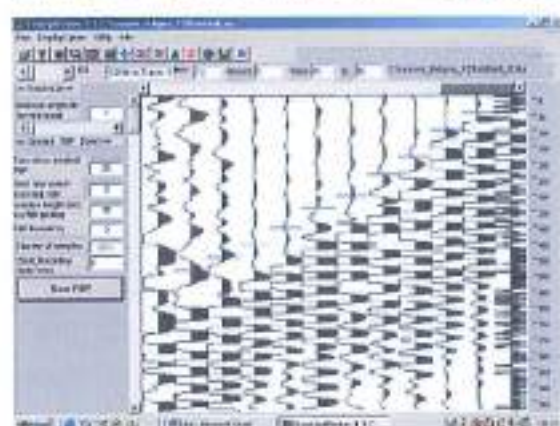
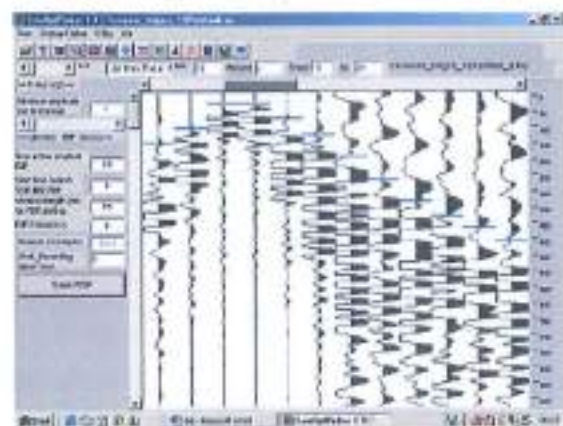
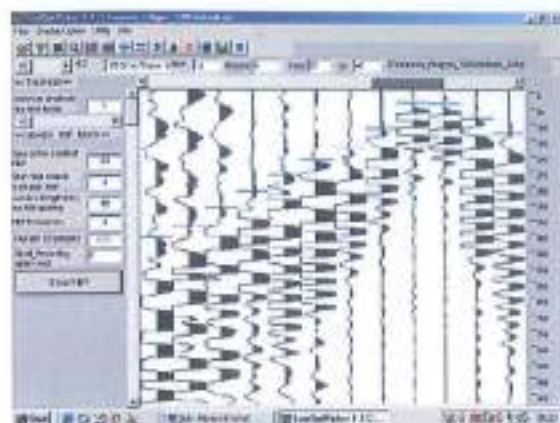
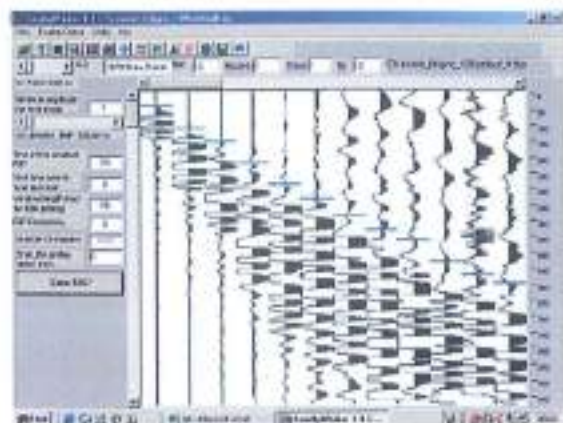
Profilo 1 - loc. Il Casone (Istituto A. Bina)



**PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE onde SH: TOMOGRAFIA**  
Sezione A - B onde SH: Modello di velocità (modello multistrato)

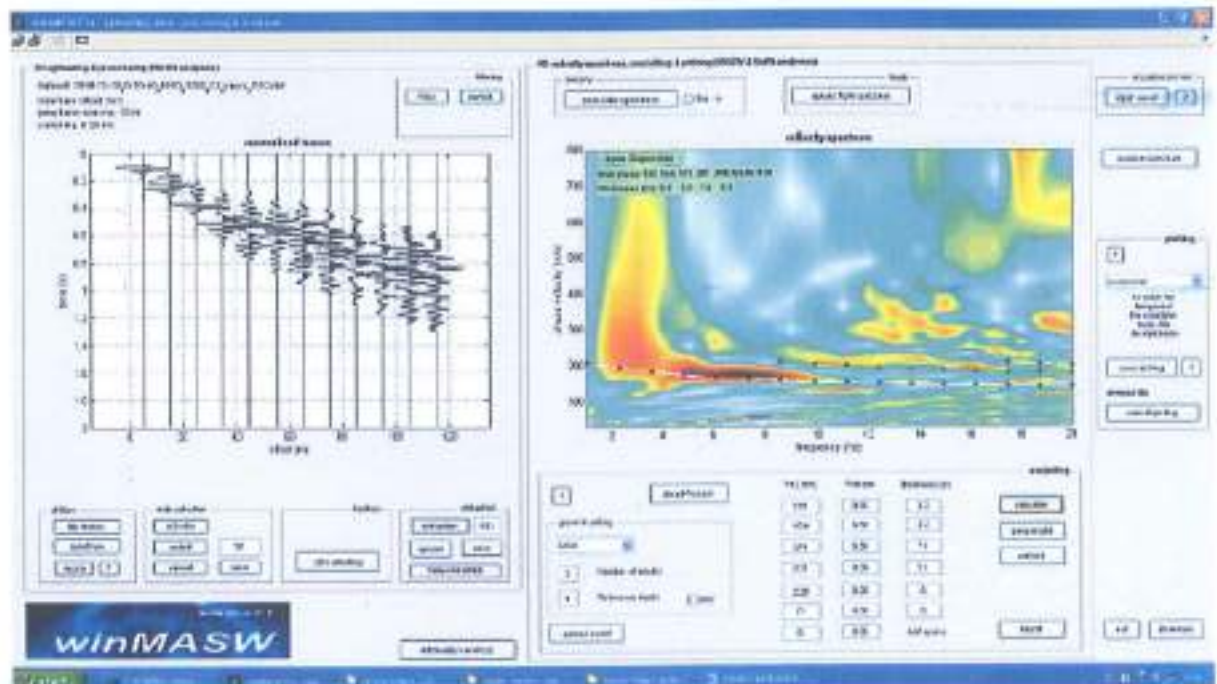


### Sismogrammi profilo A-B onde SH



- MASW

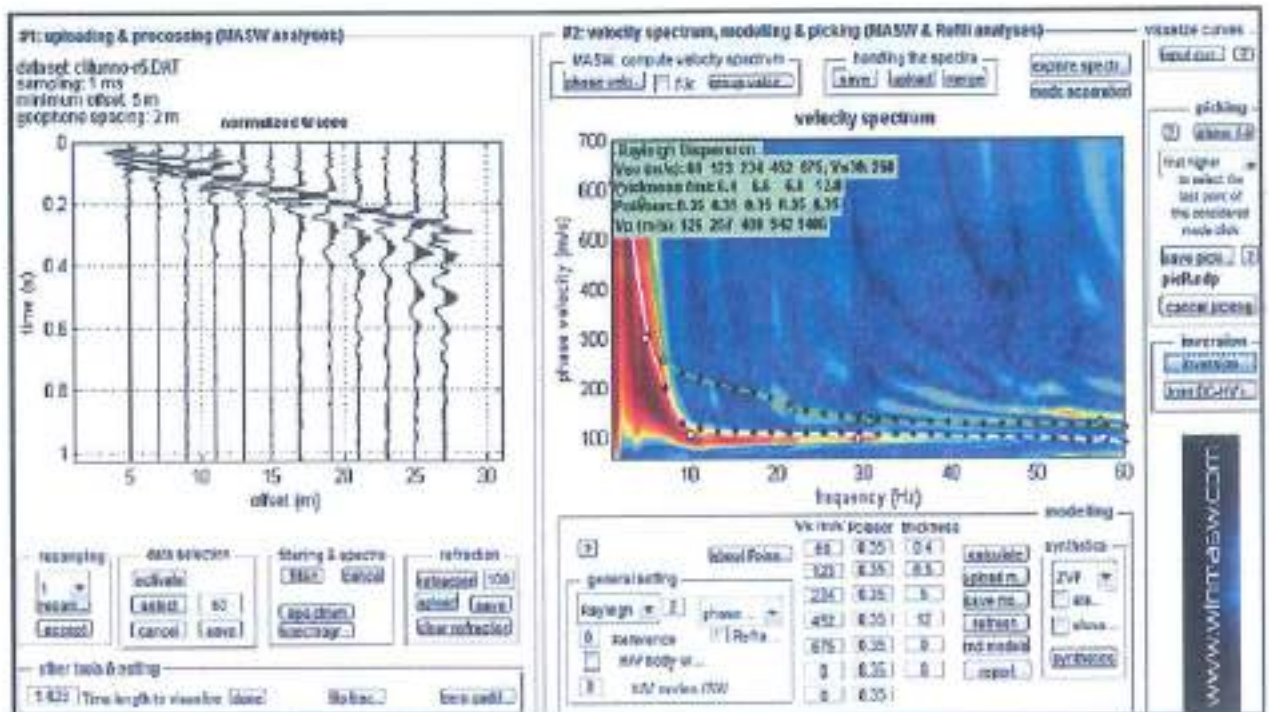
Profilo 1 - loc. Il Casone (Istituto A. Bina, 2016)



Analisi dei dati con tecnica MASW del profilo A-B onde di Love

- MASW

Profilo 1 - loc. Casevecchie (geol. Silla Nadia, 2016)



Il valore della  $V_{s30}$  equivalente viene determinato sulla base della relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

$V_{s30}$  = velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità

$h_i$  = spessore dello strato i-esimo

$v_i$  = velocità delle onde S dello strato i-esimo

$N$  = numero di strati presenti entro i primi 30 metri

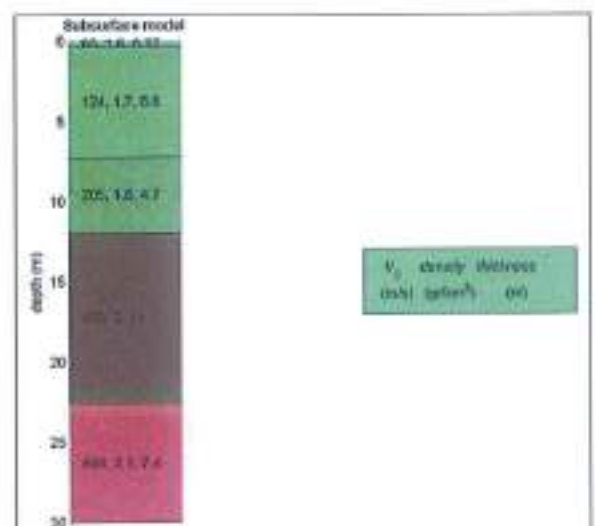
Nel caso specifico tale valore  $V_{s30}$  risulta pari a **250 m/s**. In base alle normative vigenti *O.P.C.M. 3274/2003* e alla normativa *"NTC" 14 Gennaio 2008* deve essere definita l'azione sismica di progetto sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria di suolo su cui sarà realizzata l'opera.

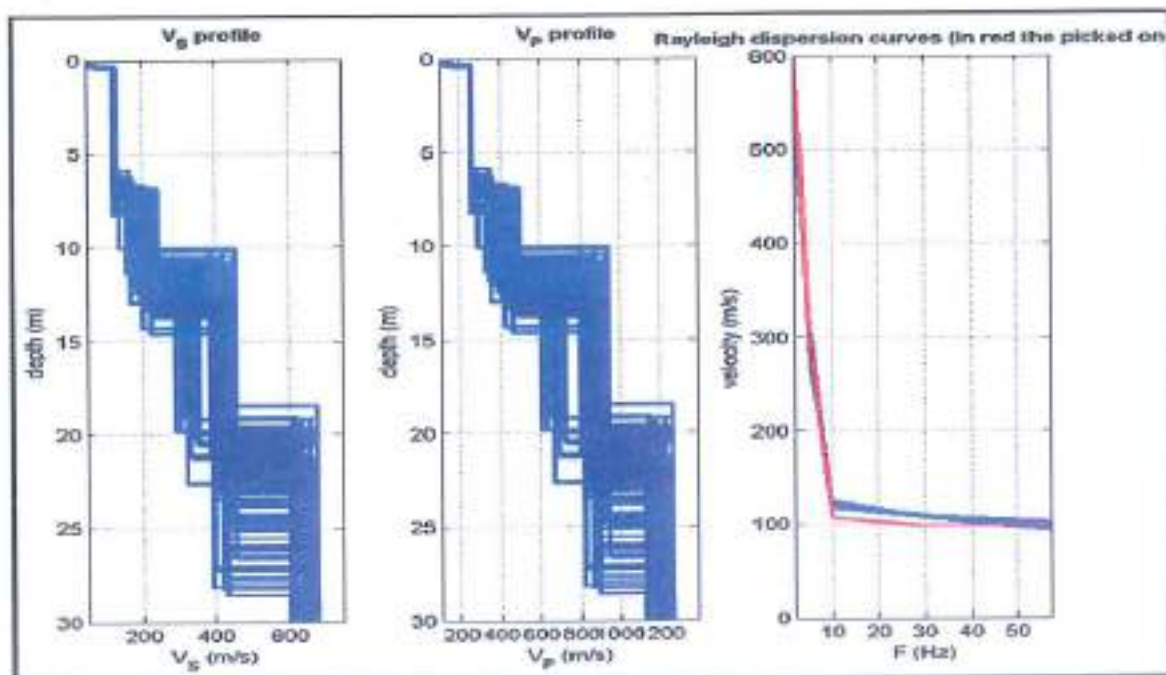
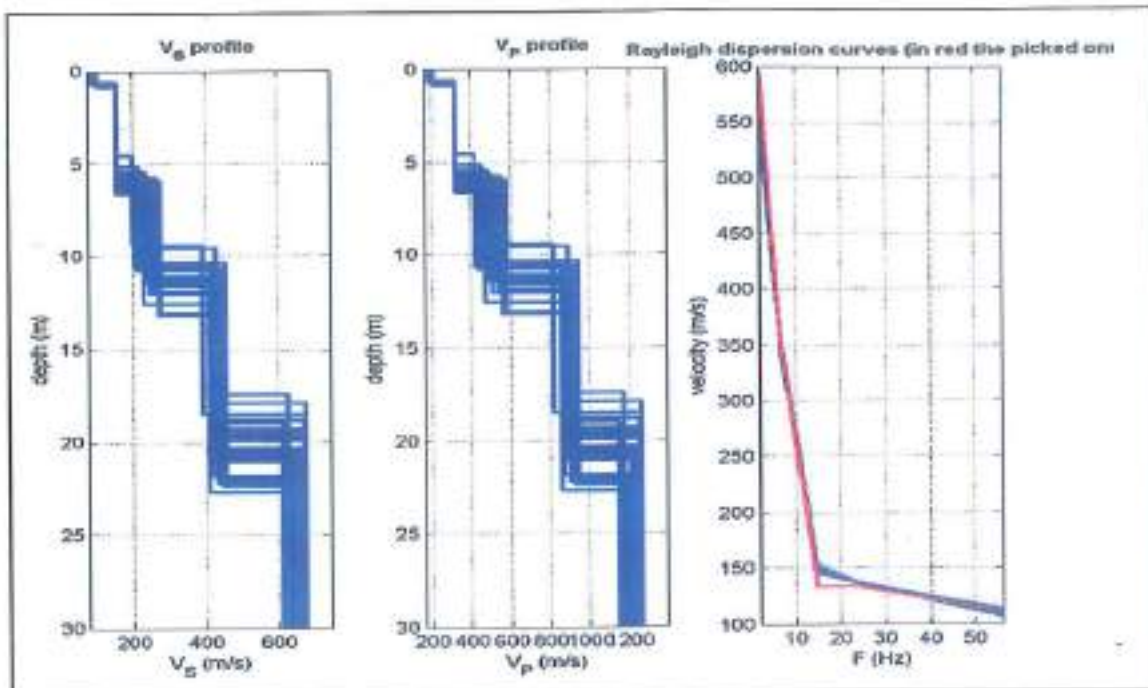
Il valore di  $V_{s30}$  equivalente restituito dal modello di calcolo, pari a **250 m/s**, fa ricadere il sottosuolo di interesse progettuale nella **categoria C**.

#### MODELLO RICAVATO

	$V_{sv}$ (m/s)	Spessore	Densità (g/cm <sup>3</sup> )	Modulo di taglio (MPa)
STRATO 1	65	0.40	1.57	7
STRATO 2	124	6.80	1.73	27
STRATO 3	205	4.70	1.82	78
STRATO 4	423	10.70	2.02	362
STRATO 5	666	-	2.11	935

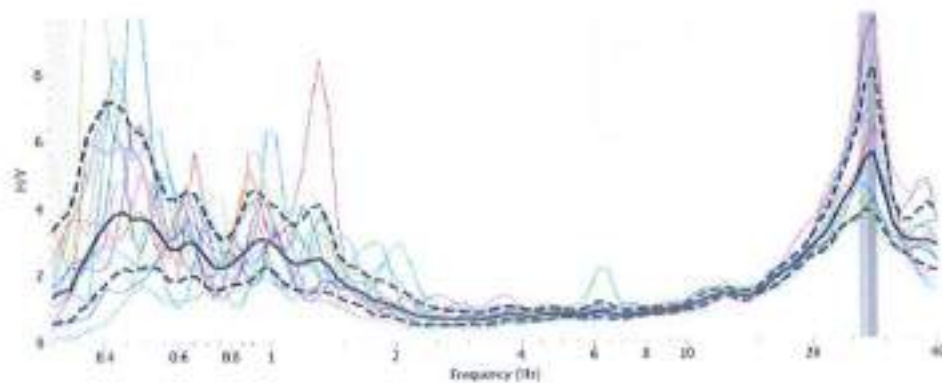
	$V_p$ (m/s)	Poisson
STRATO 1	135	0.35
STRATO 2	258	0.35
STRATO 3	427	0.35
STRATO 4	881	0.34
STRATO 5	1246	0.30



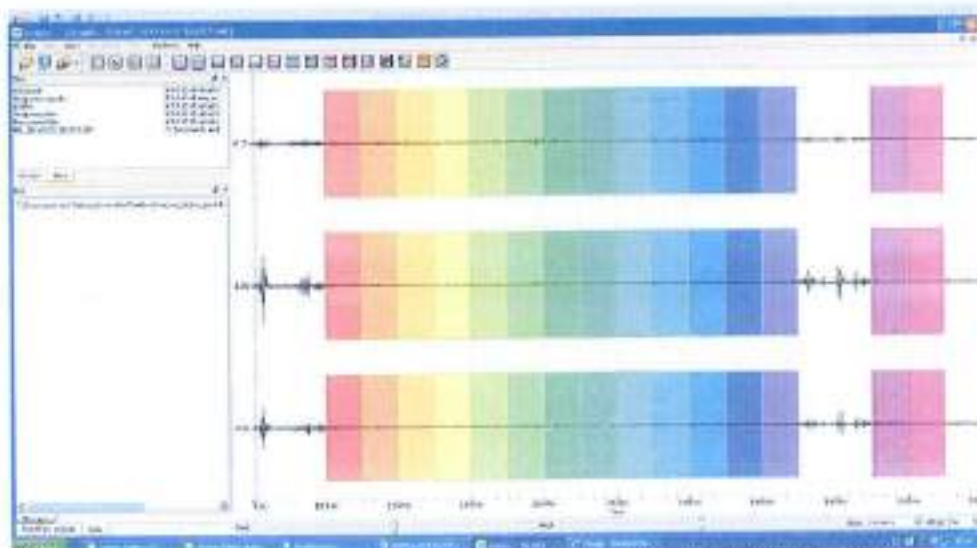


- HSVR

Dati HSRV 01 - loc. Il Casone (Istituto A. Bina, 2016)

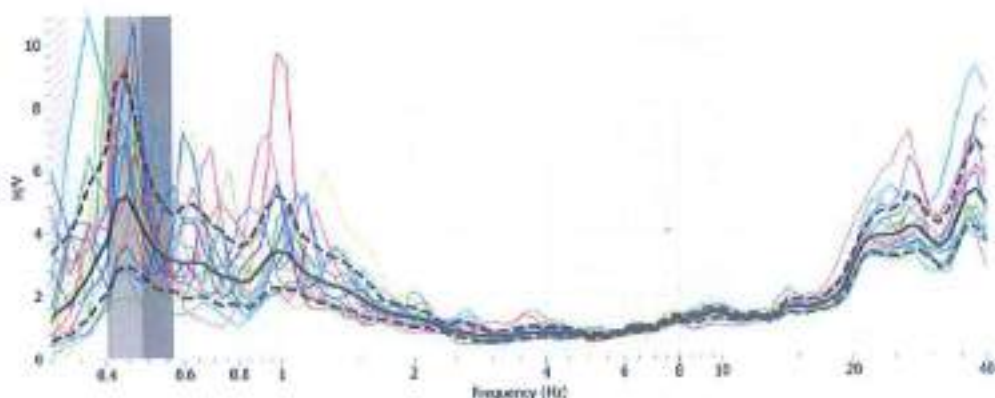


Grafino F-H/V. La frequenza di risonanza dei depositi risulta corrispondere a circa 0.4-0.5 Hz. A tale picco principale di frequenza corrisponde un valore H/V di circa 4. Tale fattore è associabile ad un contrasto di rigidità sismica profondo. Si nota un altro picco secondario alla frequenza di circa 1 Hz. Un altro picco si trova a circa 30 Hz ed è associabile, con molta probabilità, a rumore antropico (vicino impianto di depurazione con mezzi in movimento).

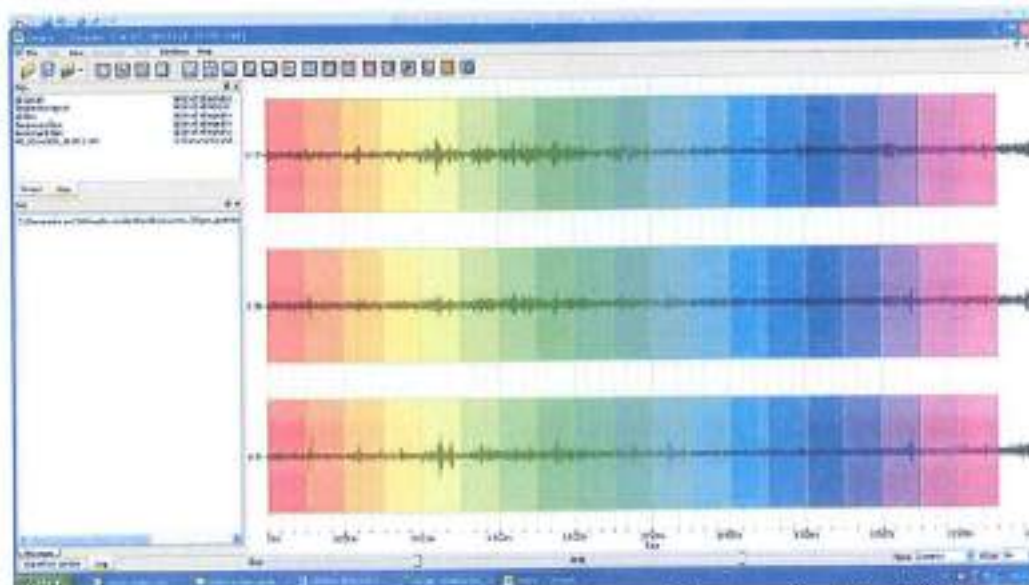


Sismogramma punto di registrazione HSRV 02 con le finestre utilizzate per l'analisi HSRV.

**Dati HSVR 02 - loc. Il Casone (Istituto A. Bina, 2016)**



Grafino F-H/V. La frequenza di risonanza dei depositi risulta corrispondere, come per l'altro punto, a circa 0.4-0.5 Hz, al quale corrisponde un valore di H/V di circa 5. Tale picco è associabile ad un contrasto di rigidità sismica profondo. Si nota un secondo picco a circa 1 Hz e picchi ad alte frequenze associabili, con molta probabilità, a rumore antropico (vicino impianto di depurazione con mezzi in movimento).



Sismogramma punto di registrazione HSVR 02 con le finestre utilizzate per l'analisi HSVR.

**CALCOLO DEL PARAMETRO VS30 (NTC 14/01/08) DAL P.C.**

vs	spessore	h/vs	H substrato	VsH
148	3,75	0,025338	30	174,8763
154	3,75	0,024351		
163	3,75	0,023006		
173	3,75	0,021676		
181	3,75	0,020718		
188	3,75	0,019947		
201	3,75	0,018657		
210	3,75	0,017857		



