



COMUNE DI FOLIGNO
AREA GOVERNO DEL TERRITORIO
SERVIZIO URBANISTICA

Corso Cavour 89



PRG '97

VARIANTI PARZIALI AL PRG '97:

- 1) LOCALITA' SANT'ERACLIO - RECEPIMENTO CARTOGRAFICO OPERE PUBBLICHE STRADALI IN VIA LONDRA, VIA BERLINO E VIA FLAMINIA
- 2) LOCALITA' MOANO - ADEGUAMENTO CLASSIFICAZIONE AREA PER IMPIANTO DI DISTRIBUTORE CARBURANTI IN VIA FLAMINIA

Elaborato aggiornato maggio 2017

ELAB. N. 4	RELAZIONE GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA
----------------------	---

COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE: arch. Anna CONTI

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

IL DIRIGENTE DI AREA: dott. Vincent OTTAVIANI

DATA: maggio 2017

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto: “**PRG’97** – Variante parziale al PRG’97: **Località Sant’Eraclio** - Recepimento cartografico opere pubbliche stradali in via Londra, via Berlino e via Flaminia; **Località Moano** - Adeguamento classificazione area per impianto di distribuzione carburanti in via Flaminia”, resasi necessaria per recepire le trasformazioni del territorio già determinate dalla realizzazione delle opere infrastrutturali approvate in variante al PRG’97 con D.C.C. n. 91 del 17.07.2006 (realizzazione di tratto stradale di via Berlino, di via Londra, allargamento della strada SR n. 3 per il tratto tra lo svincolo con via Berlino fino all’incrocio stradale per Vocabolo Formoni da parte di ANAS), oltre all’adeguamento della classificazione di un’area nel “paesaggio di pianura”, zona E, destinata dal PRG’97 ad area agricola di pregio (EP/AP) che, per gli effetti del permesso a costruire n. 92 del 2015, rilasciato ai sensi dell’articolo 74, comma 5, L.R. n. 10 del 13.06.2014, assume la nuova classificazione M/S* [Sistema della mobilità – zona F dove sono consentiti solo gli interventi previsti dalla legislazione di settore per gli impianti di distribuzione carburanti (art. 74, l.r. 13/06/2014, n. 10)].

Con il presente progetto è stato elaborato un nuovo disegno delle aree interessate e la conseguente riclassificazione delle stesse, fatto per il quale si rende necessario l’adeguamento delle previsioni del PRG vigente alle trasformazioni determinate con tale proposta di variante.

1.1. Ubicazione dell’area

L’area indagata si colloca topograficamente in cartografia:

- I.G.M.I. scala 1: 25.000 - Foglio n.131 I S.O. “**Trevi** ” (**All. 1**);
- C.T.R. scala 1:10.000 - Sezione n. 324-050 “**FOLIGNO**” (**All. 2**);
- OrtoFotoCarta scala 1:5.000 - Sezione n. 324.050 (**All. 3**);
- Planimetria catastale (**All. 4**).

L’area interessata della presente indagine si trova in località Moano (Adeguamento classificazione area per impianto di distribuzione carburanti in via Flaminia) e in località Sant’Eraclio, in coincidenza delle strade comunali di via Londra, via Berlino e via Flaminia, frazione posta a SE della città di Foligno, in corrispondenza delle pendici occidentali del Monte Cologna. (**All. 1**).

2. STUDIO GEOLOGICO

2.1. Finalità e metodologia di studio

La variante proposta (**All. 3 e 4**) prevede in sintesi:

1. Il recepimento cartografico del tracciato della nuova strada, denominata via Berlino, che ha comportato:
 - La realizzazione di un nuovo tratto stradale, a partire dallo svincolo con via Scandolaro fino all'incrocio con via Londra, in una zona classificata V/AS (Sistema del Verde - Verde Urbano attrezzato per lo sport);
 - L'allargamento di una sede stradale già esistente a partire dall'incrocio con via Londra fino a via Pozzosecco, in una zona classificata EP/AP (Spazio extraurbano – zona E – Paesaggio della Pianura – Ambito: Agricolo di Pregio).
2. La proposta di modifica delle previsioni di PRG '97 per il tracciato stradale di via Londra, lungo il lato destro, entrando nella stessa strada da via Scandolaro, fino all'incrocio con via Berlino.
3. Il recepimento cartografico dell'allargamento della strada SR n. 3, realizzato dall'ANAS per il tratto tra lo svincolo con via Berlino fino all'incrocio stradale per Vocabolo Formoni (Moano), in una zona classificata EP/AP (Spazio extraurbano – zona E – Paesaggio della Pianura – Ambito: Agricolo di Pregio);
4. L'adeguamento della classificazione di un'area nel "paesaggio della pianura", zona E, destinata dal PRG'97 ad area agricola di pregio (EP/AP). Tale area, per gli effetti del permesso a costruire n. 92 del 2015, rilasciato ai sensi dell'articolo 74, comma 5, L.R. n. 10 del 13 giugno 2014 (...*"La localizzazione degli impianti di carburanti stradali costituisce un mero adeguamento degli strumenti urbanistici su tutte le zone e sottozone del piano regolatore generale comunale non sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali ovvero monumentali e non comprese nelle zone territoriali omogenee A"*...) assume la nuova classificazione M/S* [Sistema della mobilità – zona F dove sono consentiti solo gli interventi previsti dalla legislazione di settore per gli impianti di distribuzione carburanti (art. 74, l.r. 13/06/2014, n. 10)].

Con tale progetto viene pertanto aggiornata la tavola di riferimento di PRG tramite l'elaborato "ELAB. 2/2 – PRG Elaborato P3 – Stralcio tavola 2" - proposta di recepimento della variante (**All. 5B**).

Sulla scorta di quanto sopra esposto, la presente relazione pertanto viene redatta sulla base degli studi e delle indagini condotte in passato per la redazione dello stesso PRG, 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.

A tal proposito si fa riferimento a sondaggi e indagini geognostiche a disposizione dell'ufficio (**All. 8**) ricadenti nell'area in esame e in quelle contermini, su terreni dello stesso complesso geologico.

L'indagine svolta è stata così articolata:

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

Inoltre si è 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;
- Microzonazione Sismica Speditiva di "Sant'Eraclio" approvata con D.G.R. 4363/98;
- 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, sismica e geologico-tecnica per la realizzazione di un distributore carburanti per autotrazione, redatta dal geol. Guidobaldi Filippo.

2.2. Contesto geologico di riferimento con preciso riferimento al progetto

2.2.1. Geologia

La zona oggetto del presente studio si colloca alle pendici occidentali del Monte Cologna appartenente alla struttura appenninica Monte Serrone – Colle Pian di Morro, in posizione prossimale rispetto all'estesa fascia detritica che localmente costituisce il raccordo tra la pianura della Valle Umbra derivante dal colmamento dell'antico Lago Tiberino (Plio - Pleistocene) e i rilievi calcarei che la delimitano ad oriente (**All. 1**).

Dal punto di vista geologico la Carta Geologica d'Italia F° 131 – Foligno, riporta la presenza di *sedimenti detritici della falda pedemontana, passante lateralmente e verso valle, ai depositi fluvio-palustri terrazzati di colmamento della piana folignate*.

Scala di dettaglio - L'area d'intervento si colloca sulla fascia collinare di raccordo tra la valle alluvionale dell'antico Lago Tiberino e la dorsale calcarea, caratterizzata dall'affioramento esteso delle formazioni marnoso arenacee mioceniche.

In particolare nel sito d'indagine si riscontrano prevalentemente depositi detritici recenti (**dr**) della falda pedemontana (**All. 10**), costituiti da ghiaie compatte a spigoli vivi o poco smussati, in matrice limo sabbiosa rosata, da cui si evidenzia la loro natura quale prodotto di alterazione in posto, moderato trasporto e deposizione, soprattutto sotto forma di accumuli gravitativi oppure presi in carico dai fossi di scolo e disposti sotto forma di modeste conoidi alluvionali. Si tratta in generale di breccie poligeniche prevalentemente calcaree, poco o nulla evolute, che risultano caratterizzate da una granulometria variabile, che può essere ciottolosa soprattutto

nelle zone più rilevate corrispondenti alle pendici, eterogranulare nella fascia intermedia e prevalentemente fine per le aree verso la pianura.

La formazione di substrato è quella della **Marnoso Arenacea** osservabile direttamente solo in corrispondenza di un recente taglio stradale, altrimenti occultata da depositi detritici superficiali “recenti”, costituiti appunto da coltri detritiche per le quali la granulometria varia, diminuendo, dalle zone di monte verso valle (**All. 11**).

La stratigrafia caratteristica della zona in oggetto, ricostruita in base ai dati riferibili a precedenti indagini a disposizione, è descritta come segue:

- da 0,0 a 0,8 m terreno vegetale ricco di scheletro ghiaioso fine (coltre superficiale di alterazione)
- da 0,8 a (1,6-2,4) m ghiaia medio fine, prevalentemente calcarea, in matrice limoso – sabbiosa moderatamente addensata
- da (1,6-2,4) a (6,4-7,0) m ghiaia eterometrica calcarea, a tratti cementata, con aumento della frazione limo-argilloso con la profondità
- > (6,4-7,0) m limi sabbiosi poco addensati con ghiaia fine dispersa o organizzata in sottili livelletti

2.2.2. Geomorfologia

Da un punto di vista geomorfologico generale l'area è posta ad una quota di circa 226-255 m s.l.m. con pendenze verso Ovest intorno al 10%, come risultato del progressivo accumulo dei depositi detritici, per lo più ad opera dei processi gravitativi, che costituiscono il prodotto della disgregazione delle masse litiche dei rilievi circostanti. Detta falda detritica si presenta sostanzialmente stabile, e comunque, allo stato attuale non si rilevano forme del suolo riconducibili a fenomeni di dissesto manifesti o latenti, per cui la zona si può considerare certamente stabile (**All. 12**).

2.2.3. Idrogeologia

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale risulta praticamente assente, ed inoltre essendo l'area morfologicamente elevata sono esclusi fenomeni di ristagno idrico ed assente anche il rischio di esondazione.

I depositi detritici presenti sono di tipo ghiaioso in matrice prevalentemente limo sabbiosa, caratterizzati in genere da una permeabilità medio/alta ($K = 10^{-2}-10^{-3}$ m/s), per cui in occasione di intensi eventi meteorologici le acque tendono ad infiltrarsi nel terreno mentre solo in piccola parte ruscellano in superficie per essere convogliate verso valle lungo le vie preferenziali di scorrimento, corrispondenti alle maggiori linee di impluvio. Si può quindi affermare che la maggior parte delle acque meteoriche ricadenti nell'area vengono principalmente assorbite dalla coltre vegetale, alterando le proprie caratteristiche fisiche e

soltanto una piccola parte defluiscono verso valle. Nell'area d'intervento, dovranno essere previste comunque, a livello esecutivo, opere atte a garantire l'allontanamento delle acque superficiali di scorrimento mediante una corretta regimazione idraulica.

Non sono presenti emergenze idriche e ricerche d'acqua condotte nell'area, hanno dimostrato che la falda idrica risulta essere molto profonda (21,0-25,0 m dal p.c.), e pertanto non influenti ai fini del presente progetto.

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 PAI - Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico.

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 (**AII. 7**) e l'Atlante delle situazioni di rischio idraulico, nonché alcuni elaborati con le Fasce fluviali (**AII. 6**) 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.

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** (il giorno successivo alla pubblicazione nella 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 è esterno alle aree individuate dalle fasce di allagabilità riportate nella 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 (**AII. 6**).

- 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, ritenuta attiva ed individuata quindi come frana (**AII. 7**). Tuttavia 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. Tale dato viene ulteriormente confermato dall'analisi della cartografia Inventario dei Fenomeni franosi in Italia, Progetto IFFI in cui viene evidenziato come l'ubicazione della zona di interesse ricada al di fuori di zone interessate da fenomeni franosi in atto o allo stato latente.

- 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 non risulta essere sottoposta ad altro vincolo contemplato dalle medesime (**All. 5**).

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 degli interventi ivi consentiti, la realizzazione di adeguate e sufficienti indagini geognostiche secondo opportuni piani di indagine:

❖ indagini geognostiche (All. A)

- n. 2 Sc_n – pozzetti esplorativi
- n. 2 S_n – sondaggi a carotaggio continuo
- n. 3 DIN_n – prove penetrometriche dinamiche pesanti (DIN_1, DIN_2, DIN_3)

❖ indagini sismiche (All. B)

- n. 1 profilo di SISMICA A RIFRAZIONE in onde SH - 96 m;
- n. 1 profilo sismico MASW in onde di Love (Indagine di taratura)
- n. 1 misura di microtremori a stazione singola (HSVR)

3.2. Piano delle indagini geognostiche e geofisiche

Al fine di definire la stratigrafia dell'area in oggetto sono stati riportati i dati derivanti da indagini geognostiche eseguite nei dintorni ed acquisite dall'ufficio.

I sondaggi disponibili all'intorno dell'area, hanno permesso di accertare la presenza di depositi detritici di falda pedemontana, in sovrapposizione ad un substrato marnoso attribuibile alla formazione della Marnoso Arenacea, come d'altronde indicato nello schema stratigrafico ricostruito per l'area in oggetto, riscontrati in modo praticamente omogeneo nell'area rilevata. Si evidenzia anche la scarsa variabilità laterale dei sedimenti.

3.3. 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 coltre detritica superficiale rappresentata da **sedimenti ghiaiosi in matrice limo sabbiosa** aventi caratteristiche di resistenza meccanica medie, sovrastanti un detrito ghiaioso da mediamente a fortemente addensato. La sezione interpretativa dell'area in studio è riportata nell'**Alf. 9**.

3.4. Caratteristiche geotecniche

La caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati fa riferimento ai dati provenienti da indagini e prove pregresse effettuate nell'area in oggetto, secondo quanto illustrato nell'Allegato A. Si precisa che i parametri sono stati desunti mediando i valori ottenuti dalle relazioni proposte dai diversi autori, sia per i valori minimi che quelli massimi:

- LITOLOGIA: **ghiaia medio fine in matrice limoso – sabbiosa moderatamente addensata**

(coesione)	c = 0 kPa
(peso di volume del terreno)	$\gamma = 1,85 \text{ kN/m}^3$
(densità relativa)	Dr = 0,45
(angolo di attrito)	$\phi' = 30^\circ - 32^\circ$
(modulo elastico)	E' = 30-40 MPa
(modulo edometrico)	Ed = 100-120 kg/cm²

- LITOLOGIA: **ghiaia eterometrica in matrice sabbioso - limosa, a tratti cementata, con aumento della frazione limo-argilloso con la profondità**

(coesione)	c = 0 kPa
(peso naturale di volume)	$\gamma = 1,90 - 2,00 \text{ kN/m}^3$
(densità relativa)	Dr = 0,62 – 1,00
(angolo d'attrito)	$\phi' = 35^\circ - 39^\circ$
(modulo elastico)	E' = 40 - 100 MPa
(coefficiente di Poisson)	v = 0,34

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:

$$\begin{array}{ll} K_s = 2,00-3,00 \text{ kg/cm}^3 & (\text{Limi sabbiosi moderatamente consistenti}) \\ K_s = 8,00-9,00 \text{ kg/cm}^3 & (\text{Ghiaia medio fine addensata}) \end{array}$$

La resistenza dei terreni indagati, è stata valutata per correlazione tra il numero dei colpi registrati nel corso delle prove penetrometriche e quelli relativi alla prova SPT (Standard Penetration Test).

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. 2 viene stabilito che nelle zone 1, 2 e 3 della classificazione sismica vigente, "la parte operativa del PRG debba essere corredata da livelli di indagine di livello 2 di approfondimento, nei casi di aree urbanizzate soggette a trasformazione urbanistica o da urbanizzare, nelle aree suscettibili di amplificazione e nelle aree suscettibili di instabilità di versante, di liquefazioni, di addensamenti e di cedimenti differenziali, di deformazioni del suolo per faglie attive.

Trattandosi di una variante al PRG che riguarda una diversa distribuzione delle aree secondo un nuovo disegno delle stesse, lasciando comunque inalterati gli attuali standard urbanistici stabiliti dal PRG vigente, si assume sufficiente una valutazione delle possibili amplificazioni in funzione della peculiarità geologica, geomorfologica e idrogeologica locale.

4.2. Zonazione sismogenetica

Un quadro sintetico delle sorgenti sismogenetiche attive nell'area di interesse è stato estratto dal *Database of Individual Seismogenic Source* (DISS). In **Fig. 1** 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.

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).

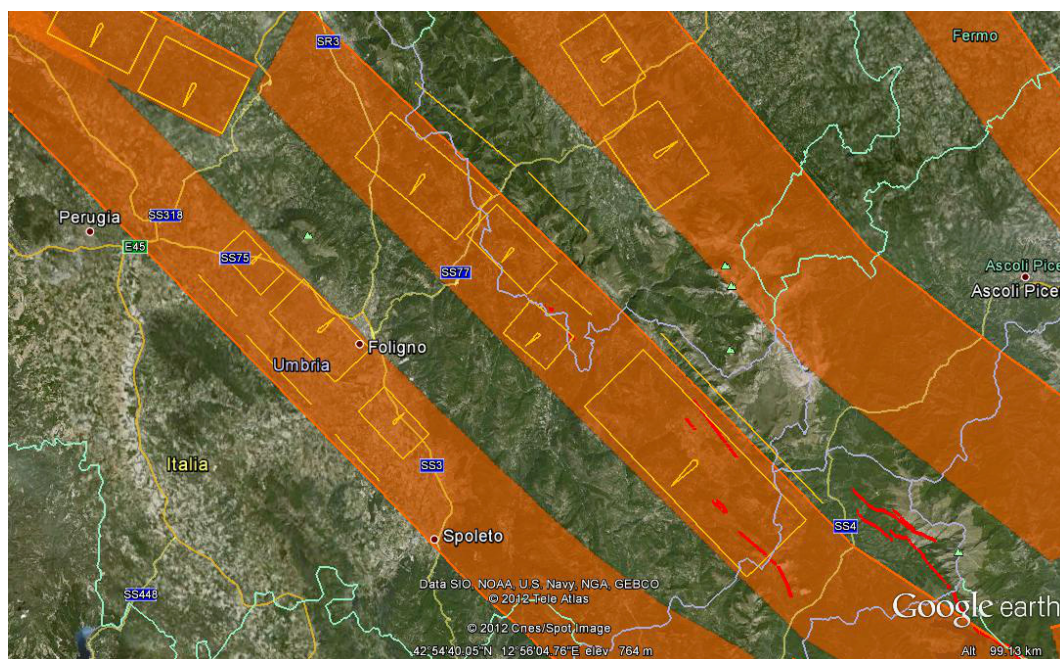
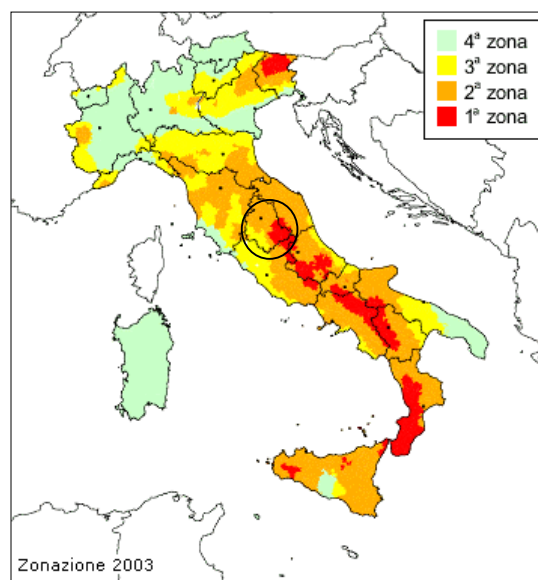


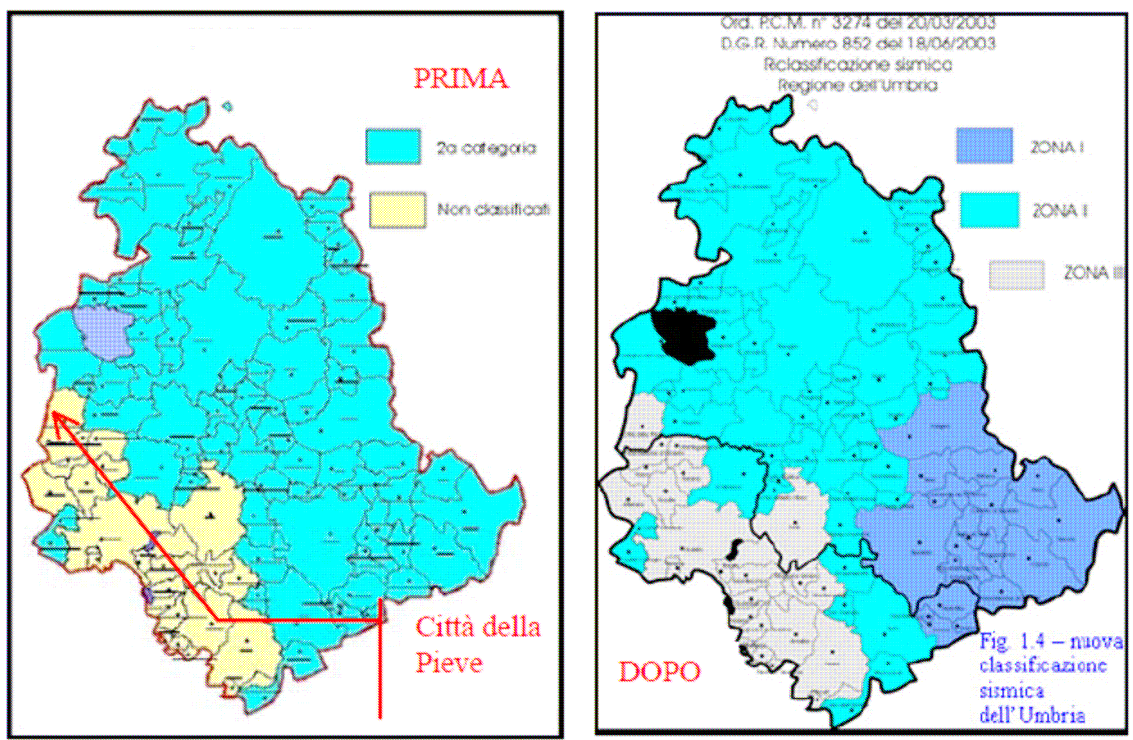
Fig. 1 – da DISS, 2009

4.3. Classificazione sismica

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

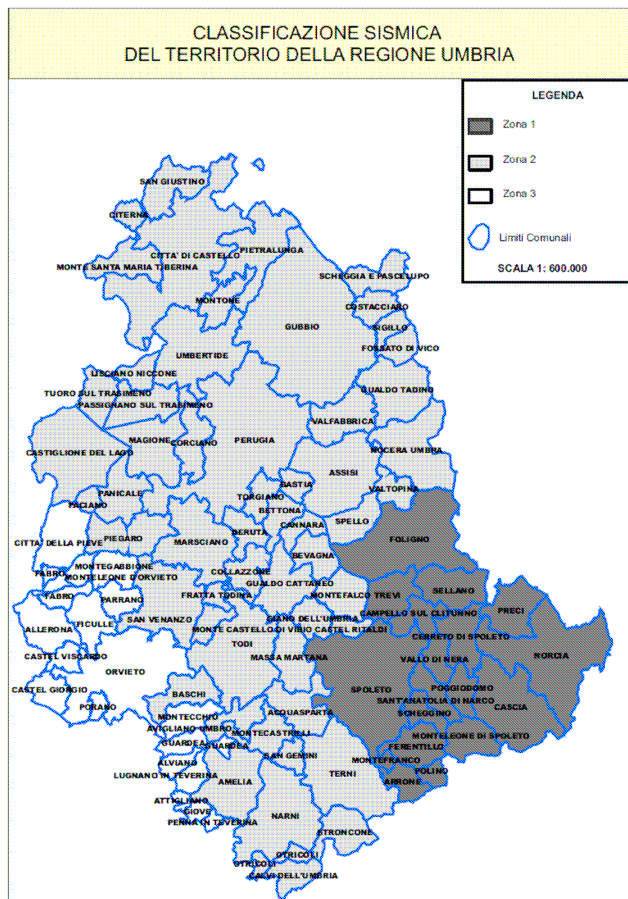


La classificazione sismica del territorio nazionale derivante dall'applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 e ss.mm.ii. identifica l'area di intervento, così come tutto il territorio comunale di Foligno Zona sismica 1, recepita ed approvata dalla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

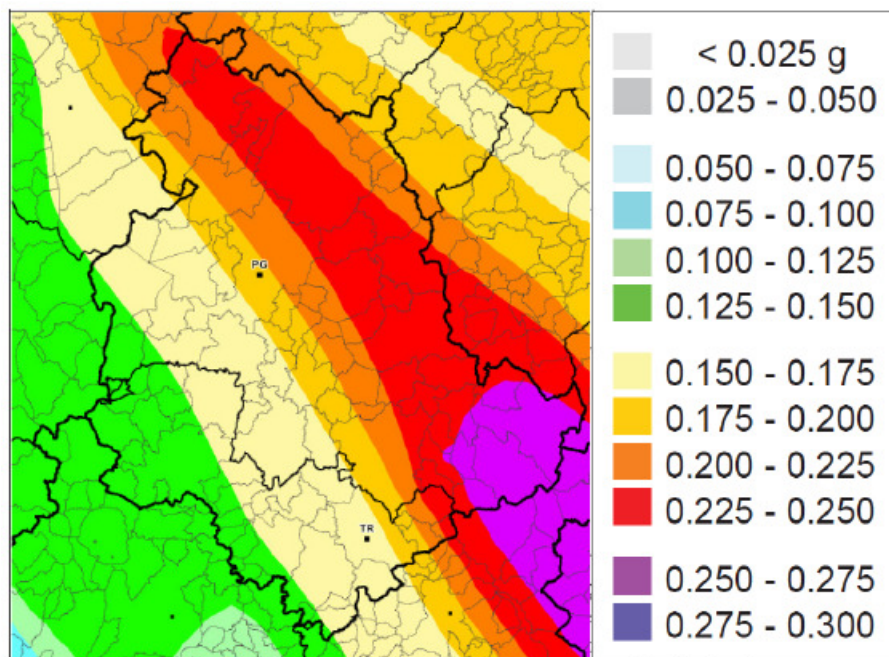


Con D.G.R. n. 1111 del 18.09.2012 la Regione Umbria ha provveduto all'approvazione dell'Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria", sviluppato in coerenza con gli studi dell'INGV redatti su incarico del DPCN (Dipartimento di Protezione Civile Nazionale) pubblicati 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:



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)”:



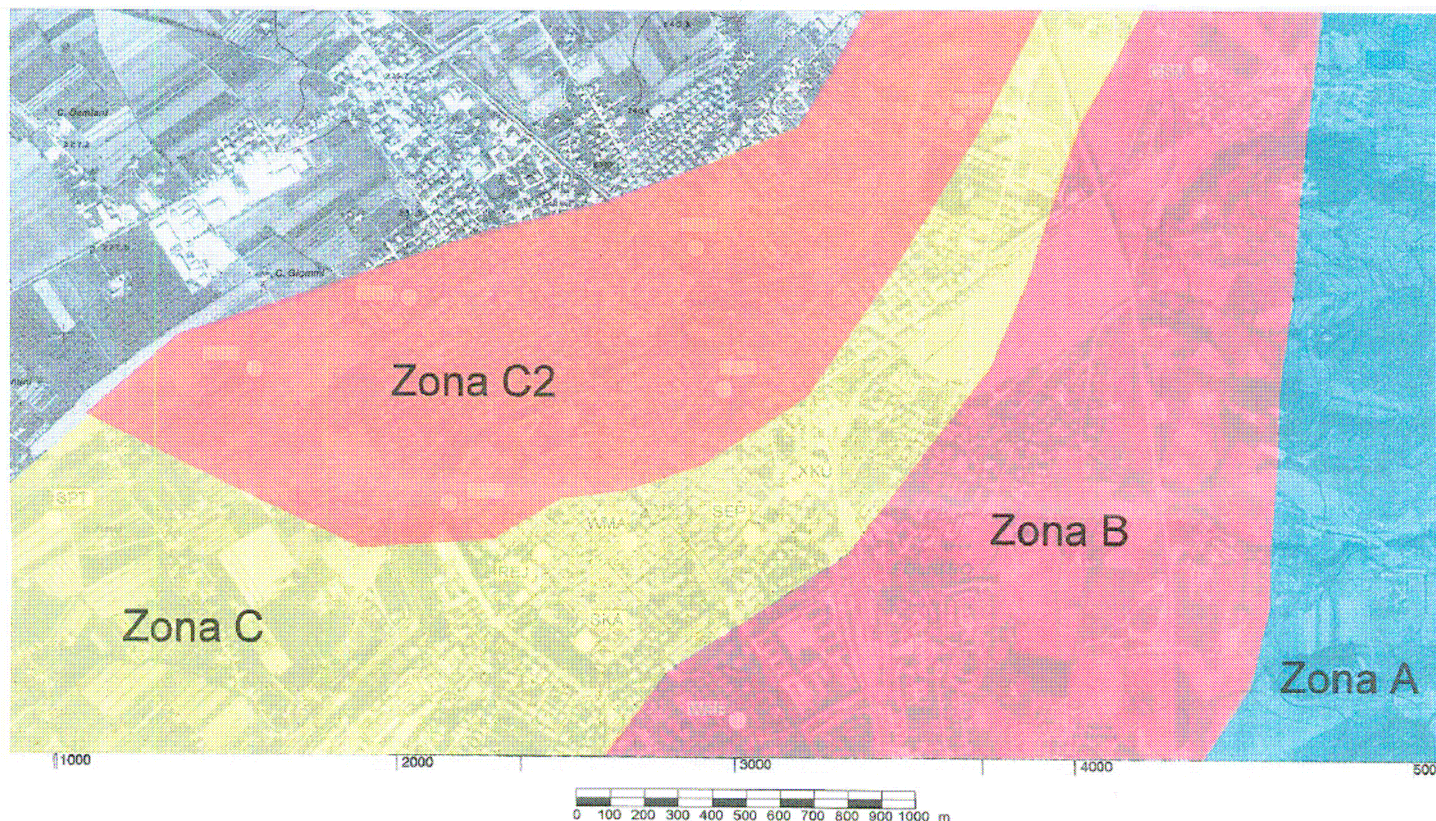
4.4. Caratterizzazione sismica dell'area

4.4.1. 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):



Inoltre con D.D. n. 9185 del 16.10.2002 sono state approvate la carte di pericolosità sismica locale (livello 1) in scala 1:10.000 secondo le quali l'area urbana della città di Foligno ricade nel F° 324.050 derivate dagli studi delle *Indagini urgenti di Microzonazione Sismica Speditiva - MSS* della Regione Umbria, svolte a seguito degli eventi sismici del 1997-98.

Dalla carta della pericolosità sismica locale relativa all'area microzonata emerge che il sito di lavoro è riferito in parte alla classificazione E8: *Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione*. Dalla scheda dei fattori di amplificazione sismica locale si riscontra che il coefficiente di amplificazione, derivato da modellazione specifica, per la zona in esame è: $F_a = 1,0^*$ ovvero senza amplificazione sismica (**All. 14 – Carta di sintesi della pericolosità sismica locale**).

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.

4.5. 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, allegate 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 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o 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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

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 a cura dei tecnici dell'Osservatorio A. Bina di Perugia, realizzata nell'ambito dello studio condotto dal geologo Filippo Guidobaldi per la realizzazione di un distributore carburanti per autotrazione (**All. B**), composta da una sismica a rifrazione in onde SH integrata con indagini MASW e HSRV, che ha permesso di fornire, tramite l'interpretazione del profilo sismico, il valore corrispondente delle onde $V_{s,30}$ pari a 531 m/s.

DESCRIZIONE TECNICA INDAGINI EFFETTUATE ED APPARECCHIATURE UTILIZZATE

Ambito indagine:	INDAGINI GEOFISICHE COMBinate PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO ($V_{s,30}$ -CLASSE SOTTOSUOLO)
Tipo di indagine:	- n. 1 profilo di SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE SH 96 m; - n. 1 profilo sismico M.A.S.W in onde di Love (INDAGINE DI TARATURA). - n. 1 misura di microtremiti a stazione singola (HVSr)
Località:	Sant'Eraclio di Foligno (PG)
Sperimentazione:	Acquisitore PASI mod. 16S 24 (dinamica 24 bit, acquisitore a 12/24 canali); n. 12 geofoni orizzontali da 10 Hz, Geofono Lennartz 5s 3D (frequenza 0.2 Hz) Acquisizione: Settembre 2014

Da ciò si evince che il sito d'intervento è caratterizzato da un terreno attribuibile alla **categoria di suolo "B"** (applicando la Tab. 3.2.II riportata in relazione) e cioè da un *deposito litoide tenero o depositi detritici di terreno a grana grossa molto addensati e/o terreni a grana fina molto consistenti*, con spessore maggiore di 30 metri, caratterizzato da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche e da valori di $V_{s,30}$ compreso tra **360 m/sec** e **800 m/sec**.

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

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

5. CONCLUSIONI

I risultati dello studio eseguito consentono di affermare che nel sito indagato esistono condizioni favorevoli all'attuazione delle ipotesi di progetto, tenendo in considerazione che:

- l'area interessata dall'intervento in oggetto è posta in zona morfologicamente con inclinazione intorno ai 15° caratterizzata dalla presenza di *depositi detritici di terreno a grana grossa molto addensati e/o terreni a grana fina molto consistenti*. Le caratteristiche geotecniche sono di buona qualità;
- l'area risulta morfologicamente esente da fenomeni di instabilità sia in atto che latenti;
- 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 1) e, nella caratterizzazione del sottosuolo. Nell'area in esame non si sono riscontrate situazioni critiche tali da dover eseguire approfondimenti di livello superiore;
- le indagini di livello 2 ed eventualmente di livello 3, saranno svolte nelle fasi di progettazione definitiva ed esecutiva
- la caratterizzazione geotecnica di dettaglio dei terreni oggetto della realizzazione delle opere in progetto, 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.

Si resta a disposizione per ogni eventuale ulteriore chiarimento.

Foligno, novembre 2015

Il tecnico
Dott. Geol. Mariella Mariani

Allegati:

1. Ubicazione topografica, IGMI – scala 1:25.000
2. CTR – scala 1:10.000
3. Ubicazione topografica, ORTOFOTOCARTA – Sez. 324050
4. Planimetria catastale
5. PRG'97 – vigente e variante proposta
6. Piano stralcio di assetto idrogeologico – PAI Bis: Mappa dell'allagabilità
7. Piano stralcio di assetto idrogeologico – PAI Bis: Inventario fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana
8. Ubicazione delle indagini
9. Modello geologico
10. Carta geologica
11. Sezioni geologiche
12. Carta geomorfologica
13. Carta litotecnica
14. Carta di sintesi

❖ *indagini geognostiche (All. A)*

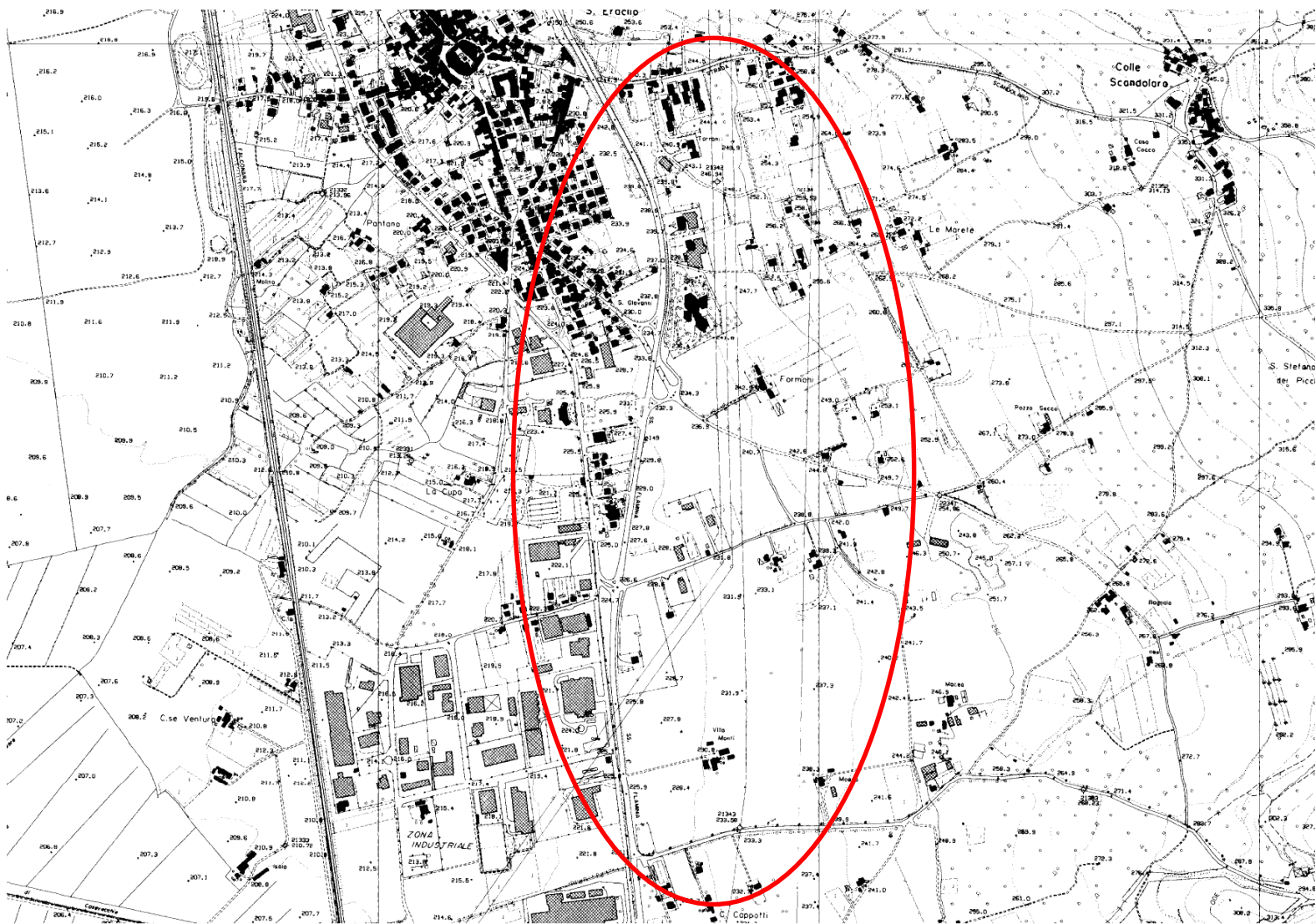
❖ *indagini sismiche (All. B)*

ALLEGATO 2

CTR

Scala 1:10.000

Stralcio

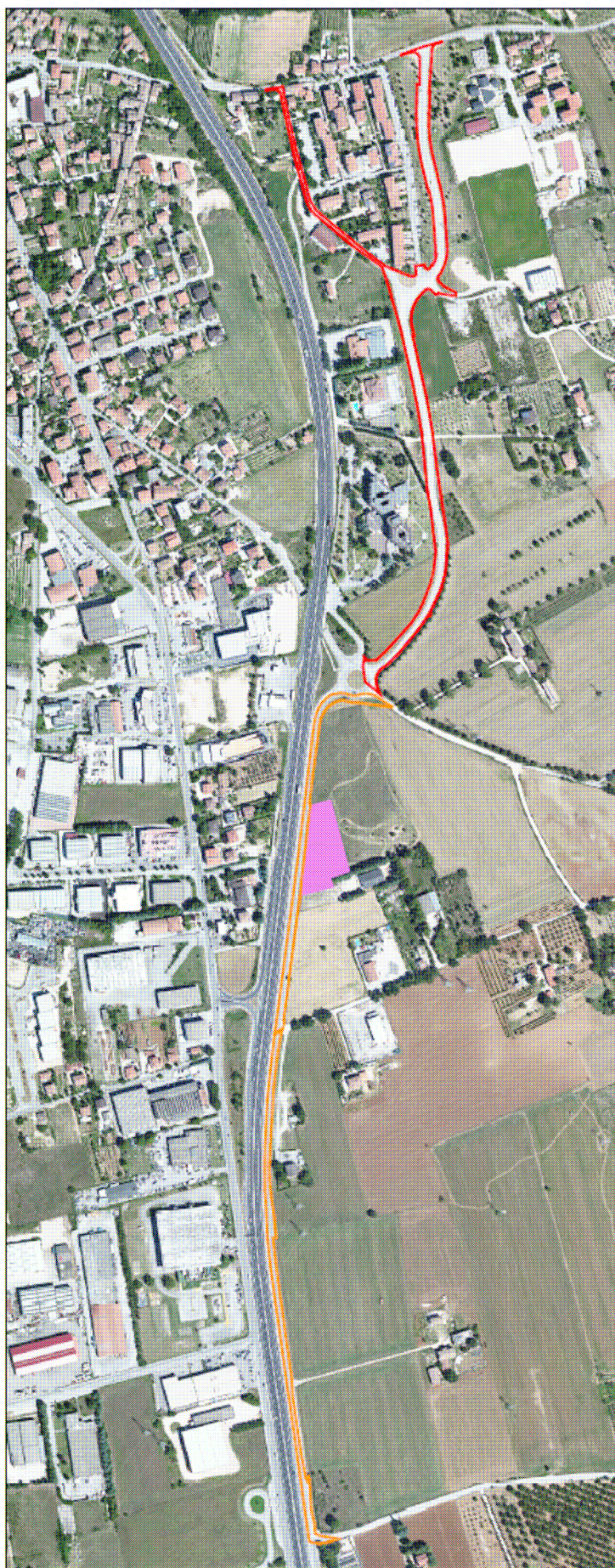


ALLEGATO 3

UBICAZIONE TOPOGRAFICA

ORTOFOTOCARTA Sez. 324.050

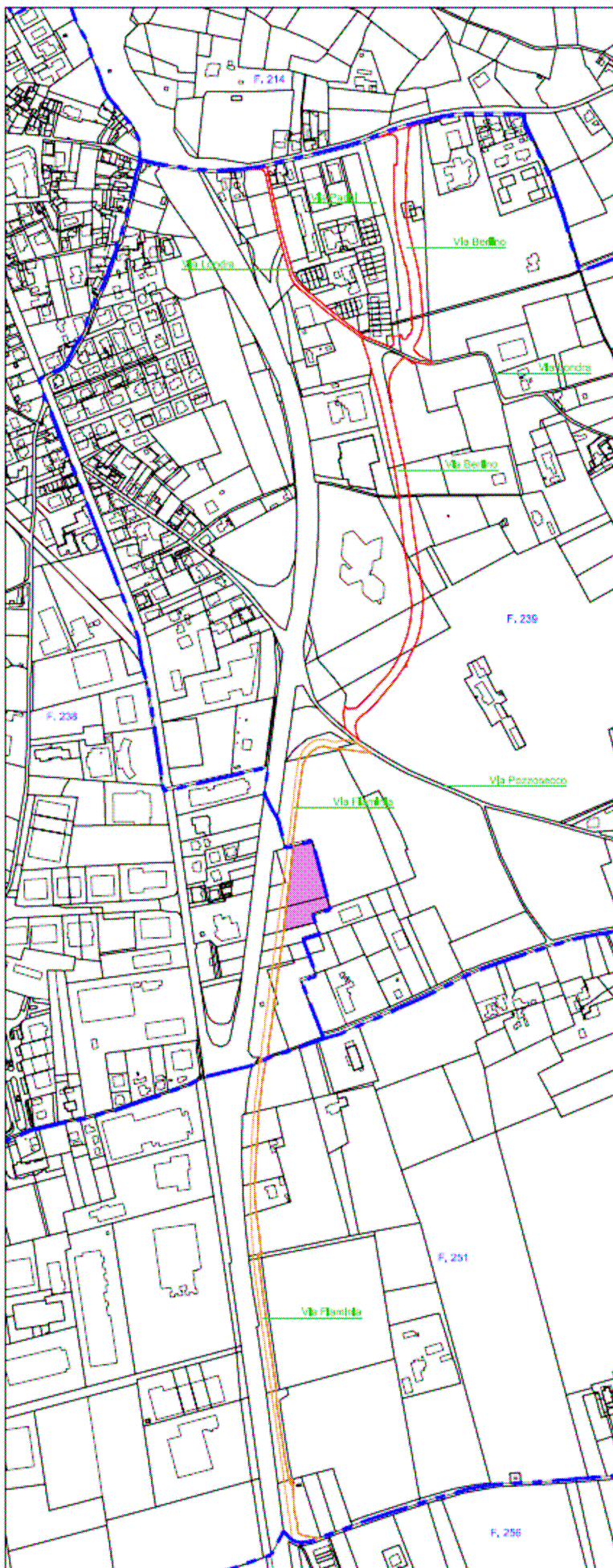
Area di intervento



ALLEGATO 4

PLANIMETRIA CATASTALE

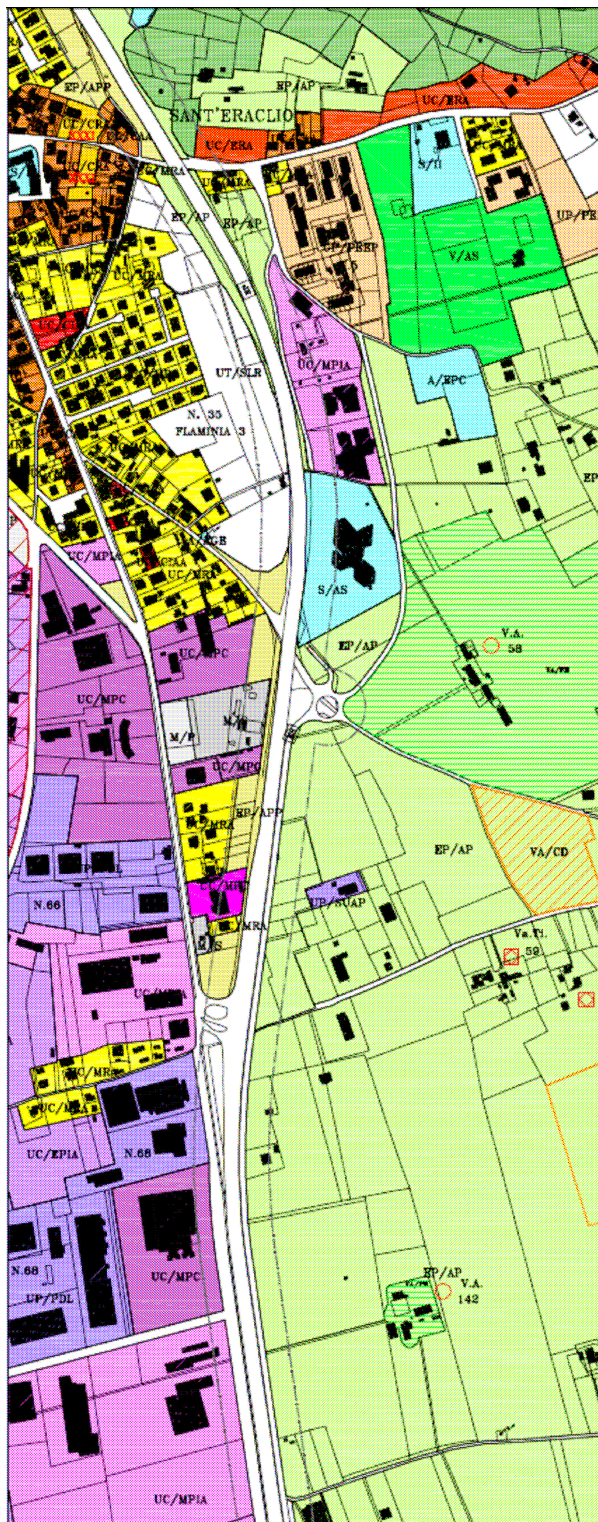
Stralcio



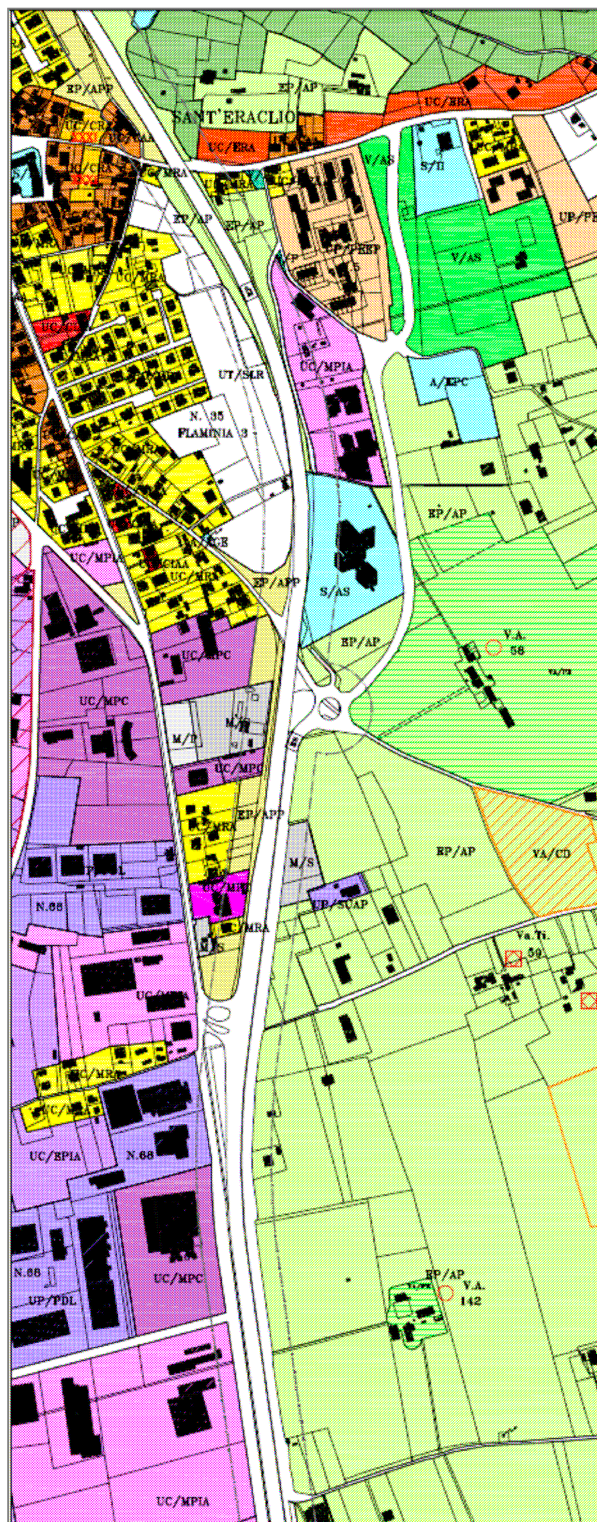
ALLEGATO 5

PRG'97 VIGENTE A) E VARIANTE PROPOSTA B)

A)



B)



ALLEGATO 6

PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI Bis

Mappa dell'Allagabilità



Fascia C



ALLEGATO 7

PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI Bis

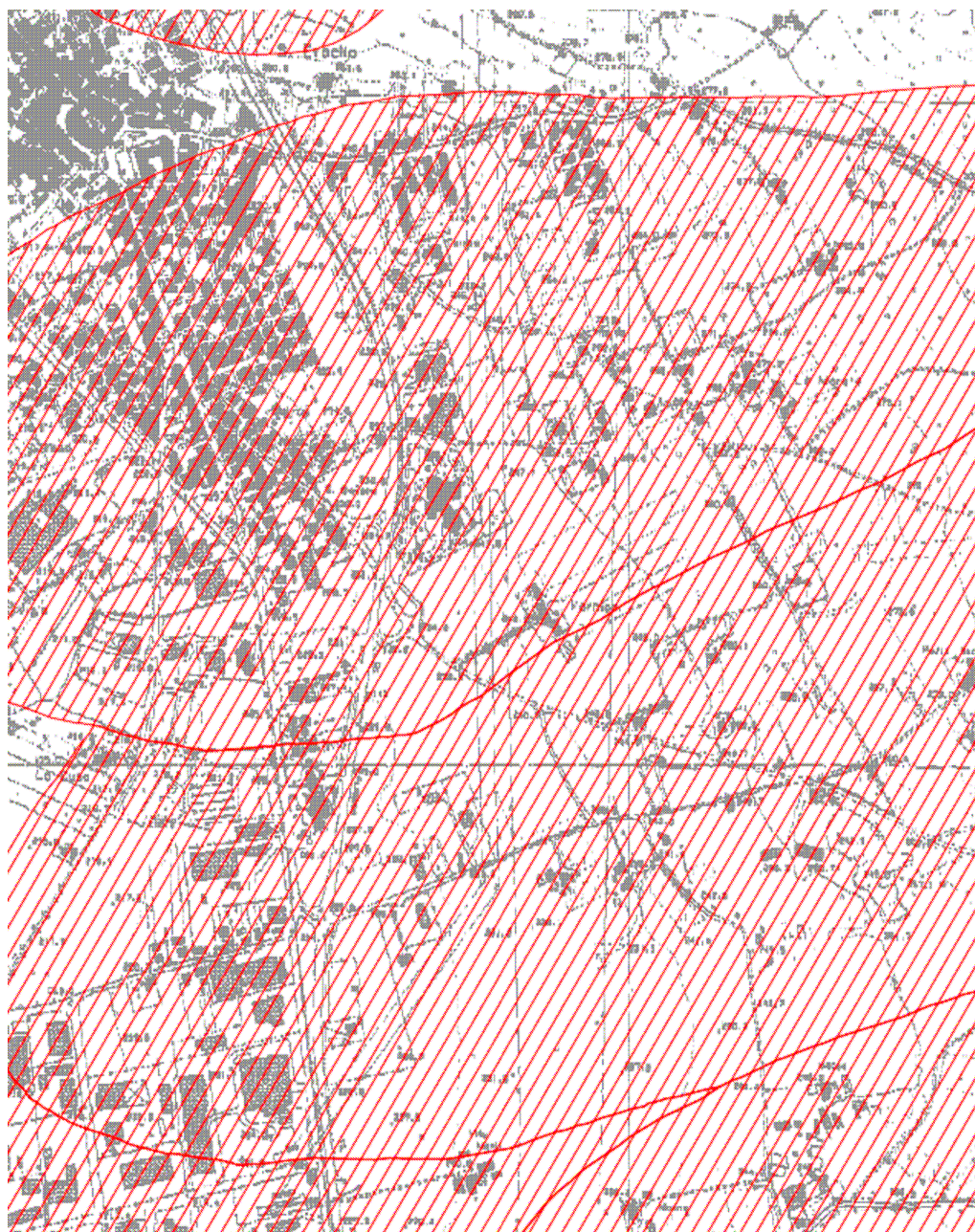
Stralcio

Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana



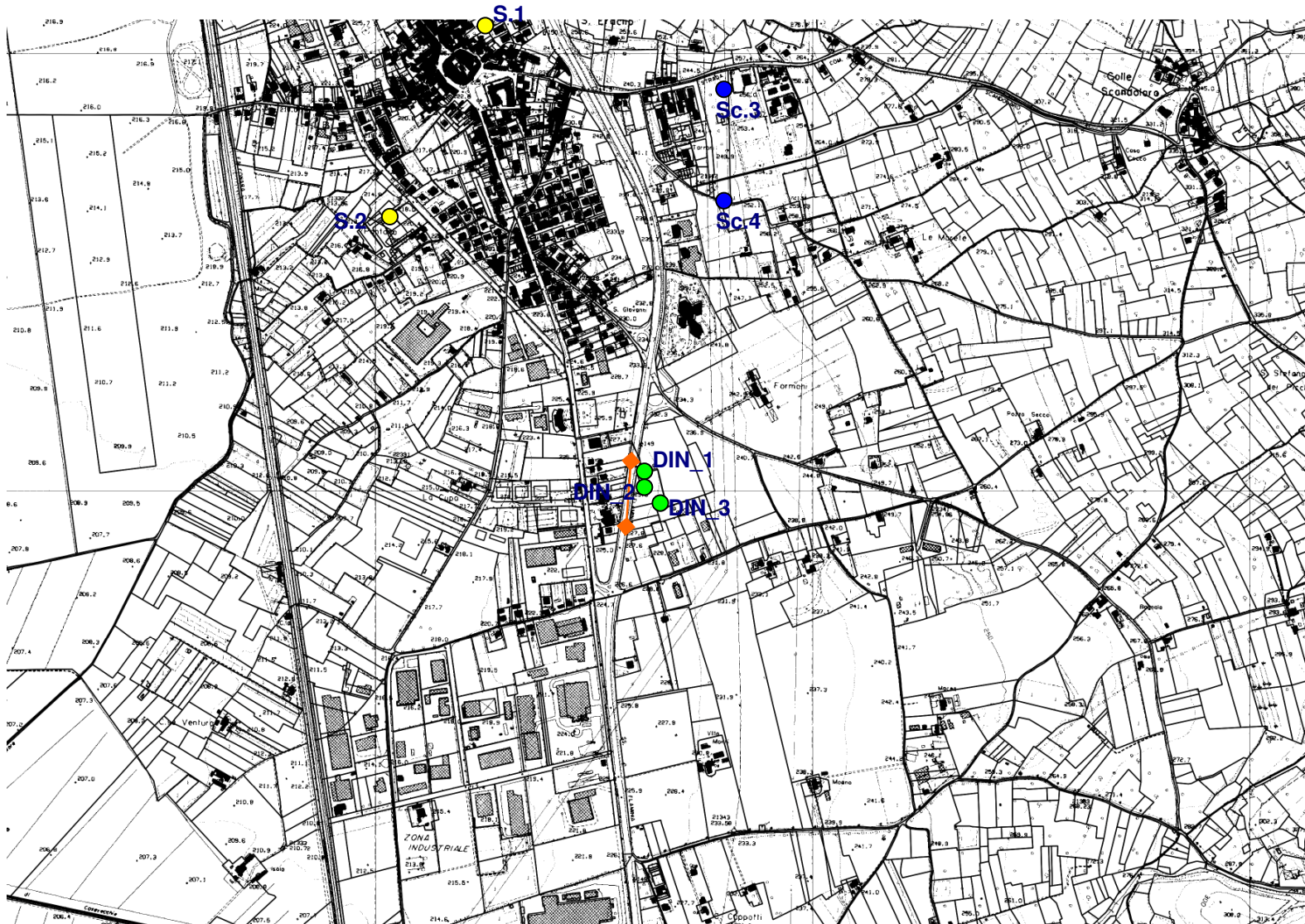
falda e/o cono di detrito

Fenomeno attivo



ALLEGATO 8

Ubicazione delle indagini



Sismica a Rifrazione SH / MASW / HSVR



DIN_n Prova penetrometrica



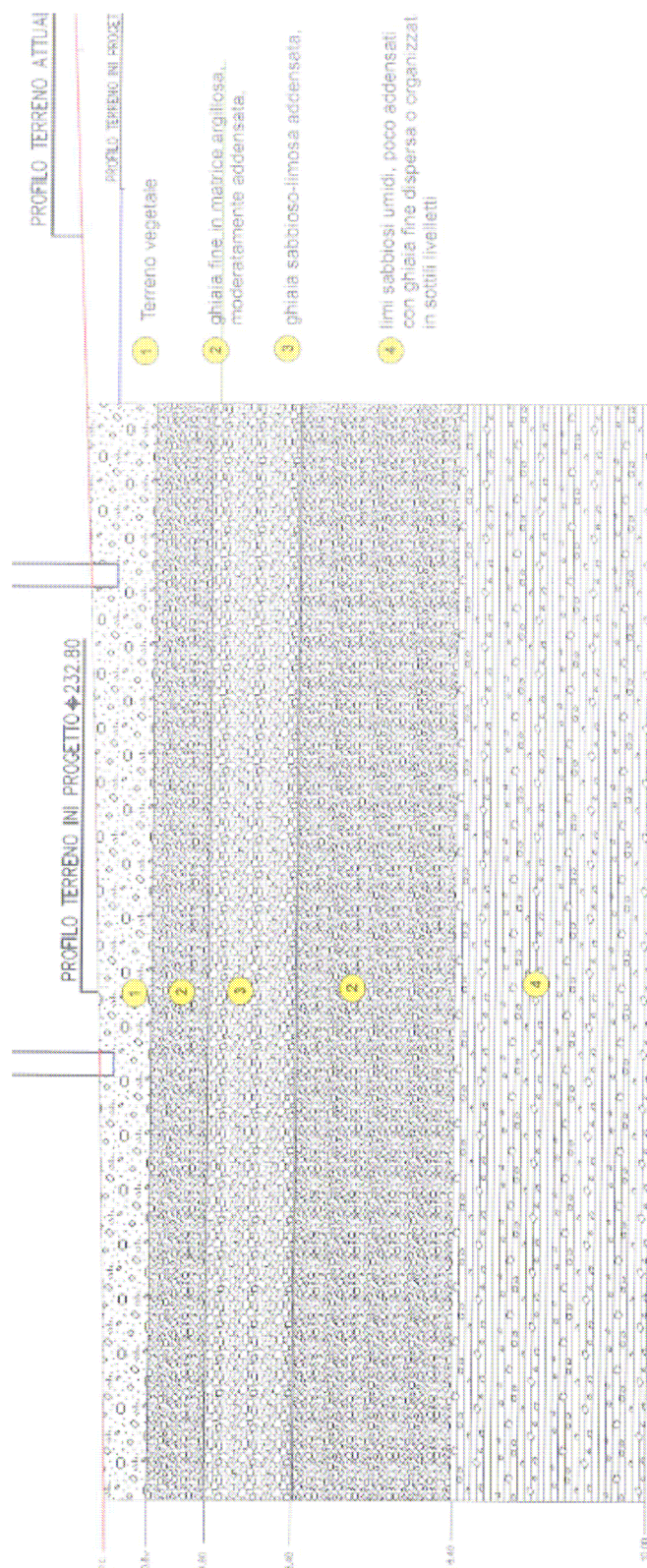
S.n Sondaggio a carotaggio continuo



Sc.n Pozzetto esplorativo

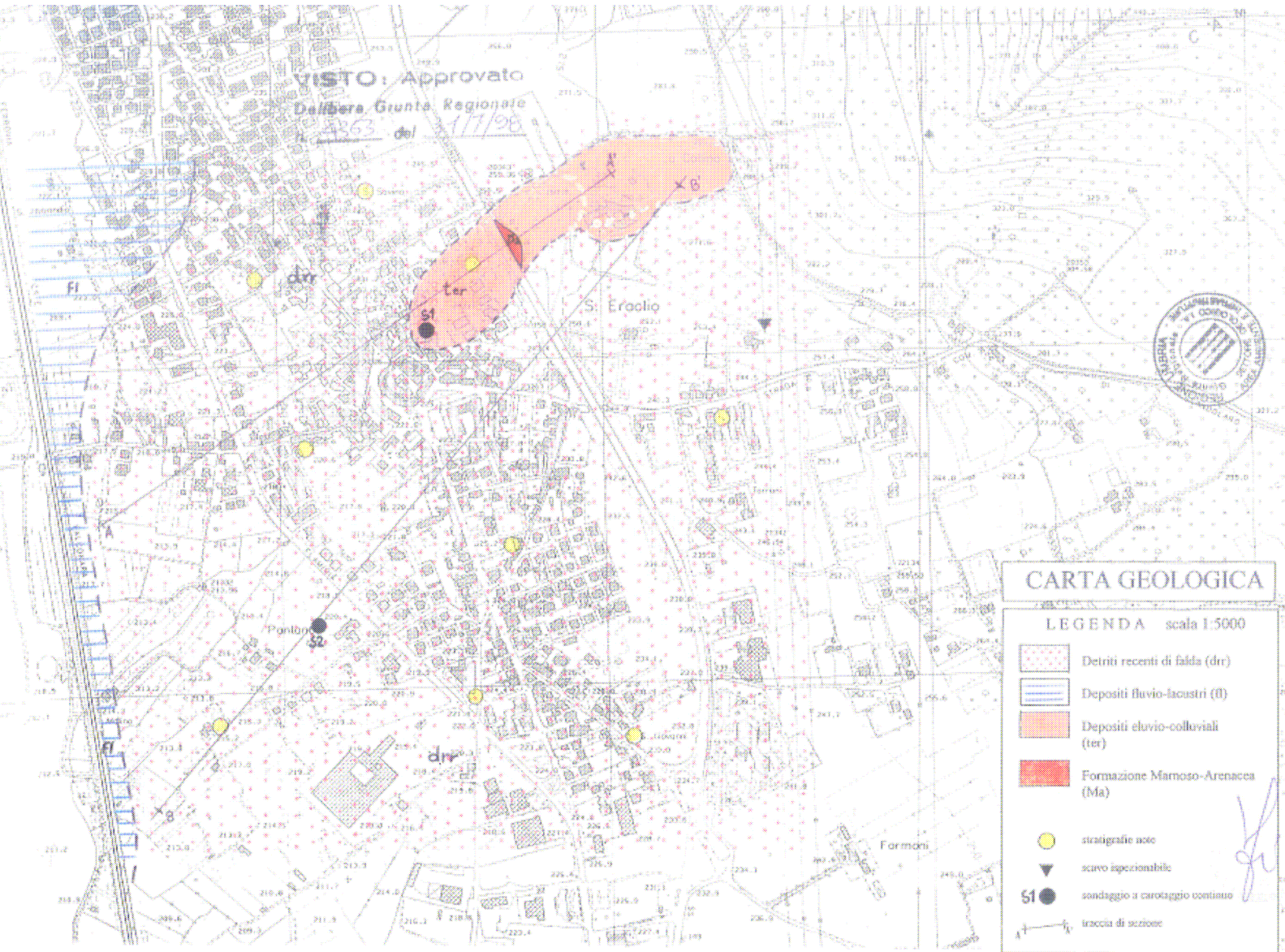
ALLEGATO 9

Modello geologico



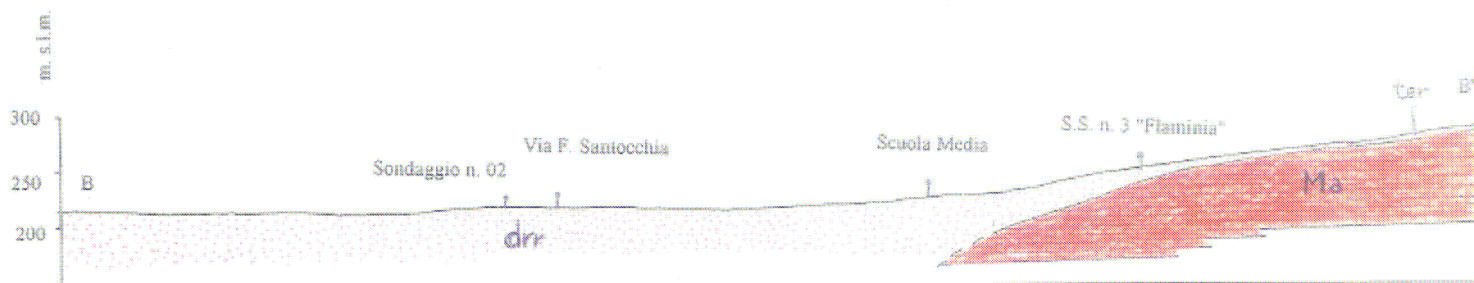
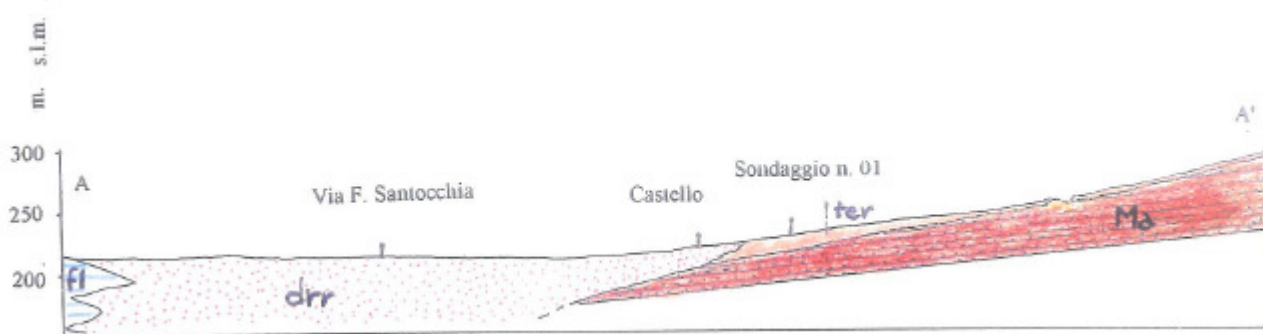
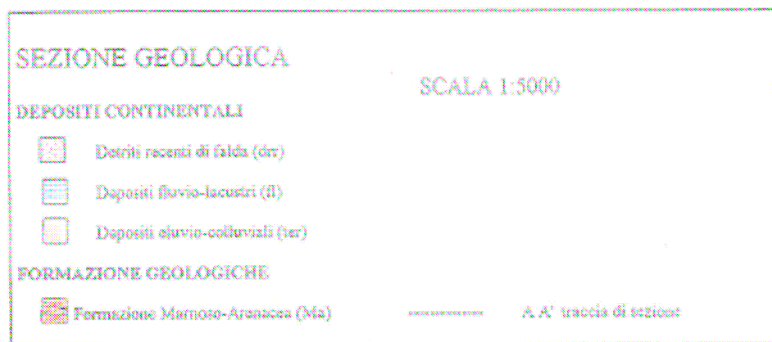
ALLEGATO 10

Carta Geologica



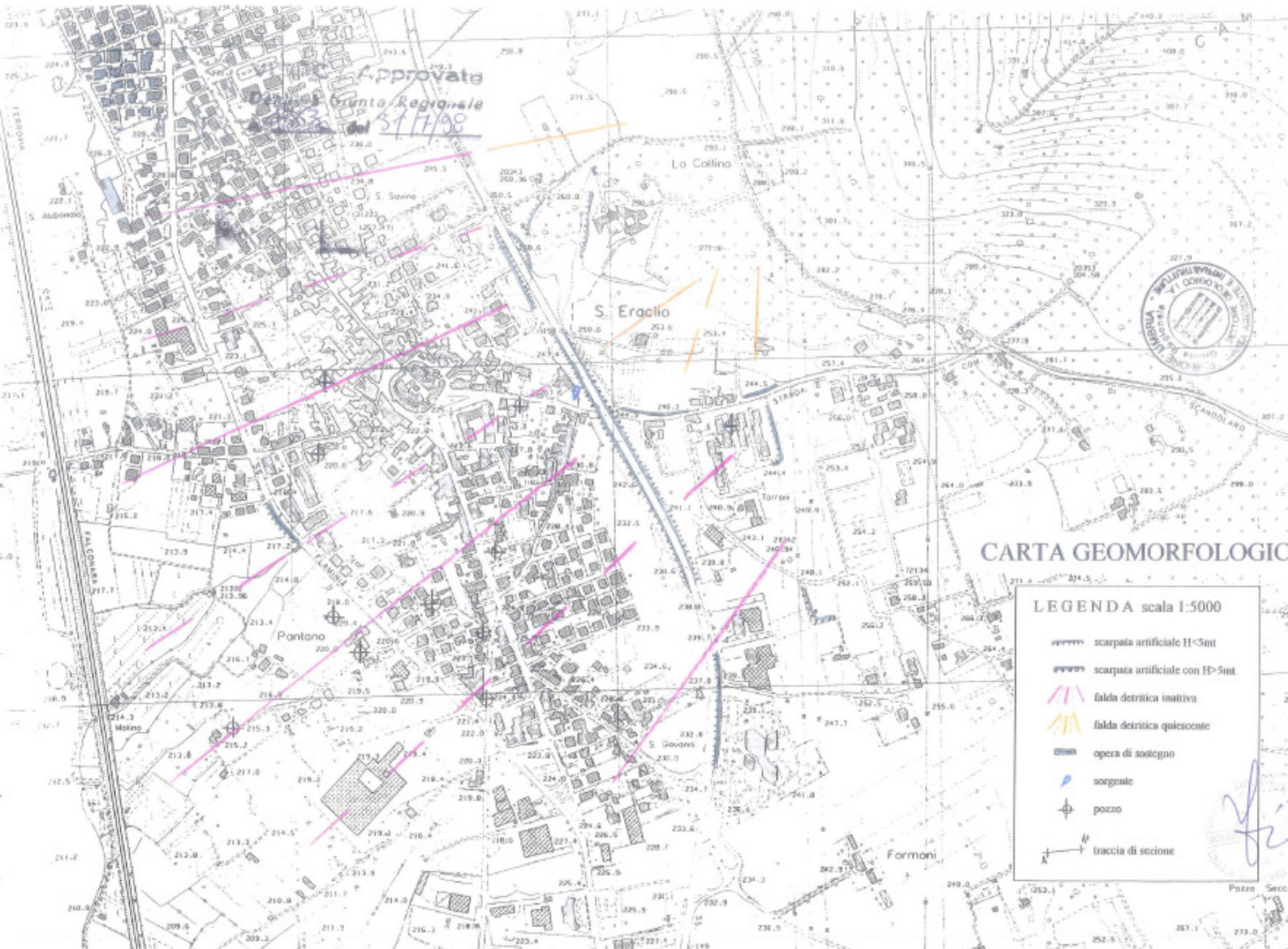
ALLEGATO 11

- Sezioni geologiche



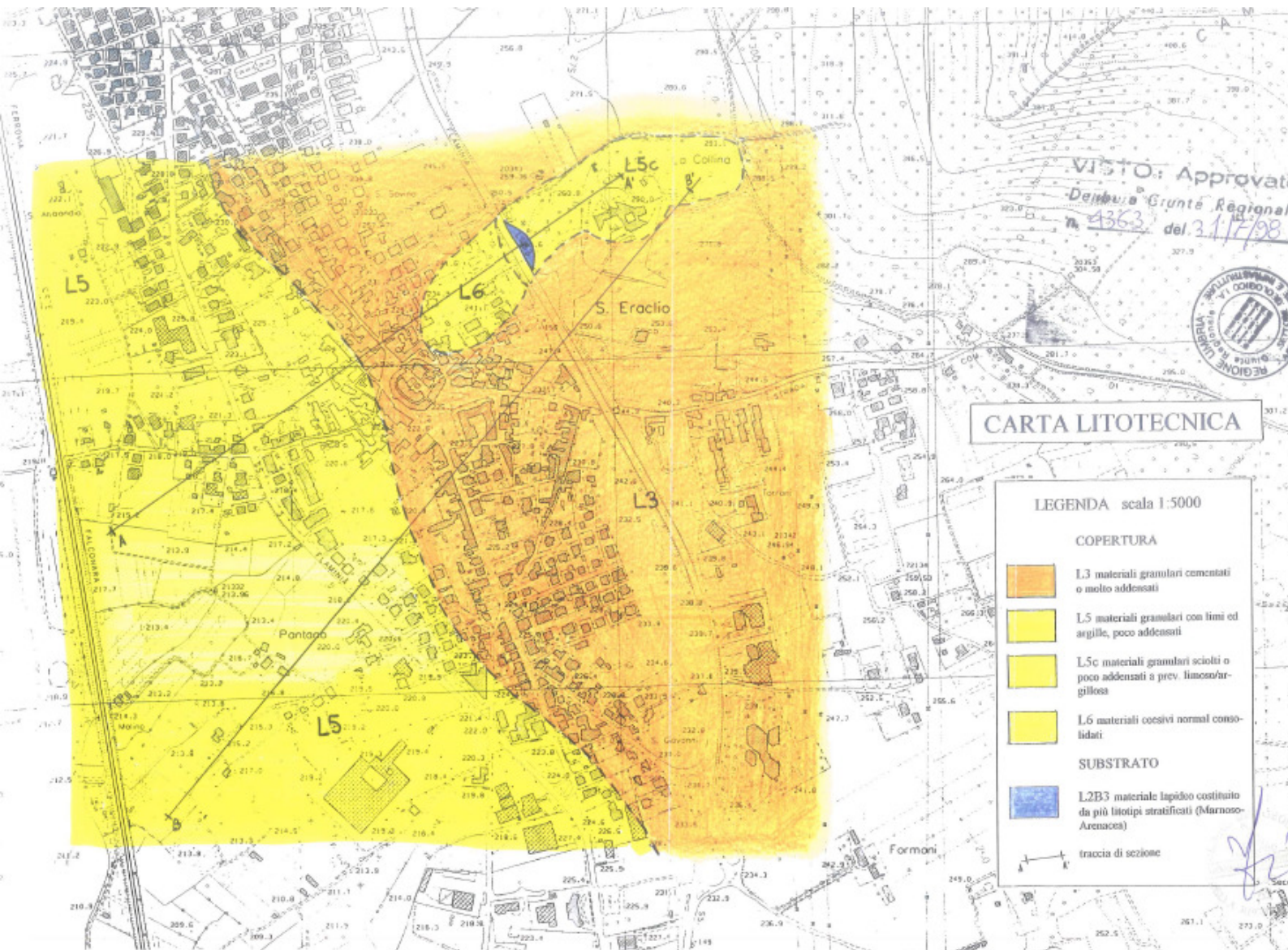
ALLEGATO 12

Carta Geomorfológica



ALLEGATO 13

Carta Litotecnica



❖ **ALLEGATO A) indagini geognostiche**

- **S_1 Sondaggio a carotaggio continuo - MSS “Sant’Eraclio”**
- **S_2 Sondaggio a carotaggio continuo - MSS “Sant’Eraclio”**
 - **Sc_3 Pozzetto esplorativo - Studio ECO GEO ENGINEERING S.r.l.**
 - **Sc_4 Pozzetto esplorativo - Studio ECO GEO ENGINEERING S.r.l.**
 - **DIN_1 Prova penetrometrica dinamica pesante - Studio GEAS**
 - **DIN_2 Prova penetrometrica dinamica pesante - Studio GEAS**
 - **DIN_3 Prova penetrometrica dinamica pesante - Studio GEAS**

S_1 MSS "Sant'Eraclio"




1/2

Quota : 220 s.l.m.

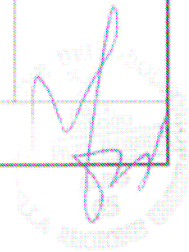
SONDAGGIO : S_1		26 / 06 / 1998		
IMPRESA ESECUTRICE : TECNODRILL S.A.S.				
PROPRIETA' : PRISMA COSTRUZIONI				
LOCALITA' : S.ERACLIO (COMUNE DI FOLIGNO)			SCALA 1:100	
Diam.	Profondità	LITOLOGIA	Descrizione litologica	FALDA ACQUIFERA L.S.
	0.5 m		Suolo	
	2.0 m		Limi ghiaiosi giallo-rossicci, con presenza di sabbia nella matrice, a media consistenza.	
				▼ 3.0 m
			Ghiaie grossolane limoso-sabbiose biancastre, ad addensamento medio-basso (recupero di materiale scarssissimo).	
	15.0 m			
QUOTE RIFERITE AL PIANO DI CAMPAGNA				

S_1 MSS "Sant'Eraclio"

2/2

SONDAGGIO : S 1		26 / 06 / 1998		
IMPRESA ESECUTRICE : TECNODRILL S.A.S.				
PROPRIETA' : PRISMA COSTRUZIONI				
LOCALITA' : S.ERACLIO (COMUNE DI FOLIGNO)			SCALA 1: 100	
Diam.	Profondità	LITOLOGIA	Descrizione litologica	FALDA ACQUIFERA L.S.
	15.0 m		Ghiaie grossolane limoso-sabbiose biancastre, ad addensamento medio-basso (recupero di materiale scarissimo).	
	18.0 m		Ghiaie argillose-sabbiose di colore grigiastro, con presenza di sabbia, a medio-basso addensamento.	
	19.0 m		Ghiaie e sabbie alternate, di colore biancastro, ad addensamento scarissimo.	
	22.0 m			

QUOTE RIFERITE AL PIANO DI CAMPAGNA



S_2 MSS "Sant'Eraclio"

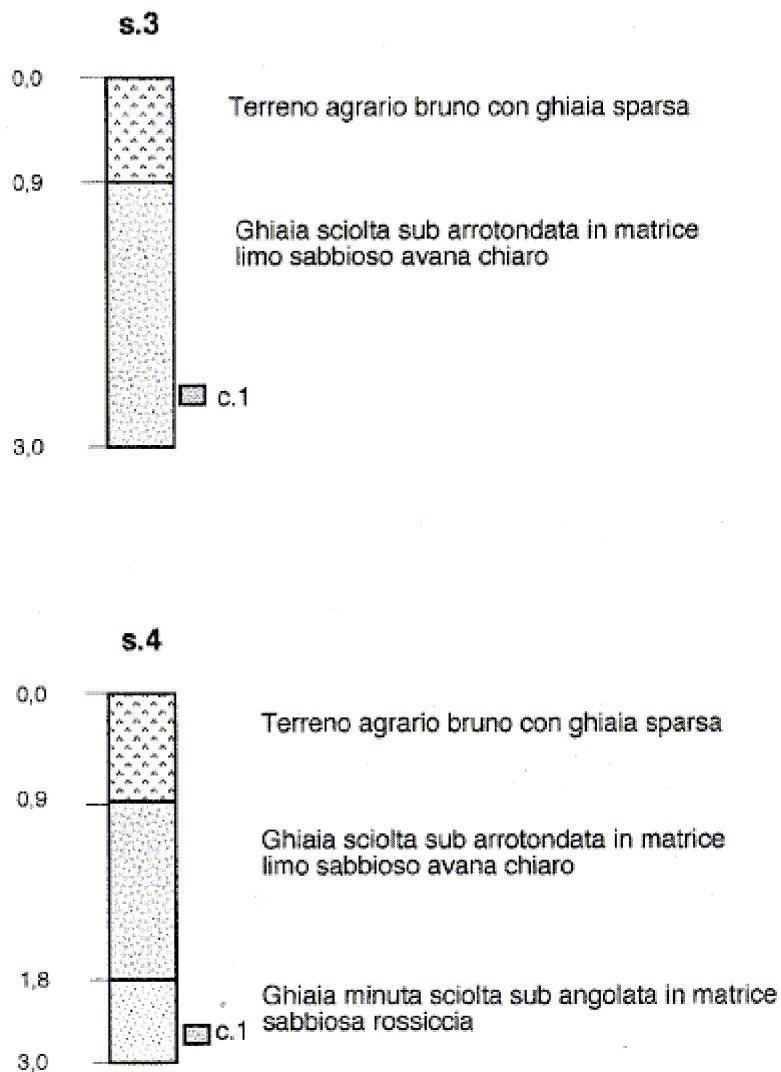
Quota : 232 s.l.m.

SONDAGGIO : S 2		25 / 06 / 1998			
IMPRESA ESECUTRICE : TECNODRILL S.A.S.					
PROPRIETA' : MANESCHI					
LOCALITA' : S.ERACLIO (COMUNE DI FOLIGNO)			SCALA 1: 100		
Diam.	Profon- dità	LITOLOGIA	Descrizione litologica	CAMPIONI	FALDA ACQUIFERA L.S.
	0.6 m		Suolo		
	1.6 m		Argille marroni scure a consistenza medio-alta, con presenza di molta sostanza organica e clasti centimetrici.		
	3.3 m		Argille sabbiose giallastre con presenza di concrezioni carbonatiche, materiale plastico.	G1	
	7.2 m		Argille sabbiose grigie consistenti con abbondanti concrezioni carbonatiche e cristalli di calcite.	G2	
	9.1 m		Argille sabbiose giallastre molto compatte con inclusi marinosi.		
	10.2 m		Marne scure molto alterate con presenza di vene di calcite striate.		
	10.5 m		Argille grigie sovraconsolidate.		
	12.6 m		Marne scure tettonizzate ed alterate con presenza di vene di calcite nei tagli più grandi.		
	13.0 m		Argille marnose grigie.		
	13.5 m		Marne fratturate.		
	14.0 m		Argille marnose grigie.		
	15.0 m		Marne.		

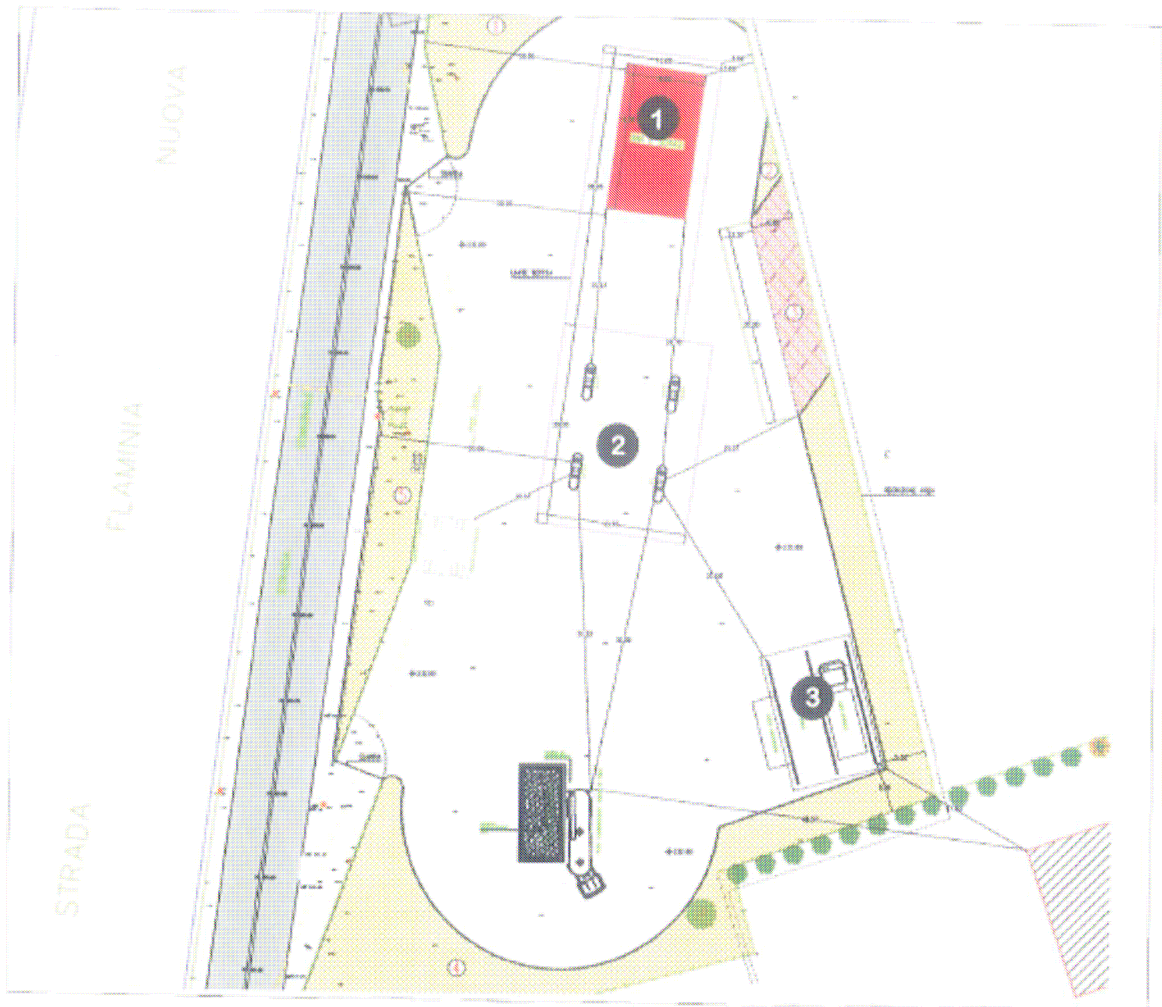
QUOTE RIFERITE AL PIANO DI CAMPAGNA

- POZZETTI ESPLORATIVI – Studio ECO GEO ENGINEERING S.r.l.

**STRATIGRAFIE
DEI POZZETTI ESPLORATIVI**
(Scala 1: 50)



- UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI –
Studio GEAS
DIN_n



PROVE PENOTROMETRICHE DINAMICHE PESANTI

- cantiere :	CENTRO METANO FOLIGNO	- data esecuzione prova:	19/09/2014
- lavoro :	Realizzazione nuovo impianto	- data emissione certificati:	22/09/2014
- località :	S. Eracleo - Comune di Foligno (PG)		

pagina 1/9

PENETROMETRO DINAMICO PAGANI: TG 63-200 ISM.C matricola **P 000988**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-200 ISM.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

pagina 2/9

- cantiere : CENTRO METANO FOLIGNO
 - lavoro : Realizzazione nuovo impianto
 - località : S. Eracleo - Comune di Foligno (PG)
 - data prova : 19/09/2014
 - quota inizio : 0,00
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 22/09/2014

- note : fine prova per rifiuto attrezzatura

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	21,0	1	1,60 - 1,80	44	392,1	3
0,20 - 0,40	3	31,5	1	1,80 - 2,00	51	454,5	3
0,40 - 0,60	5	48,2	2	2,00 - 2,20	35	311,9	3
0,60 - 0,80	7	67,5	2	2,20 - 2,40	42	374,3	3
0,80 - 1,00	11	106,1	2	2,40 - 2,60	37	306,4	4
1,00 - 1,20	12	115,7	2	2,60 - 2,80	44	364,4	4
1,20 - 1,40	14	135,0	2	2,80 - 3,00	65	538,3	4
1,40 - 1,60	16	142,6	3				

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

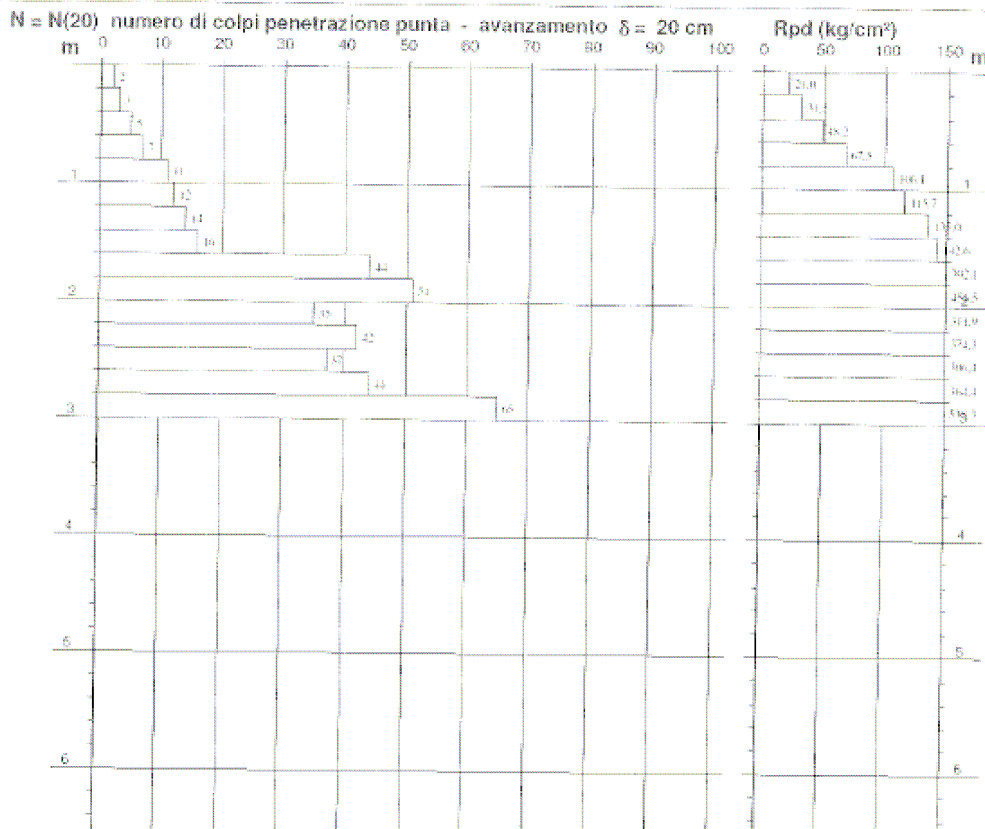
DIN 1

Scala 1:50

pagina 5/9

- cantiere : CENTRO METANO FOLIGNO
 - lavoro : Realizzazione nuovo impianto
 - località : S. Eracleo - Comune di Foligno (PG)
 - data prova : 19/09/2014
 - quota inizio : 0,00
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 22/09/2014

- note : fine prova per rifiuto attrezzatura



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- cantiere :	CENTRO METANO FOLIGNO	- data prova :	19/09/2014
- lavoro :	Realizzazione nuovo impianto	- quota inizio :	0.00
- località :	S. Eracleo - Comune di Foligno (PG)	- prof. falda :	Falda non rilevata
		- data emiss. :	22/09/2014
- note :	fine prova per rifiuto attrezzatura		

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	0.80	N	4.3	2	7	3.1	---	---	---	2	1.49	3
			Rpd	42.1	21	68	31.5	---	---	---			
2	0.80	1.60	N	13.3	11	16	12.1	---	---	---	11	1.49	16
			Rpd	124.8	106	143	115.5	---	---	---			
3	1.60	2.80	N	42.2	35	51	38.6	5.7	36.5	47.9	35	1.49	52
			Rpd	367.2	306	455	336.8	54.9	312.4	422.1			
4	2.80	3.00	N	65.0	65	65	65.0	---	---	---	65	1.49	97
			Rpd	538.3	538	538	538.3	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 1.49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

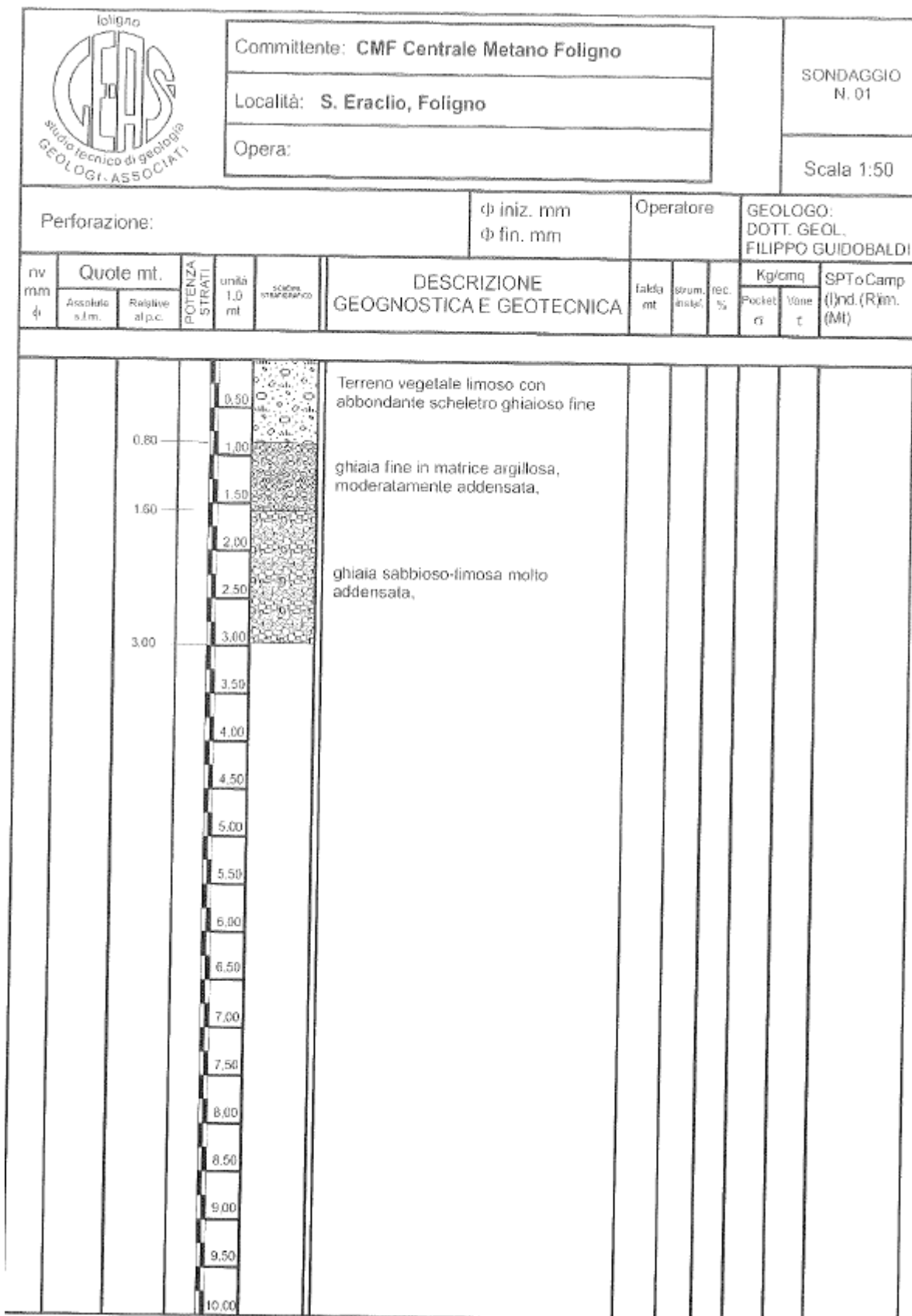
DIN 1

n°	H	NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA				Q	Litologia	
		Nspt	Vs	G	Dr	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W			e
1	0.00	---	3	69	30	11	22	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44.2	1.194	---
2	0.80	1.60	16	114	103	44	31	315	1.97	1.55	1.00	1.97	27.8	0.750	---
3	1.60	2.80	52	158	246	86	43	592	2.16	1.86	3.25	2.41	7.7	0.208	---
4	2.80	3.00	97	185	390	100	53	939	2.24	1.99	6.06	2.95	-4.8	-0.130	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (Kg/cm²) = capacità portante Sangleyat 1972

DIN_1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

pagina 3/9

- cantiere : CENTRO METANO FOLIGNO
- lavoro : Realizzazione nuovo impianto
- localita' : S. Eracto - Comune di Foligno (PG)
- data prova : 19/09/2014
- quota inizio : 0,00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 22/09/2014

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	3	31,5	1	5,00 - 5,20	17	123,4	6
0,20 - 0,40	4	42,0	1	5,20 - 5,40	22	159,7	6
0,40 - 0,60	6	57,9	2	5,40 - 5,60	20	136,7	7
0,60 - 0,80	13	125,4	2	5,60 - 5,80	21	143,5	7
0,80 - 1,00	17	163,9	2	5,80 - 6,00	17	116,2	7
1,00 - 1,20	20	192,9	2	6,00 - 6,20	15	102,5	7
1,20 - 1,40	24	231,4	2	6,20 - 6,40	16	109,3	7
1,40 - 1,60	18	160,4	3	6,40 - 6,60	6	38,7	8
1,60 - 1,80	19	169,3	3	6,60 - 6,80	7	45,2	8
1,80 - 2,00	36	320,8	3	6,80 - 7,00	4	25,8	8
2,00 - 2,20	33	294,1	3	7,00 - 7,20	2	12,9	8
2,20 - 2,40	31	276,2	3	7,20 - 7,40	2	12,9	8
2,40 - 2,60	41	339,5	4	7,40 - 7,60	19	116,3	9
2,60 - 2,80	48	397,5	4	7,60 - 7,80	11	67,3	9
2,80 - 3,00	54	447,2	4	7,80 - 8,00	10	61,2	9
3,00 - 3,20	54	447,2	4	8,00 - 8,20	5	30,6	9
3,20 - 3,40	39	323,0	4	8,20 - 8,40	3	18,4	9
3,40 - 3,60	20	154,7	5	8,40 - 8,60	10	58,2	10
3,60 - 3,80	10	77,4	5	8,60 - 8,80	10	58,2	10
3,80 - 4,00	19	147,0	5	8,80 - 9,00	7	40,7	10
4,00 - 4,20	12	92,8	5	9,00 - 9,20	3	17,5	10
4,20 - 4,40	12	92,8	5	9,20 - 9,40	11	64,0	10
4,40 - 4,60	12	87,1	6	9,40 - 9,60	8	44,3	11
4,60 - 4,80	15	108,9	6	9,60 - 9,80	7	38,8	11
4,80 - 5,00	15	108,9	6	9,80 - 10,00	9	49,9	11

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

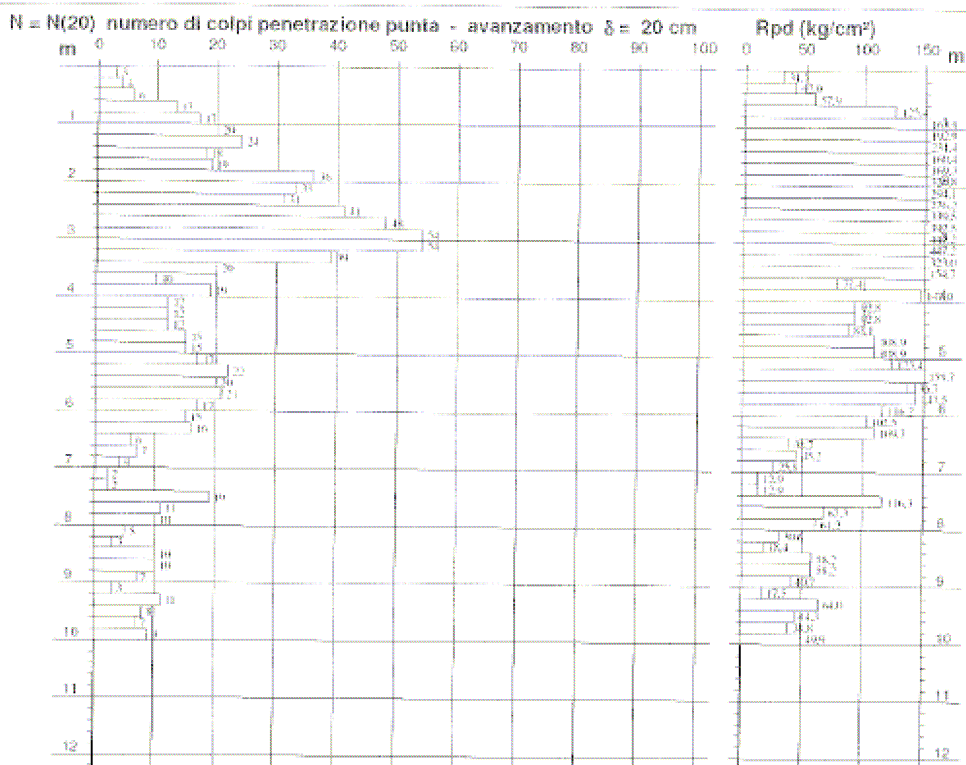
DIN 2

Scala 1: 100

pagina 6/9

- cantiere : CENTRO METANO FOLIGNO
- lavoro : Realizzazione nuovo impianto
- localita' : S. Eracto - Comune di Foligno (PG)
- data prova : 19/09/2014
- quota inizio : 0,00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 22/09/2014

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- cantiere : CENTRO METANO FOLIGNO
- lavoro : Realizzazione nuovo impianto
- localita' : S. Eraclio - Comune di Foligno (PG)

- data prova : 19/09/2014
- quota inizio : 0,00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 22/09/2014

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,60	N	4,3	3	6	3,7	---	---	---	3	1,49	4
			Rpd	43,8	32	58	37,7	---	---	---	31		
2	0,60	1,80	N	18,5	13	24	15,8	3,6	14,9	22,1	13	1,49	19
			Rpd	173,9	125	231	149,6	35,6	139,3	209,5	122		
3	1,80	3,40	N	42,0	31	54	36,5	9,0	33,0	51,0	31	1,49	46
			Rpd	355,7	275	447	315,0	66,7	289,0	422,4	263		
4	3,40	6,40	N	16,2	10	22	13,1	3,7	12,5	19,9	10	1,49	15
			Rpd	117,4	77	160	97,4	25,8	91,8	143,2	73		
5	6,40	7,40	N	4,2	3	7	3,1	---	---	---	2	1,49	3
			Rpd	27,1	13	45	20,0	---	---	---	13		
6	7,40	10,00	N	8,7	3	19	5,8	4,2	4,5	12,0	3	1,49	4
			Rpd	51,2	18	116	34,3	25,5	25,7	76,7	18		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colp Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 30$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

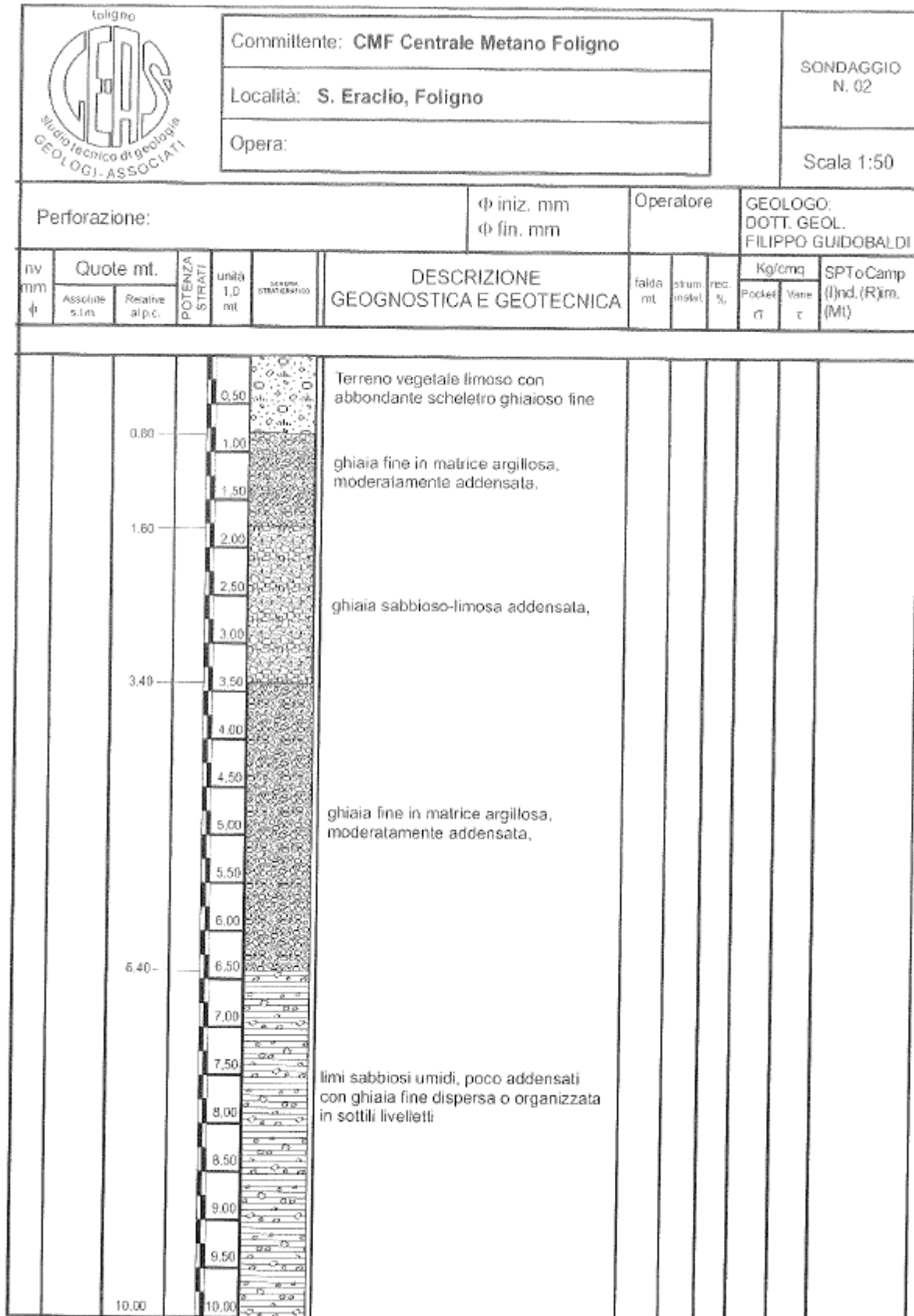
DIN 2

n°	H		NATURA GRANULARE						NATURA COESIVA				Q	Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	α'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat			W	e
1	0,00	---	4	69	37	15	23	222	1,87	1,39	0,25	1,80	41,7	1,125	---	
2	0,60	1,80	19	118	117	49	32	338	1,96	1,58	1,19	2,01	25,5	0,687	---	
3	1,80	3,40	46	160	224	61	41	546	2,13	1,82	2,88	2,33	10,1	0,274	---	
4	3,40	6,40	15	149	98	43	30	307	1,96	1,54	0,94	1,96	28,6	0,773	---	
5	6,40	7,40	3	120	30	11	22	214	1,86	1,38	0,19	1,78	44,2	1,194	---	
6	7,40	10,00	4	132	37	15	23	222	1,87	1,39	0,25	1,80	41,7	1,125	---	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa α' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = capacità portante Sanglerat 1972

DIN_2



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- cantiere : CENTRO METANO FOLIGNO
 - lavoro : Realizzazione nuovo impianto
 - localita' : S. Eracleo - Comune di Foligno (PG)
 - data prova : 19/09/2014
 - quota inizio : 0,00
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 22/09/2014

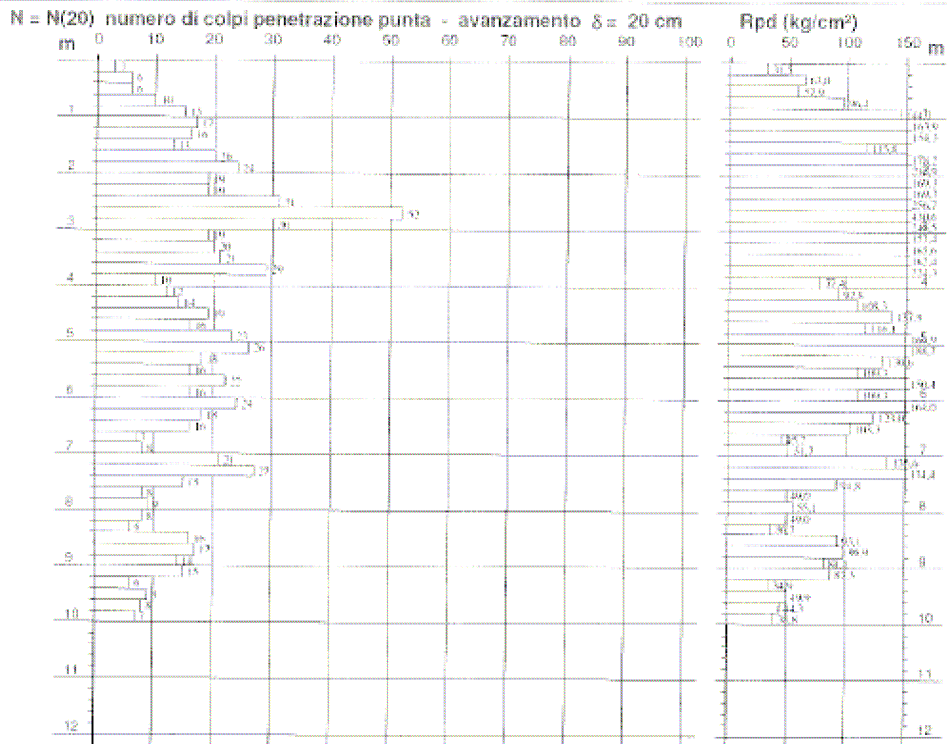
- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	3	31,5	1	5,00 - 5,20	26	188,7	6
0,20 - 0,40	6	63,0	1	5,20 - 5,40	18	130,6	6
0,40 - 0,60	6	57,9	2	5,40 - 5,60	16	109,3	7
0,60 - 0,80	10	96,4	2	5,60 - 5,80	22	150,4	7
0,80 - 1,00	15	144,7	2	5,80 - 6,00	16	109,3	7
1,00 - 1,20	17	163,9	2	6,00 - 6,20	24	164,0	7
1,20 - 1,40	16	154,3	2	6,20 - 6,40	18	123,0	7
1,40 - 1,60	13	115,8	3	6,40 - 6,60	16	103,3	8
1,60 - 1,80	20	178,2	3	6,60 - 6,80	7	45,2	8
1,80 - 2,00	24	213,9	3	6,80 - 7,00	8	51,7	8
2,00 - 2,20	19	169,3	3	7,00 - 7,20	21	135,6	8
2,20 - 2,40	19	169,3	3	7,20 - 7,40	27	174,4	8
2,40 - 2,60	31	256,7	4	7,40 - 7,60	15	91,8	9
2,60 - 2,80	52	430,6	4	7,60 - 7,80	8	49,0	9
2,80 - 3,00	30	248,5	4	7,80 - 8,00	9	55,1	9
3,00 - 3,20	19	157,4	4	8,00 - 8,20	8	49,0	9
3,20 - 3,40	20	165,6	4	8,20 - 8,40	6	36,7	9
3,40 - 3,60	21	162,4	5	8,40 - 8,60	10	93,1	10
3,60 - 3,80	29	224,3	5	8,60 - 8,80	17	98,9	10
3,80 - 4,00	10	77,4	5	8,80 - 9,00	14	81,4	10
4,00 - 4,20	12	92,8	5	9,00 - 9,20	15	87,3	10
4,20 - 4,40	14	108,3	5	9,20 - 9,40	6	34,9	10
4,40 - 4,60	19	137,9	6	9,40 - 9,60	9	49,9	11
4,60 - 4,80	16	116,1	6	9,60 - 9,80	8	44,3	11
4,80 - 5,00	23	166,9	6	9,80 - 10,00	7	38,8	11

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

- cantiere : CENTRO METANO FOLIGNO
 - lavoro : Realizzazione nuovo impianto
 - localita' : S. Eracleo - Comune di Foligno (PG)
 - data prova : 19/09/2014
 - quota inizio : 0,00
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 22/09/2014

- note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- cantiere : CENTRO METANO FOLIGNO
- lavoro : Realizzazione nuovo impianto
- località : S. Eracleo - Comune di Foligno (PG)
- data prova : 19/09/2014
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 22/09/2014

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\sqrt{2(M-\min)}$	s	M-s	M+s			
1	0,00 - 0,60	N	5,0	3	6	4,0	---	---	---	3	1,49	4
		Rpd	50,8	32	63	41,2	---	---	---	31		
2	0,60 - 1,60	N	14,2	10	17	12,1	---	---	---	10	1,49	15
		Rpd	135,0	96	164	115,7	---	---	---	95		
3	1,60 - 3,80	N	25,8	19	52	22,4	9,9	16,0	35,7	19	1,49	28
		Rpd	216,0	157	431	186,7	79,7	136,3	295,7	159		
4	3,80 - 6,60	N	17,9	10	26	13,9	4,6	13,3	22,4	10	1,49	15
		Rpd	127,0	77	189	102,2	31,3	95,7	158,3	71		
5	6,60 - 8,40	N	12,1	6	27	9,1	7,4	4,8	19,5	6	1,49	9
		Rpd	76,5	37	174	56,6	48,0	28,5	124,5	38		
6	8,40 - 10,00	N	11,5	6	17	8,8	4,4	7,1	15,9	6	1,49	9
		Rpd	66,1	35	99	50,5	26,6	39,6	92,6	35		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

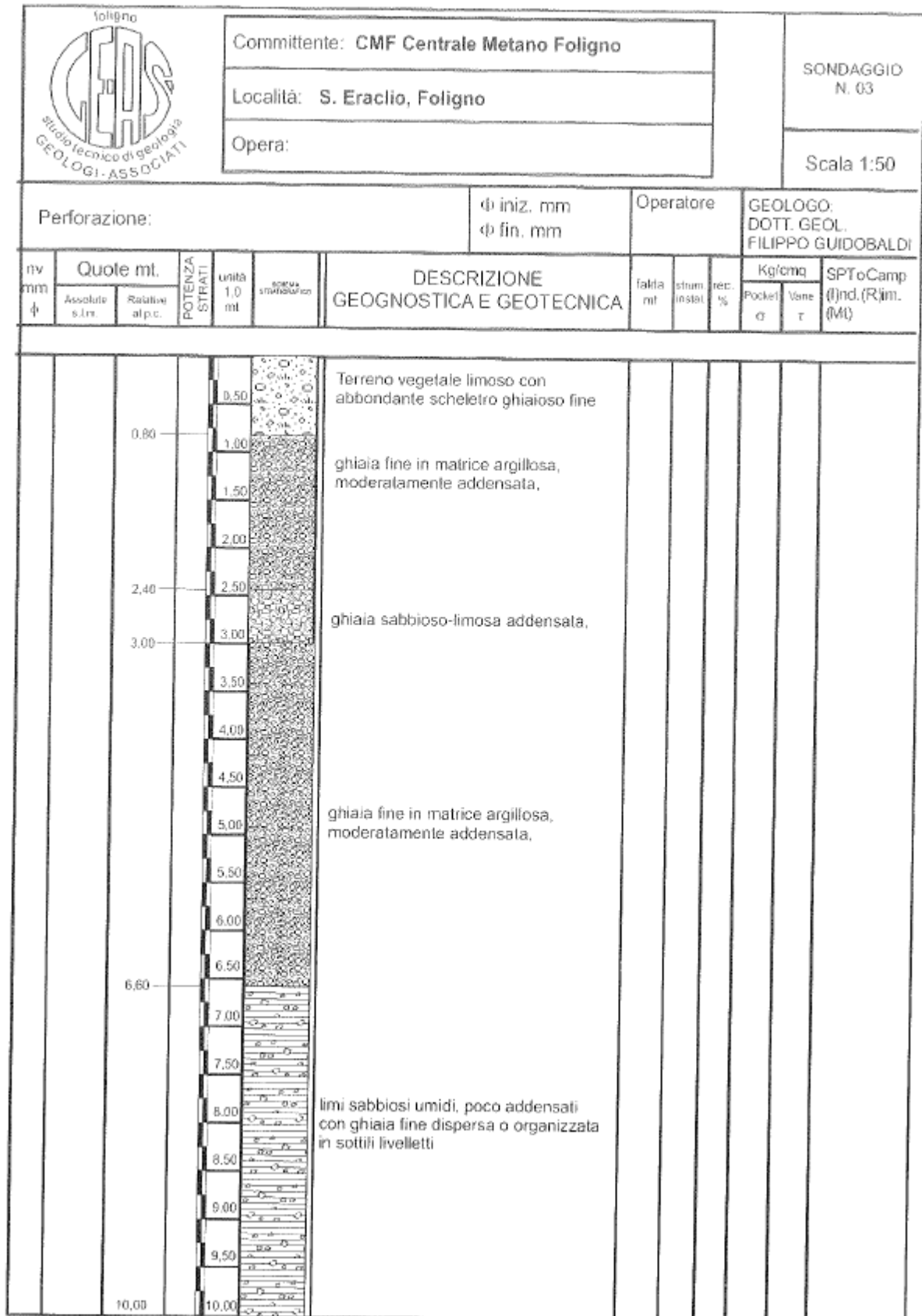
DIN 3

n°	H	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					Q	Litologia			
		Nspt	Vs	G	Dr	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat			W	e	
1	0,00	---	4	69	37	15	23	222	1,87	1,39	0,25	1,90	41,7	1,125	---	---
2	0,60	1,60	15	111	98	43	30	307	1,96	1,54	0,94	1,96	28,6	0,773	---	---
3	1,60	3,80	28	147	155	62	36	407	2,04	1,67	1,75	2,12	19,3	0,522	---	---
4	3,80	6,60	15	150	98	43	30	307	1,96	1,54	0,94	1,96	28,6	0,773	---	---
5	6,60	8,40	9	148	67	32	27	261	1,92	1,48	0,56	1,89	34,0	0,918	---	---
6	8,40	10,00	9	154	67	32	27	261	1,92	1,48	0,56	1,89	34,0	0,918	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa σ' (') = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (Kg/cm²) = capacità portante Sanglerati 1972

DIN_3



❖ **ALLEGATO B) indagini sismiche**

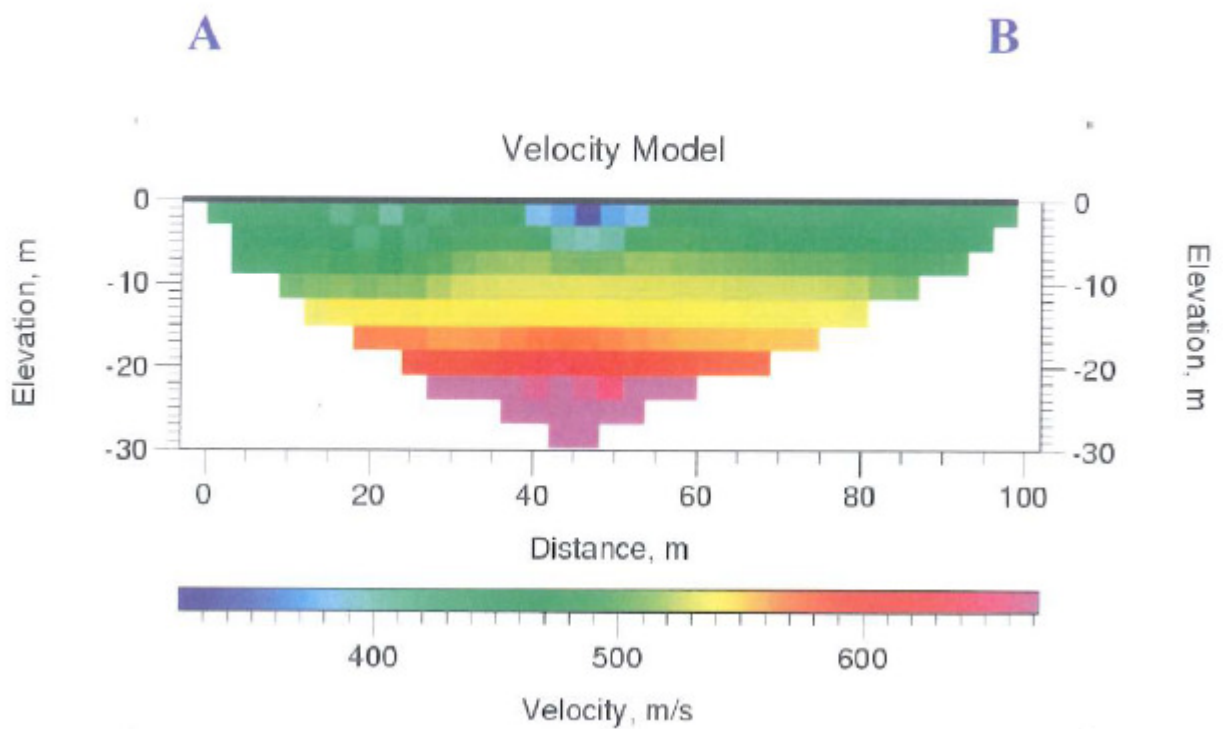
- **PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE SH**
 - **MASW**
 - **HSVR**



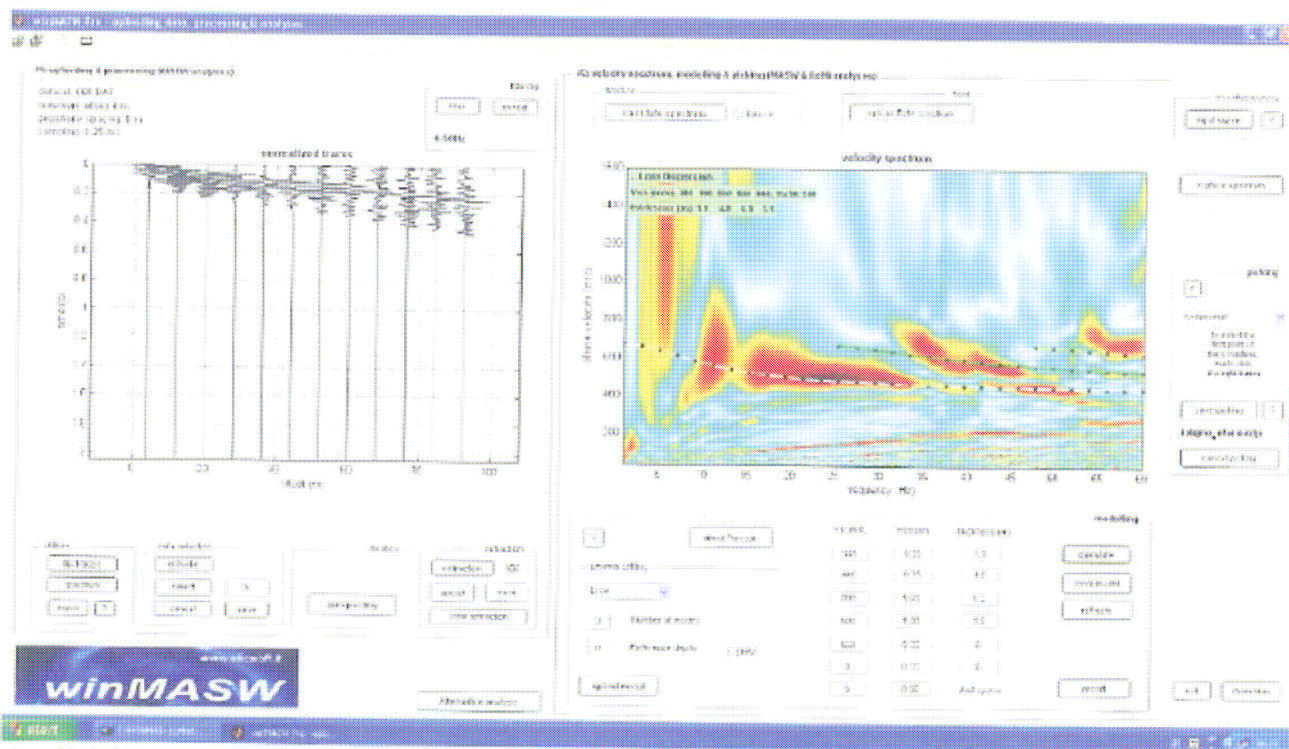
Localizzazione delle indagini geofisiche. Il profilo sismico, realizzato in onde SH, e profilo MASW (a traccia coincidente) assume una lunghezza di 96 m.

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

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



- MASW



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

- **HSVR**

INDAGINE HVSR

INDAGINE HVSR 01

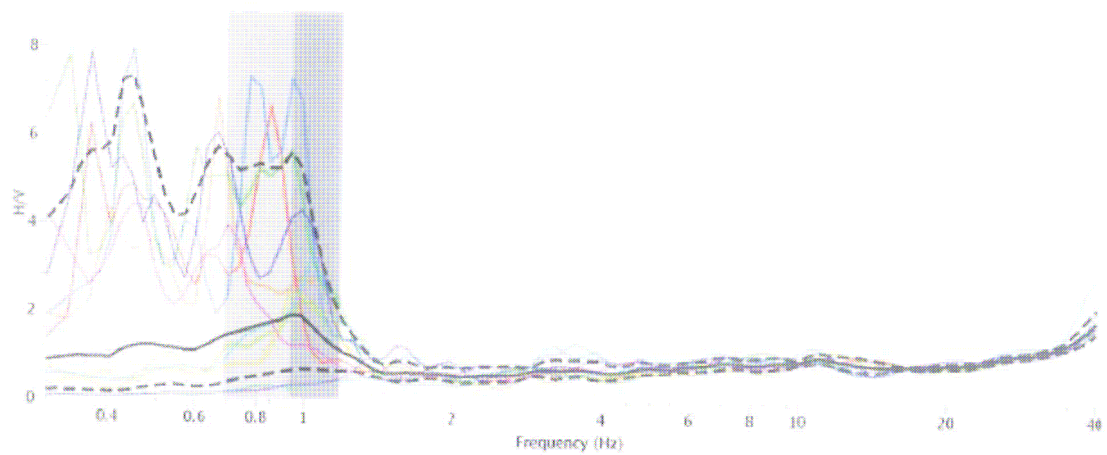
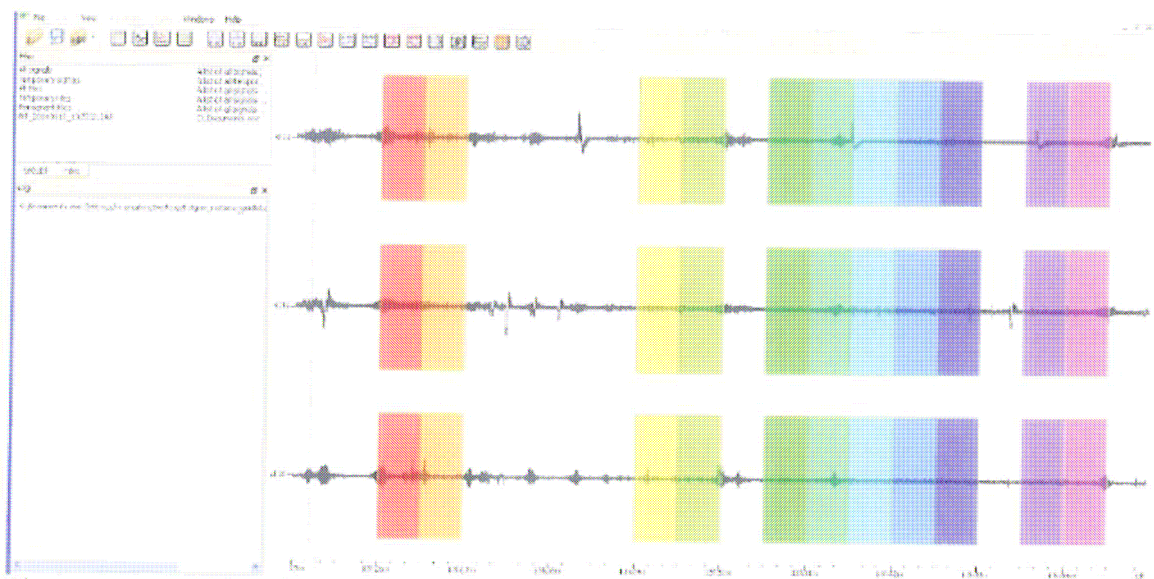


Grafico F-H/V. La frequenza di risonanza dei depositi risulta corrispondere a circa 1 Hz ed è associabile quindi ad un contrasto di rigidità molto profondo. Per tale picco il rapporto H/V risulta di poco superiore a 2. Sotto il valore di 1 Hz la curva presenta alti valori di dispersione. Ciò può essere dovuto al rumore provocato dalle vicine strade trafficate.



Sismogramma relativo al punto di misura HVSR e finestre prese in considerazione per l'analisi.

CALCOLO DEL PARAMETRO VS30 (NTC 14/01/08)

vs	spessore	h/vs	H substrato	VsH
371	3	0,008086	30	531,0271
406	3	0,007389		
506	3	0,005929		
530	3	0,00566		
541	3	0,005545		
569	3	0,005272		
615	3	0,004878		
651	3	0,004608		
655	3	0,00458		
660	3	0,004545		

SISMOGRAMMI

Sismogrammi profilo A-B onde SH

