

REGIONE UMBRIA
COMUNE DI FOLIGNO
PROVINCIA DI PERUGIA

**PROGETTO PER IL MANTENIMENTO IN ATTIVITA'
DI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI**

MICROZONAZIONE SISMICA
CON LIVELLO 1 E LIVELLO 2 DI APPROFONDIMENTO

RIFERIMENTI CATASTALI

Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

COMMITTENTE: Sig. AMICI FAUSTO
INERTI MOVIMENTI TERRA AMICI FAUSTO

LOCALITA': Annifo

TECNICO: Geologo Dott. FABIO BONIFAZI



DATA: 02.01.2017

GEOLOGO DOTT. FABIO BONIFAZI - VIA FLAMINIA VECCHIA N°10/A - 06034 FOLIGNO (PG)

TEL. E FAX 074267235 - TEL. CELL. 3389465164 - Email: bonifazifabio@gmail.com - PEC: bonifazifabio@epap.sicurezza postale.it
Codice Fiscale: BNFFBA64P25L117T - Partita IVA: 01946260542

1 - PREMESSA

Su incarico e per conto del **Sig. AMICI FAUSTO**, titolare della **INERTI MOVIMENTI TERRA AMICI FAUSTO**, con sede a **Colfiorito (PG)**, in **Via del Lago n°30**, è stato condotto uno studio (campagna di indagine geofisica integrata di tipo sismico) finalizzato all'esecuzione della **MICROZONAZIONE SISMICA CON LIVELLO 1 E LIVELLO 2** di approfondimento del sito in cui è in progetto il **"MANTENIMENTO IN ATTIVITÀ DI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI"**, per l'attuazione del quale sarà necessario procedere alla variante del vigente P.R.G. del Comune di Foligno, per trasformare l'area in cui gli impianti hanno sede, di proprietà della Committenza, dalla attuale **Z.T.O. EAP/C** (SPAZIO EXTRAURBANO-PAESAGGIO DELL'ALTO PIANO-AMBITO CARSICO/**All. D**) in una che sia adeguata all'attività che si intende proseguire e svolgere.

Lo studio è stato effettuato avendo come riferimento la seguente normativa e linee guida:

- ◆ Delibera Giunta Regionale/Regione Umbria n°377/2010 *"Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica" (supplemento ordinario n°1 al Bollettino Ufficiale della Regione Umbria, serie generale n.15 del 31/3/2010);*
- ◆ Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008), introdotte con il Decreto Ministeriale del 14.01.2008 (*Gazzetta Ufficiale n°29 del 04.02.2008-supplemento ordinario n°30*);
- ◆ Delibera Giunta Regionale/Regione Umbria n°1111 del 18.09.2012 *"Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria" (supplemento ordinario n°3 al Bollettino Ufficiale della Regione Umbria, serie generale n. 43 del 3 ottobre 2012);*
- ◆ STANDARD MINIMO PER LA REDAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA DI PIANI ATTUATIVI approvato dal Consiglio dell'Ordine dei Geologi della Regione dell'Umbria con la delibera n°23 del 17.07.2012;
- ◆ INDIRIZZI E CRITERI GENERALI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA (ICMS) redatti dal Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (documento prodotto dal *GRUPPO DI LAVORO MS, 2008 - Indirizzi e criteri di microzonazione sismica* ed approvato dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome) e s.m.i.;
- ◆ MANUALE PER IL RILEVAMENTO E L'IDENTIFICAZIONE DELLE ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI O INSTABILITÀ DINAMICHE LOCALI,

prodotto dalla Regione dell'Umbria/Area Operativa Ambiente ed Infrastrutture/Settore Geologico/1998.

Alla relazione sono stati allegati i seguenti elaborati tecnici, allo scopo di esporre con sufficiente chiarezza e consentire una facile interpretazione di quanto verrà di seguito descritto:

- ★ **(All. A)** corografia topografica in scala 1:25000 (stralcio della Carta d'Italia I.G.M.).
- ★ **(All. B)** planimetria in scala 1:5000 (stralcio della Carta Tecnica Regionale).
- ★ **(All. C)** planimetria catastale in scala 1:2000.
- ★ **(All. D)** stralcio del P.R.G. comunale.
- ★ **(All. E)** carta geologica in scala 1:5000 (riproduzione di uno stralcio della carta geologica "ANNIFO" in scala 1:10000, prodotta dal Servizio Geologico della Regione dell'Umbria/tratto da cd-rom: "Regione Umbria-carte geologiche e di pericolosità sismica locale/2002") nella quale è evidenziata l'area di interesse progettuale.
- ★ **(All. F1)** stralcio della Carta Idrogeologica della Regione Umbria in scala 1:5000.
- ★ **(All. F2)** carta delle isofreatiche in scala 1:5000.
- ★ **(All. F3)** carta del rilievo topografico in scala 1:2500 con traccia della sezione idrogeologica.
- ★ **(All. F4)** sezione idrogeologica schematica in scala 1:750.
- ★ **(All.ti G1-G2-G3)** carte che illustrano la situazione rispetto a rischi di frana:
 - stralcio della carta inventario dei movimenti franosi in Italia prodotta con il progetto IFFI su base IGM 1:25000 **(G1)**;
 - stralcio della carta inventario dei movimenti franosi in Italia prodotta con il progetto IFFI su base ORTOFOTOCARTA 1:10000 **(G2)**;
 - stralcio della carta inventario dei movimenti franosi e delle situazioni a rischio di frana tratta dal P.A.I. **(G3)**.
- ★ **(All. H)** carta del vincolo idrogeologico.
- ★ **(All.ti I1-I2-I3)** planimetrie in scala 1:1000 nella quale sono rappresentati ed indicati gli impianti che si intendono mantenere attivi, i punti di esecuzione di n°2 sondaggi geognostici, gli stendimenti di profili sismico a rifrazione effettuati in onde P, in onde S e con metodologia MASW, la stazione di una sismica passiva (HVSR) e un pozzo.
- ★ **(All. L1-L2)** colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici effettuati.

- ★ **(All.ti M1÷M13)** documentazione fotografica delle indagini eseguite.
- ★ **(All. N)** carta litotecnica.
- ★ **(All. O)** carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1 di approfondimento della microzonazione sismica).
- ★ **(All. P)** carta della zonazione sismogenetica ZS9.
- ★ **(All. Q)** risultato (rapporto interpretativo/relazione tecnica) dell'indagine geofisica integrata di tipo sismico condotta per il livello 1 di approfondimento della microzonazione sismica).

TAVOLE microzonazione di livello 2:

- ★ **(TAVOLA 1)** Carta delle indagini.
- ★ **(TAVOLA 2)** Carta delle frequenze fondamentali dei terreni.
- ★ **(TAVOLA 3)** Carta dei fattori di amplificazione sismica locale FA.
- ★ **(TAVOLA 4)** Carta dei fattori di amplificazione topografica.

2 - UBICAZIONE DELL'AREA

Il luogo sottoposto a studio è situato in località **Annifo**. Esso è individuabile cartograficamente nella Tavoletta "**COLFIORITO**" **II S.E.** del Foglio n°**123** della Carta d'Italia I.G.M. **(All. A)** e nell'Elemento n° **312110 "ANNIFO"** della Carta Tecnica Regionale della Regione dell'Umbria **(All. B)**. L'intervento riguarderà un'area censita nel foglio di mappa n°**6** del Catasto dei Terreni del Comune di Foligno (PG), costituita dalle particelle n°**115-136-129-296** e **297 (All.ti C-I1-I2-I3)**.

3 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, GEOLOGICHE E STRATIGRAFICHE

La zona studiata fa parte dell'ampio sistema a pieghe dell'Appennino Umbro-Marchigiano (Anticlinorio Occidentale, SCARSELLA 1951) ed è ubicata ad Est dell'anticlinale M. Faeto-M.di Lello-M. Burano-M.d'Afrile e precisamente ai piedi del versante orientale del Monte di Annifo, un rilievo montuoso che in associazione ad altri rilievi montuosi costituisce il limite occidentale delle depressioni tettonico carsiche del Piano di Annifo e del Piano di Colle Croce **(All.ti A-B)**.

Il Monte di Annifo fa parte di un ampio sistema di rilievi montuosi e collinari le cui parti sommitali sono caratterizzate da superfici spianate, con origine forse riconducibile ad un'unica superficie di erosione, successivamente dislocata dalla tettonica (BARTOLINI, 1980; PANIZZA & DELVECCHIO, 1982; L. GREGORI, 1990).

Il terreno in cui è prevista il mantenimento in opera dei macchinari e delle attrezzature necessarie per lo svolgimento dell'attività di lavorazione degli inerti è posto ad una quota di circa **790 m s.l.m.**, in sinistra idrografica di un fosso di ruscellamento concentrato (Fosso del Piano) che ha origine immediatamente a Est del Paese di Colle Croce e che ha recapito nell'inghiottitoio ubicato in prossimità della zona di collegamento tra il Piano di Arvello ed il Piano di Annifo (**All.ti A-B-C**). Il Fosso del Piano ha un regime semipermanente, una portata modesta ed è alimentato da acqua derivante da precipitazioni meteoriche, nevose e da quella prodotta da due scaturigini sorgentizie.

Il luogo di interesse progettuale è situato in un'area caratterizzata dalla presenza di depositi sedimentari di origine alluvionale nella porzione adiacente al Fosso del Piano e depositi di detrito di falda in quella orientale. Esso è posizionato nella zona di interdigitazione tra i sedimenti di una conoide di deiezione costituita da materiale detritico trasportato a valle e depositato da un fosso di ruscellamento concentrato che si sviluppa sui versanti collinari e montuosi delimitanti ad Est il Piano di Colle Croce (**All. A**) e quelli derivanti dall'azione morfogenetica esercitata in passato dal Fosso del Piano. In loco sono presenti depositi di ghiaia di notevole spessore, che sono costituiti da elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-sabbiosa e/o sabbioso-limosa, i quali sono sovrapposti al substrato roccioso, quest'ultimo rappresentato dai litotipi marnosi e calcareo-marnosi appartenenti alla Formazione della Scaglia Cinerea (nella relazione geologica allegata al progetto, datata 07.05.2013, è stato erroneamente indicato che il substrato roccioso è rappresentato dalla Formazione delle Marne a Fucidi).

In funzione della posizione geografica occupata, localmente la superficie topografica immerge blandamente verso Ovest con un'inclinazione di circa **2,6°**, che corrisponde ad una pendenza del **4,5%**.

La presenza di un pozzo nella proprietà della Committenza (**All. C**) ha consentito di verificare che in loco esiste una falda idrica localizzata all'interno dei depositi di ghiaia, alla quale fungono da livello di base i litotipi della Scaglia Cinerea, che sono notoriamente poco permeabili; da informazioni fornite dalla

Committenza risulta che la falda idrica è di modesta entità, poiché in condizioni climatiche normali ha una potenzialità molto limitata.

Per definire con precisione la situazione stratigrafica nell'ambito dell'area in cui insistono gli impianti sono stati effettuati due sondaggi geognostici (**All.ti I1-I2-I3**), uno alla stessa quota del pozzo e a non molta distanza da quest'ultimo e l'altro verso Est, ad una quota di circa un metro superiore a quella del primo.

Con i sondaggi effettuati (Ditta esecutrice: IDROTECNO S.N.C. con sede a Fanciullata di Deruta in Via B. di Betto) è stata verificata la seguente situazione stratigrafica (**All.ti L1-L2**):

STRATIGRAFIA SONDAGGIO N°1

- da **0,0 m** a **0,5 m** di prof. suolo (limo argillo-sabbioso marrone scuro con inclusi di ghiaia).
- da **0,5 m** a **5,4 m** di prof. ghiaia eterometrica ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-sabbiosa e/o sabbioso-limosa marrone chiaro-avana.
- da **5,4 m** a **9,0 m** di prof. substrato roccioso (Formazione della Scaglia Cinerea).

STRATIGRAFIA SONDAGGIO N°2

- da **0,0 m** a **11,3 m** di prof. ghiaia eterometrica, a tratti medio-fina prevalente, ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-sabbiosa marrone chiaro-avana.
- da **11,3 m** a **11,8 m** di prof. limo-argilloso marrone molto compatto con inclusi di ghiaia fina.
- da **11,8 m** a **12,5 m** di prof. ghiaia eterometrica, medio-fina prevalente, ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-argillosa marrone.
- da **12,5 m** a **13,8 m** di prof. substrato roccioso (Formazione della Scaglia Cinerea).

Con il primo sondaggio (**S1/All. L1**) è stata intercettata acqua di falda ad una profondità di **4,8 m** dal piano di campagna, corrispondente a quella verificata nel pozzo lo stesso giorno (12.06.2013). Nell'altro sondaggio (13.06.2013) è stata rilevata la presenza di acqua ad una profondità di **13,4 m** dalla superficie.

Dalla cartografia di seguito allegata (**All.ti G1-G2-G3**) si evince chiaramente che l'area di interesse progettuale non è soggetta a rischi di frana; il fatto che il terreno in cui si intende mantenere l'attività di lavorazione inerti sia

posto a cavallo del limite di una falda o cono di detrito (conoide di deiezione) classificata attiva nella carta tratta dal P.A.I. **(All. G3)** non pone ostacolo alle previsioni di progetto.

4 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Dall'analisi della Carta Idrogeologica **(All. F1)** si evidenzia che l'area oggetto di studio è posizionata in un complesso ad alta permeabilità, caratterizzato dalla presenza di una copertura alluvionale nella parte occidentale, costituita da ghiaia con matrice limo-sabbiosa e/o limo-argillosa, e da detrito di falda nella porzione orientale, quest'ultimo costituito da ghiaie in matrice sabbiosa.

Al fine della ricostruzione della carta piezometrica **(All. F2)** è stato effettuato un rilievo dei pozzi esistenti **(All. F1)** ed è stato misurato il livello statico della falda acquifera in ciascuno di essi; di seguito vengono indicati i risultati della campagna piezometrica (lo studio è stato eseguito nel Giugno 2016 per rispondere a dei quesiti posti dalla Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio - Settore Vincolo Idrogeologico):

DATA	ID	Quota riferita al p.c. (m s.l.m.)	Profondità della falda dal p.c. (m)	Livello statico (m s.l.m.)
01.06.2016	1	791	5.31	785.69
13.06.2013	2	794	13.40	780.50
01.06.2016	3	807	11.00	796.00
01.06.2016	4	787	12.30	774.70
01.06.2016	5	784	9.50	774.50

Dalla carta idrogeologica **(All. F1)** si evince che i pozzi n°1, 4 e 5 e i sondaggi eseguiti nell'ambito dell'area di interesse progettuale (il sondaggio n°2 è considerato come pozzo/pozzo n°2/ID2) sono localizzati in un sistema idrogeologico ad alta permeabilità, mentre il pozzo n°3 si localizza in un complesso idrogeologico semipermeabile.

Tale situazione è validata dalla correlazione tra la stratigrafia locale e il livello statico dei pozzi. In effetti, sulla base di dati forniti dai proprietari delle opere di presa e in virtù di quanto accertato con l'esecuzione dei sondaggi, per **ID1, ID2 e ID3** si evidenzia come il corpo acquifero è localizzato all'interno dei

sedimenti ghiaiosi sovrastanti la formazione della Scaglia Cinerea; con la perforazione effettuata per realizzare il pozzo contraddistinto con la dicitura **ID3**, sono stati attraversati depositi di ghiaia per uno spessore di **20 m** sovrapposti alla formazione della Scaglia Cinerea.

Utilizzando i dati stratigrafici riguardanti i pozzi censiti e quelli ricavati con i sondaggi **S1** e **S2** è stata realizzata una sezione idrogeologica schematica (**All. F4**). In tale sezione si ipotizza una falda superficiale, localizzata nei depositi di conoide. In particolare, si evidenzia che la falda è localizzata all'interno dei depositi ghiaiosi ad alta permeabilità, sovrastanti la formazione della Scaglia Cinerea (con prevalente componente marnosa), che è caratterizzata solo da una permeabilità secondaria bassa e/o nulla.

Nella ricostruzione non si è tenuto conto del livello misurato nel sondaggio S2, in quanto la rilevazione è stata effettuata circa tre anni fa in un foro di sondaggio, senza attesa di riequilibrio della falda.

La geometria della falda rispecchia l'interfaccia tra la formazione della Scaglia Cinerea e i depositi ghiaiosi ad essa sovrastanti. Con molta probabilità la falda presenta una barriera geologica, rappresentata dai depositi alluvionali poco permeabili del Fosso del Piano, che impedisce l'interscambio idrico con i calcari presenti nella porzione occidentale, in destra idrografica del Fosso del Piano. Tale geometria può essere anche giustificata dalla presenza di un sovrascorrimento localizzato al contatto tra i depositi alluvionali e le formazioni calcaree poste in destra idrografica del Fosso del Piano, proprio di fronte ai terreni oggetto di studio (**All. E**).

Si sottolinea che nell'immediata vicinanza del sito di interesse, in destra idrografica del Fosso del Piano, è stata effettuata una perforazione all'interno dei calcari fino ad una profondità di circa **50 m** a partire dal piano di campagna (**All. F1**), con la quale non è stata intercettata una falda idrica.

La carta delle isofreatiche o carta piezometrica (**All. F2**) è stata generata partendo dai dati acquisiti in campagna ed è frutto dell'interpolazione dei dati tramite metodo IDW (Inverse Distance Weighted) sovrapposto in ambiente GIS a C.T.R..

I pozzi censiti sono localizzati tutti in sinistra idrografica del Fosso del Piano, mentre nell'immediata destra idrografica dello stesso fosso non sono presenti pozzi; nel processo di elaborazione non si è tenuto conto del livello misurato nel sondaggio **S2** (misurazione effettuata nel Giugno 2013, in fase di

perforazione), poiché provocherebbe una depressione piezometrica non realistica.

La carta evidenzia un flusso con direzione prevalente da Nord in direzione Sud-SudEst, che si sviluppa prevalentemente nei depositi superficiali ad alta permeabilità.

5 - SITUAZIONE LITOTECNICA

In funzione della loro tipologia i terreni costituenti il sottosuolo locale possono essere classificati "*MATERIALI GRANULARI SCIOLTI O POCO ADDENSATI A PREVALENZA GHIAIOSA*" e distinti con la sigla "**L5a**" (**All. N**).

6 - MICROZONAZIONE SISMICA

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, gli studi di microzonazione sismica (MS) possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3:

LIVELLO 1

Il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti e la redazione di elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto agli elementi predisponenti di amplificazione e di instabilità sismica.

LIVELLO 2

Il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, giungendo alla definizione della carta di microzonazione sismica.

LIVELLO 3

Il livello 3 restituisce una carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari inerenti i fenomeni di amplificazione sismica locale.

Come prescritto, in questa fase sono stati effettuati il *livello 1* ed il *livello 2* di microzonazione sismica.

Gli studi di MS sono di fondamentale importanza nella pianificazione territoriale al fine di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini e i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

Nella progettazione di opere nuove o di interventi su opere esistenti, gli studi di MS evidenziano l'importanza di fenomeni quali le possibili amplificazioni dello scuotimento legate alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area e dei fenomeni di instabilità e deformazione permanente attivati dal sisma.

6.1 - LIVELLO DI APPROFONDIMENTO 1

Sulla base di quanto verificato con le prospezioni geognostiche effettuate in sito (**All.ti I1-I3-I3-L1-L2**) con il *livello 1 di approfondimento dello studio di microzonazione sismica* è stato accertato che l'area interessata dal piano attuativo di iniziativa privata ricade in una "ZONA STABILE SUSCETTIBILE DA AMPLIFICAZIONE LOCALE" (**All. O**).

6.2 - LIVELLO DI APPROFONDIMENTO 2

La microzonazione sismica è stata eseguita nell'ambito del terreno che è oggetto del piano attuativo al fine di valutare possibili fenomeni di amplificazione in fase sismica ed i fattori **FA** ed **FV** a loro correlati.

6.2.1 - RIFERIMENTI NORMATIVI

Il lavoro di microzonazione sismica di livello 2 per il territorio oggetto di intervento sito nel Comune di Foligno si basa sui criteri definiti nella D.G.R. n. 377/2010 e D.G.R. 1111/2012 mentre il riferimento tecnico per la realizzazione dello studio, per l'elaborazione e redazione delle tavole cartografiche è rappresentato dagli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" approvato

dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome il 13/11/2008, e s.m.i. (da qui in avanti "ICMS").

Nella redazione dello studio ci si è inoltre riferiti al D.M. del 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

6.2.2 - UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E CARTOGRAFIA UTILIZZATA

Il luogo di studio è situato in località **Annifo**. Esso è individuabile cartograficamente nella Tavoletta "**COLFIORITO**" **II S.E.** del Foglio n°**123** della Carta d'Italia I.G.M. (**All. A**) e nell'Elemento n° **312110 "ANNIFO"** della Carta Tecnica Regionale della Regione dell'Umbria (**All. B**). L'intervento riguarderà un'area censita nel foglio di mappa n°**6** del Catasto dei Terreni del Comune di Foligno (PG), costituita dalle particelle n°**115-136-129-296 e 297 (All.ti C-I1-I2-I3)**.

6.2.3 - STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

Lo scopo della microzonazione sismica (MS) è la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e in base ai possibili effetti indotti dallo scuotimento.

Essa rappresenta uno strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico, particolarmente efficace quando realizzato e applicato già in fase di pianificazione urbanistica. Costituisce quindi un supporto fondamentale per gli strumenti di pianificazione comunale e per i piani attuativi di iniziativa privata, per indirizzare le scelte urbanistiche verso aree a minore pericolosità sismica e per fornire strumenti di valutazione finalizzati alla mitigazione del rischio sismico.

Il lavoro è stato realizzato sulla base delle linee guida predisposte dagli "ICMS".

6.2.4 - ELABORATI PRODOTTI

Gli esiti dello studio condotto sono sintetizzati nei seguenti elaborati cartografici, che sono allegati alla relazione:

- **(TAVOLA 1)** Carta delle indagini.
- **(TAVOLA 2)** Carta delle frequenze caratteristiche dei terreni.
- **(TAVOLA 3)** Carta dei fattori di amplificazione sismica locale FA.
- **(TAVOLA 4)** Carta dei fattori di amplificazione topografica.

6.2.5 - INQUADRAMENTO TETTONICO

L'attuale assetto strutturale dell'area in cui ricade il terreno sottoposto a studio è il risultato di una complessa storia deformativa, che è stata caratterizzata di processi tettonici differenti che si sono succeduti nel tempo.

Il campo di sforzi compressivo che ha portato al sollevamento della catena appenninica, orientato in direzione SO-NE, poi migrato in direzione Ovest-Est, ha prodotto la formazione di una serie di domini strutturali che con il susseguirsi dei fenomeni deformativi, sviluppatasi attraverso sistemi a pieghe e sovrascorrimenti, sono progressivamente migrati verso Est.

Successivamente alla formazione di tale assetto strutturale si è impostato un campo di sforzi distensivo, coassiale al precedente, che ha disarticolato le strutture plicative e determinato la formazione di graben e bacini in tramontani; anche questo campo deformativo è migrato nel tempo da Ovest verso Est.

La struttura distensiva di maggior rilievo è rappresentata dal graben cui appartiene la piana folignate-spoletina, in cui l'andamento del limite dei depositi fluvio-lacustri concorda con la direzione delle principali faglie distensive, evidenziando il forte controllo della tettonica sulla sedimentazione.

6.2.6 - INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO E SISMICITÀ STORICA

L'inquadramento tettonico descritto in precedenza è il punto di partenza per l'analisi della sismicità del territorio, essendo questa strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale e, dunque, alla presenza di strutture geologicamente "attive".

Alla base di ogni stima della pericolosità sismica di un territorio vi è l'indispensabile conoscenza della sua storia sismica, cioè di tutte le informazioni sui terremoti avvenuti nel passato, e della geologia strutturale locale, che sono fattori strettamente connessi tra loro.

Per realizzare l'inquadramento sismotettonico sono stati utilizzati database pubblici sviluppati da diversi enti e gruppi di ricerca.

In particolare, per l'analisi della sismicità storica e strumentale dell'area oggetto di indagine sono stati utilizzati:

- **CPTI11**) Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani versione 2011 (Rovida et al., 2011; <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>), che raccoglie i parametri dei terremoti avvenuti in Italia fino al 2011;

- **DBMI11)** Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11 (Locati et al., 2011 <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>);
- **CFTI4Med)** Catalogo dei Forti Terremoti in Italia e in area mediterranea (Guidoboni et al., 2007 <http://storing.ingv.it/cfti4med/>), che riporta per numerose località i risentimenti di circa 300 tra i terremoti storici più forti avvenuti sul territorio italiano, e fornisce anche informazioni sul contesto storico, sociale e demografico in cui gli eventi si sono prodotti, sui parametri epicentrali, sugli effetti dei terremoti sull'ambiente fisico (fagliazione superficiale, frane sismoindotte, maremoti, ecc.), sul danneggiamento dei centri storici e di beni monumentali;
- **Database delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane DISS versione 3.2.0** (INGV – DISS Working Group; <http://diss.rm.ingv.it>), che contiene sorgenti individuali e composite di terremoti, intese come una rappresentazione georeferenziata semplificata e in 3D di faglie (sorgenti individuali) o regioni contenenti faglie (composite) in grado di generare terremoti di M 5.5 o superiore;
- **Zonazione sismogenetica ZS9** (Meletti e Valensise, 2004), che individua sul territorio italiano 42 macrozone-sorgente e rappresenta il riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica nel territorio nazionale;
- **Catalogo della Sismicità Italiana** (<http://csi.rm.ingv.it/>) che contiene tutti gli eventi registrati dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale dal 1981 al 2002;
- **Bollettino della Sismicità Strumentale dell'INGV** (<http://iside.rm.ingv.it>), che contiene tutti gli eventi registrati dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale dal 2003 al 2007.

Dalla consultazione dei cataloghi risulta che gli eventi sismici storici e strumentali che hanno interessato il territorio studiato sono riconducibili, dal punto di vista sismotettonico, alle caratteristiche strutturali del territorio stesso.

In particolare, l'elemento di maggiore interesse è sicuramente la presenza nell'area sismotettonicamente significativa per il sito della parte centrale della dorsale appenninica (Appennino Umbro-Marchigiano), che è prevalentemente interessata da un'attività tettonica di tipo distensivo.

La sismicità storica e strumentale dell'Appennino Umbro-Marchigiano è fortemente controllata dalla geometria della faglia Altotiberina.

Si tratta di una faglia diretta, a basso angolo, immergente verso Est, la quale ha una struttura complessa e rappresenta la master fault basale sulla quale si articolano i sistemi di faglie minori antitetiche e sintetiche che di fatto suddividono il settore in distensione in una serie di blocchi strutturali.

A partire da Nord, le principali strutture riconosciute sismotettonicamente attive (Galadini et al., 2000) sono le faglie: Alta Val Tiberina Ovest e Alta Val Tiberina Est, le faglie di Gubbio, Gualdo Tadino, Colfiorito e Norcia.

Un quadro sintetico delle sorgenti sismogenetiche attive nell'area d'interesse è stato estratto dal Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) versione 3.2.0.

In **figura 1** è riportata una mappa nella quale si individua il luogo di interesse progettuale e l'ubicazione delle "sorgenti sismogenetiche individuali" più vicine ad esso, ovvero delle strutture definite nel DISS sulla base di dati geologici e geofisici, che sono completamente caratterizzate in termini di parametri geometrici di faglia, cinematici e sismologici (nella mappa le sorgenti sismogenetiche sono bordate in giallo).

Nella stessa figura sono riportate in arancione le fasce corrispondenti alle "sorgenti sismogenetiche composite", le quali raggruppano sia sistemi individuali le strutture la cui caratterizzazione è sconosciuta o incerta.

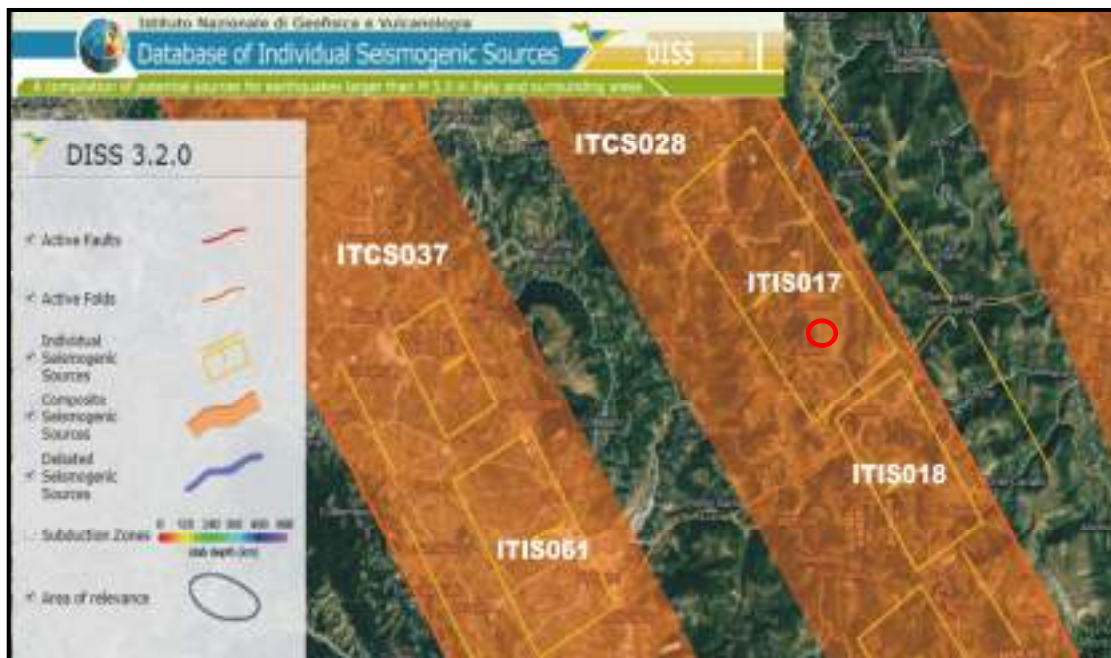


Fig. 1 - Estratto Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) versione 3.2.0

Il database DISS indica, all'interno dell'area in esame, l'esistenza della sorgente sismogenetica individuale **ITIS017 "Colfiorito Nord"** (rettangolo bordato in giallo nella figura n°1), i cui parametri geometrici, cinematici e sismologici sono riportati nella figura n°2.

La sorgente **ITIS017** si estende in direzione appenninica per una lunghezza di **14 km** e con una profondità massima di **8,0 km**, ed è la responsabile dell'evento sismico del 26 Settembre 1997 09:40 U.T.; la sua posizione e geometria sono ben delimitate da diversi tipi di dati strumentali.

La zona di Colfiorito, dopo la sequenza sismica 1997-1998, è stata approfonditamente studiata sia da un punto di vista geologico che sismologico.

In base al catalogo parametrico storico dei terremoti italiani CPTI04, a tale sorgente è stato associato un potenziale sismico di magnitudo (Mw) **6.0**.

L'area è inoltre attraversata da una sorgente composta (fascia arancione nella figura n°1), contenente un numero imprecisato di sorgenti sismogenetiche individuali allineate.

Si tratta della **ITCS028 "Colfiorito - Campostosto"** che si sviluppa in direzione appenninica e con una massima profondità di **14 km**, alla quale è attribuito un potenziale sismico di magnitudo (Mw) **6,5**, derivato dalla massima magnitudo associata alle sorgenti individuali che vi rientrano.

Nella figura n°3 è riportato l'insieme dei parametri definiti per la sorgente sismogenetica composta **"ITCS028"**.

DISS-ID	ITIS017		
Name	Colfiorito North		
Compiler(s)	Basili R.(1), Valensise G.(1)		
Contributor(s)	Basili R.(1), Valensise G.(1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy		
Created	19-Sep-2007		
Updated	19-Sep-2007		
Display map ...			
Related sources	ITCS028		
PARAMETRIC INFORMATION			
	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	43.09 / 12.84	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
Length [km]	14.0	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
Width [km]	8.0	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
Min depth [km]	3.4	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
Max depth [km]	8.5	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
Strike [deg]	143	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
Dip [deg]	40	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
Rake [deg]	275	LD	Based on various geological, geodetic and seismological data.
Slip Per Event [m]	0.33	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1... 1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	330...3300	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.0	LD	Based on geodetic and seismological data from De Martini et al. (2003).
<small>LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT</small>			

Fig. 2:

Parametri sorgente sismogenetica individuale ITIS061 "Foligno" (Estr. DISS versione 3.2.0)


GENERAL INFORMATION				
DISS-ID	ITCS028			
Name	Colfiorito-Campotosto			
Compiler(s)	Burrato P.(1), Fracassi U.(1), Mariano S.(1)			
Contributor(s)	Burrato P.(1), Fracassi U.(1), Mariano S.(1)			
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605. 00143 Roma, Italy			
Created	08-Jan-2005			
Updated	06-May-2010			
Display map ...				
Related sources	ITIS017 ITIS018 ITIS019			
PARAMETRIC INFORMATION				
	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE	
	Min depth [km]	2.5	LD	Based on various geological, geodetic and seismological data.
	Max depth [km]	14.0	LD	Based on various geological, geodetic and seismological data.
	Strike [deg] min... max	130...150	LD	Based on various geological, geodetic and seismological data.
	Dip [deg] min... max	35...55	LD	Based on various geological, geodetic and seismological data.
	Rake [deg] min... max	260...280	LD	Based on various geological, geodetic and seismological data.
	Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
	Max Magnitude [Mw]	6.5	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).
<small>LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;</small>				
ACTIVE FAULTS				

Fig. 3: Parametri della sorgente sismogenetica composta ITCS037 (Estratto DISS versione 3.2.0)

Dalla "MAPPA DELLE INTENSITA' MACROSISMICHE" (Aprile 1996) elaborata dai Dott.ri *Diego Molin, Massimiliano Stucchi e Gianluca Valensise* per conto del *Dipartimento della Protezione Civile*, tenendo conto della massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, attinte dalla banca dei dati macrosismici del GNDT (*Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti*) e dal Catalogo dei Forti Terremoti Italiani (CFTI/1995; 1997) di ING/SGA (*Istituto Nazionale di Geofisica/Società SGA Storia Geofisica Ambiente s.r.l.*), si rileva che il Comune di Foligno è caratterizzato da una "INTENSITÀ MACROSISMICA" (elemento base della scale macrosismiche) pari a **$I_{max} \geq 10$** (figura n°4 e tabella n°1), che tiene conto degli effetti prodotti (danni) dai terremoti nel territorio comunale.

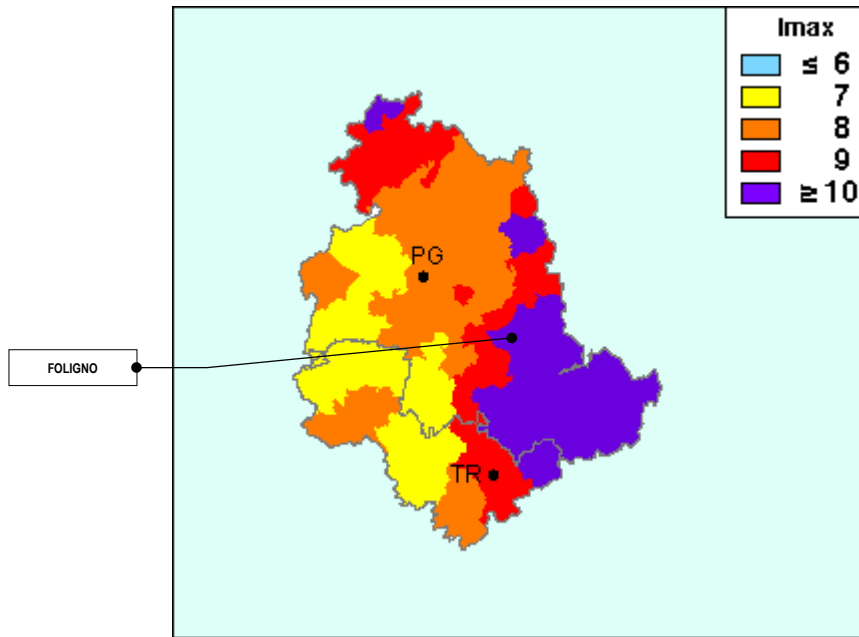


Fig. 4: Mappa delle Intensità Macrosismiche dell'Umbria (tratta dal sito internet: **GNDT/ING/SSN**)

COMUNE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	LATITUDINE	LONGITUDINE	Imax
ASSISI	10	54	1	43.07021	12.61623	8
BASTIA	10	54	2	43.06492	12.55184	9
BETTONA	10	54	3	43.01261	12.48511	8
BEVAGNA	10	54	4	42.93219	12.60794	9
CAMPELLO SUL CLITUNNO	10	54	5	42.81954	12.77713	≥10
CANNARA	10	54	6	42.99439	12.58306	8
CASCIA	10	54	7	42.71844	13.01299	≥10
CASTEL RITALDI	10	54	8	42.82223	12.67323	9
CASTIGLIONE DEL LAGO	10	54	9	43.12641	12.05071	8
CERRETO DI SPOLETO	10	54	10	42.81898	12.91698	≥10
CITERNA	10	54	11	43.49767	12.11557	9
CITTA` DELLA PIEVE	10	54	12	42.95245	12.00436	7
CITTA` DI CASTELLO	10	54	13	43.45650	12.23873	9
COLLAZZONE	10	54	14	42.89957	12.43571	7
CORCIANO	10	54	15	43.10401	12.31234	7
COSTACCIARO	10	54	16	43.35844	12.71184	8
DERUTA	10	54	17	42.98189	12.41948	8
FOLIGNO	10	54	18	42.95504	12.70365	≥10
FOSSATO DI VICO	10	54	19	43.29503	12.76203	9
FRATTA TODINA	10	54	20	42.85708	12.36585	7
GIANO DELL` UMBRIA	10	54	21	42.83257	12.57786	9
GUALDO CATTANEO	10	54	22	42.91063	12.55632	8
GUALDO TADINO	10	54	23	43.23015	12.78549	≥10
GUBBIO	10	54	24	43.35148	12.57732	8
LISCIANO NICCONE	10	54	25	43.24586	12.14326	7
MAGIONE	10	54	26	43.14115	12.20613	7
MARSCIANO	10	54	27	42.90969	12.33813	8
MASSA MARTANA	10	54	28	42.77543	12.52500	9
MONTE CASTELLO DI VIBIO	10	54	29	42.84020	12.35238	7
MONTEFALCO	10	54	30	42.89286	12.65163	9
MONTELEONE DI SPOLETO	10	54	31	42.65187	12.95301	≥10
MONTE SANTA MARIA TIBERINA	10	54	32	43.43693	12.16235	9
MONTONE	10	54	33	43.36313	12.32737	8
NOCERA UMBRA	10	54	34	43.11259	12.78813	9
NORCIA	10	54	35	42.79255	13.09377	≥10
PACIANO	10	54	36	43.02183	12.06990	7
PANICALE	10	54	37	43.02845	12.09891	7
PASSIGNANO SUL TRASIMENO	10	54	38	43.18737	12.13571	7
PERUGIA	10	54	39	43.10617	12.38640	8
PIEGARO	10	54	40	42.96963	12.08615	7
PIETRALUNGA	10	54	41	43.44174	12.43594	9
POGGIODOMO	10	54	42	42.71066	12.93408	≥10
PRECI	10	54	43	42.87848	13.03931	≥10
SAN GIUSTINO	10	54	44	43.54915	12.17468	≥10
SANT` ANATOLIA DI NARCO	10	54	45	42.73362	12.83565	≥10
SCHEGGIA E PASCELUPO	10	54	46	43.40241	12.66751	8
SCHEGGINO	10	54	47	42.71201	12.83048	≥10
SELLANO	10	54	48	42.88837	12.92657	≥10
SIGILLO	10	54	49	43.33091	12.74106	9
SPELLO	10	54	50	42.99171	12.66812	9
SPOLETO	10	54	51	42.73194	12.73584	≥10
TODI	10	54	52	42.78150	12.40668	7
TORGIANO	10	54	53	43.02498	12.43553	8
TREVI	10	54	54	42.87724	12.74662	≥10
TUORO SUL TRASIMENO	10	54	55	43.20762	12.07162	7
UMBERTIDE	10	54	56	43.30464	12.33096	8
VALFABBRICA	10	54	57	43.15816	12.60230	8
VALLO DI NERA	10	54	58	42.76914	12.86319	≥10
VALTOPINA	10	54	59	43.05638	12.75428	9

Tab. 1: Massime Int.tà Macrosismiche osservate nella Provincia di Perugia (tratta dal sito internet: GNDT/ING/SSN)

Per la *sismicità storica* sono stati attinti dati dal *Database Macrosismico Italiano 2011* (DBMI11), utilizzato per la compilazione del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani* (CPTI11. INGV 2011).

Il database di riferimento è stato realizzato nell'ambito delle attività del TTC (Tema Traversale Coordinato) 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV (indirizzo web: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>).

Per il territorio nel quale ricade il sito di interesse progettuale sono disponibili le osservazioni riportate nella seguente tabella (Tabella n°2) relative alla località **Colfiorito**. Nella tabella sono elencati gli eventi sismici, e le relative aree epicentrali, che si sono verificati con maggiore intensità al sito (n°6 eventi):

n°	Is	Anno	Me	Gi	Ora	Mi	Se	AE	Np	Io	Mw
1	7-8	1832	01	13	13	00		VALLE DEL TOPINO	102	10	6.33 ± 0.14
2	7	1915	03	15	11	23		ALTA VALLE DEL CHIANTI	24	7	4.94 ± 0.82
3	6	1979	09	19	21	35	37	VALNERINA	694	8-9	5.86 ± 0.09
4	4	1984	04	29	05	02	60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ± 0.09
5	7	1997	09	26	09	40	27	APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO	869	8-9	6.01 ± 0.09
6	3-4	2006	04	10	19	03	36	MACERATESE	211	5	4.51 ± 0.10

Tab. 2: Eventi sismici di maggiore intensità verificatisi (tratta dal sito internet: INGV/DBMI11)

Nella tabella sopra esposta sono indicati: l'intensità al sito (Is), l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi), l'ora, il minuto (Mi) ed il secondo (Se) in cui si è verificato l'evento sismico, il numero dei punti di intensità (Np), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (MW).

Di seguito si riporta l'istogramma della distribuzione degli eventi sismici in funzione della Intensità e della Cronologia (Fig. 5):

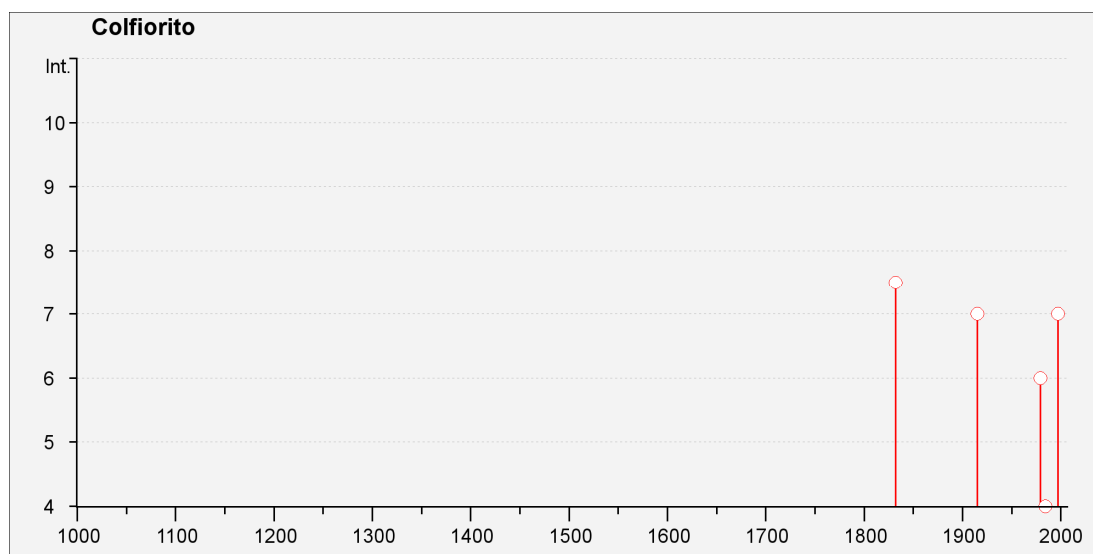


Fig. 5: Istogramma Intensità al sito-cronologia (tratta dal sito internet: INGV/DBMI11)

6.2.7 - PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

6.2.7.1 - ZONIZZAZIONE SISMICA NAZIONALE

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

Il gruppo di lavoro, tenendo conto delle evidenze della tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni, ha prodotto la zonazione sismogenetica, le cui caratteristiche sono sintetizzate in un documento denominato "*Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20.03. 2003, n°3274, All. 1. Rapporto conclusivo-Aprile 2004*".

La zonazione sismogenetica **ZS9** è corredata, per ogni zona sismogenetica (ZS), da una stima della profondità media dei terremoti determinata nella prospettiva di un suo utilizzo con relazioni di attenuazione regionalizzate e di un meccanismo di fagliazione prevalente.

Nel territorio nazionale sono state individuate n°**36 zone sismogenetiche** (con numerazione che va dal numero **901** al numero **936**), alle quali ne vanno aggiunte **6** non utilizzate (contraddistinte con lettere che vanno dalla **A** alla **F**)(**Fig. 6**).

Il luogo di interesse progettuale ricade nella zona sismogenetica n°**919 (All. P)** denominata "**APPENNINO UMBRO**", che fa parte del complesso "**APPENNINO SETTENTRIONALE E CENTRALE**", il quale comprende le zone che vanno dalla n°**911** alla n°**923**.

La zona sismogenetica **ZS919** è caratterizzata da un meccanismo focale prevalente di tipo "normale", da una profondità "efficace" della sorgente sismogenetica di 8 km (classe di profondità compresa tra 8 e 12 km) ed in essa sono previsti eventi sismici con massima magnitudo attesa pari a **$M_{wmax}=6,37$** (valore di riferimento per la determinazione dell'accelerazione massima al sito).



Fig. 6: Mappa della zonizzazione sismica ZS9 (tratta da: ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9-APP.2 al RAPPORTO CONCLUSIVO)

Nella tabella che segue (**Tab. 3**), estratta dal sistema informativo del Geoportale Nazionale, sono riportate la principali caratteristiche determinate per la **ZS919**.

GetFeatureInfo results: Layer 'RN.ZONESISMOGENETICHEZS9.ZONE'			
Feature	21	mymax_gr	'6.370000'
objectid	'21'	tassi_mw_2	'0.260000'
perimeter	'3.269'	tassi_mw_3	'0.210000'
zs9_id	'919'	calss_geo	'Appennino Settentrionale e Centrale'
zs_name	'Appennino Umbro'	md_2_0	'3001'
mymax_ar	'6.370000'	e_md_2_5	'1545'
tassi_mwma	'0.000000'	e_md_3_0	'421'
tassi_mw_1	'0.000000'	p_efficace	'8'
b_co_04_2	'-1.220000'	md_max	'5.00000000'
b_co_04_4	'-1.390000'	meccanismo	= 'normale'

Tab. 3: Caratteristiche della zona sismogenetica **919**

6.2.7.2 - ZONIZZAZIONE SISMICA REGIONALE

Per trattare i problemi tecnico-amministrativi tipici della gestione del territorio, ogni regione ha potuto definire l'appartenenza di ciascun comune o porzione di esso ad una delle quattro zone sismiche definite più avanti, sulla base del valore massimo di un parametro di pericolosità sismica valutato all'interno dell'area considerata.

In applicazione all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°**3274** del **20.03.2003** (Gazzetta Ufficiale del **08.05.2003**), con la quale sono stati emanati i "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale" il territorio italiano è stato suddiviso in n°**4** zone sismiche:

ZONE	LIVELLO DI PERICOLOSITÀ SISMICA	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA	COMUNI INTERESSATI
1	ALTO - e' la zona più pericolosa. in questa zona possono verificarsi forti terremoti	$a_{g,475} \geq 0,25 \text{ g}$	725
2	MEDIO - in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti	$0,25 > a_{g,475} \geq 0,15 \text{ g}$	2.344
3	BASSO - questa zona può essere soggetta a scuotimenti modesti	$0,15 > a_{g,475} \geq 0,05 \text{ g}$	1.544
4	MOLTO BASSO - è la zona meno pericolosa. in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse	$a_{g,475} < 0,05 \text{ g}$	3.488

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di $a_{g,475}$ con una tolleranza di $\pm 0,025 \text{ g}$.

Con la Delibera della Giunta Regionale n°**852** del **18.06.2003** è stata effettuata una riclassificazione sismica del territorio della Regione Umbria (riclassificazione effettuata in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°**3274/2003**), successivamente aggiornata con la **D.G.R.** n°**1111** del **18.09.2012**, in applicazione dell'**O.P.C.M.** n°**3519** del **20.04.2006** (Gazzetta Ufficiale n°**108** del **11.05.2006**) concernente "criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

In base alla classificazione sismica il territorio del *Comune di Foligno* è stato inserito nella **ZONA 1 (Fig. 7)** e ad esso corrisponde un valore del parametro **ag=0,240833 g** (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A).

Nella classificazione definita dai decreti emessi dal Ministero dei Lavori Pubblici fino al 1984/D.M. 14.07.1984, con la quale la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità S", il Comune di Foligno risultava inserito nella 2^a categoria, con grado di sismicità **S=9**.



Fig. 7: Allegato n°1 della D.G.R. 1111/2012

6.2.8 - INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Le indagini geognostiche e geofisiche utilizzate per lo studio di microzonazione sismica di livello 2 sono riportate nella "carta delle indagini attuali" in scala 1:5000 (**Tav. 1**).

L'insieme dei dati raccolti è stato rappresentato in forma simbolica e per tipologia, secondo la legenda prevista negli standard regionali per l'informatizzazione degli studi di MS e con riferimento agli ICMS.

Tutte le indagini sono distinte con simboli e colori differenti sulla base della tipologia e sono indicati i codici univoci che le identificano.

A supporto dello studio di livello 2 di microzonazione sismica sono state effettuate le seguenti indagini geofisiche (tecnico esecutore: Geologo Dott. Luca Ercolini)(**All. I1-I2-J3-Tav. 1**):

- N°1 Profilo sismico a rifrazione in onde S per la ricostruzione sismostratigrafica locale e la verifica dell'andamento delle onde Vs;
- N°1 Profilo sismico con metodologia MASW, in onde di Rayleigh e in onde di Love, per determinare la velocità equivalente Vs30;
- N°1 misura HVSR a stazione singola per determinazione della frequenza caratteristica di sito f0 (Hz).

L'ubicazione delle indagini sismiche è stata stabilita sulla base di un criterio di copertura areale, a partire dei dati pregressi di natura geologica, geotecnica e geofisica disponibili.

Gli esiti dell'indagine geofisica sono riportati nel rapporto interpretativo/relazione tecnica di seguito allegato **(All. Q)**.

Per verificare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo si è fatto riferimento alla situazione stratigrafica definita con delle prospezioni geognostiche eseguite in sito **(All.ti I1-L1-L2)**, e da quanto scaturito da scavi effettuati in passato in un'area adiacente a quella di interesse progettuale (coltivazione di una cava di prestito/**All.ti C-I1**).

6.2.9 - FREQUENZA FONDAMENTALE O CARATTERISTICA LOCALE

La frequenza fondamentale o frequenza caratteristica locale è stata definita con una sismica passiva a stazione singola HVSR, comunemente nota con il termine H/V, condotta secondo gli standard e i criteri stabiliti dagli ICMS.

Per l'esecuzione della HVSR si sfrutta il rumore sismico ambientale presente ovunque in superficie, definito anche "microtremore"; viene chiamata "sismica passiva" in quanto il terreno non viene energizzato artificialmente, come avviene nella sismica a rifrazione.

Le modalità di esecuzione delle misure di microtremore e il risultato dell'indagine sono descritti nel rapporto interpretativo/relazione tecnica di seguito allegato **(All. Q)**. Nella relazione sono indicati:

- l'identificativo del punto di indagine;
- le relative coordinate geografiche (Lat. - Long. UTM);
- il valore f_0 (Hz) del picco significativo a più bassa frequenza, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale di sito.

All'interno della zona indagata è stata definita una frequenza caratteristica locale (f_0) pari a **0,80 Hz (Tav. 2)**.

La frequenza di risonanza del sottosuolo è utile anche per la progettazione ingegneristica delle strutture, in quanto rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici antisismici.

Tale frequenza, così come l'ampiezza dei picchi di frequenza, si pone in relazione diretta con l'amplificazione sismica, oggi considerata da molti la prima causa di danno e distruzione durante un terremoto.

Si dovrà quindi, per quanto possibile, evitare la realizzazione di strutture aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno, così da impedire che si verifichi l'effetto di "doppia risonanza", fenomeno estremamente pericoloso per le strutture in elevazione in caso di sisma.

L'amplificazione sismica è determinata non solo dalla rigidità assoluta di un terreno, ma soprattutto dal contrasto di impedenza tra unità sismiche (Castellaro, 2012).

6.2.10 - STIMA DELLA PROFONDITÀ DEL BEDROCK SISMICO

Al fine di caratterizzare l'area individuata per gli approfondimenti di livello 2 della microzonazione sismica è stata eseguita l'analisi individuale dei dati rilevati mediante le indagini svolte.

L'elaborazione dei dati ricavati dalle misure di microtremore (HVSr) ha permesso di identificare un contrasto di impedenza alle basse frequenze, indizio della presenza di un bedrock sismico (materiale in cui le onde sismiche si propagano con una velocità superiore agli 800 m/s). Sulla base di questo dato e mediante elaborazione in "analisi congiunta", tarata con le indagini MASW e di sismica a rifrazione SH, è stata analiticamente individuata la profondità del bedrock sismico ad una profondità di circa **13,5 m** dal piano di campagna. Tali risultati sono stati incrociati con i dati stratigrafici a disposizione.

6.2.11 - FATTORI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

La carta dei fattori di amplificazione sismica (**Tav. 3**) rappresenta l'elaborato fondamentale dello studio di microzonazione sismica di secondo livello.

Le finalità di questa fase o livello della microzonazione sismica sono:

- verificare le condizioni di pericolosità;
- fornire quantificazioni numeriche della modificazione locale del moto sismico in superficie e dei fenomeni di deformazione permanente, per suddividere in dettaglio il territorio, in base all'amplificazione attesa e per definire il grado di pericolosità sismica.

Con la microzonazione sismica si distinguono *zone stabili* e *zone stabili suscettibili di amplificazione locale*, che si distinguono con un parametro che

quantifica l'amplificazione locale del moto sismico di base, il *fattore di amplificazione sismica*.

Le *zone stabili* sono caratterizzate da un fattore di amplificazione uguale a 1, mentre le *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali* sono caratterizzate da classi di fattori di amplificazione maggiori di 1.

Le indagini ed analisi svolte per caratterizzare il terreno di interesse progettuale hanno permesso di verificare che in quest'ultimo siamo in presenza di una *zona stabile suscettibile di amplificazione locale* e, pertanto, è stato definito il fattore di amplificazione previsto dagli indirizzi di riferimento nazionali e regionali.

Per la definizione dell'amplificazione sono stati utilizzati gli abachi e le procedure indicate nei capitoli 3.2 e 3.3 degli ICMS, Vol. 2 - Parte Terza, oltre alle direttive di riferimento della Regione Umbria.

Le tabelle degli abachi sono suddivise in funzione di ciascun livello energetico (0.06g, 0.18g o 0.26g), per ciascun litotipo (argille, sabbie e ghiaie), in relazione a classi di spessore (**H**) e sono definite per tre tipi di profili di velocità V_s (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di V_sH e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

L'utilizzo degli abachi è funzione della determinazione dello spessore **H** della copertura, della profondità del substrato rigido o di una formazione ad esso assimilabile e del profilo di V_s nell'intervallo di spessore H. Tali elaborazioni prevedono la presenza di un bedrock sismico avente $V_s \geq 800$ m/s al di sotto della profondità H.

I dati di ingresso nelle tabelle sono stati scelti in funzione delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2 di MS per l'area indagata e il tipo di profilo di velocità assunto è quello lineare con pendenza intermedia.

Dalle analisi sviluppate con gli abachi, il parametro scelto per quantificare l'amplificazione corrisponde a FA degli ICMS.

6.2.11.1 - DETERMINAZIONE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO (V_s) E DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

Gli abachi degli ICMS richiedono come dati di ingresso il valore di V_s dell'intero spessore, espresso in intervalli di variazione (con valori proposti che vanno da 5 a 150 metri) dei depositi sovrastanti il bedrock sismico (V_sH) o di una formazione ad esso assimilabile, caratterizzato da un $V_s > 800$ m/s.

Per ricavare il dato di Vs30 sono state utilizzate tecniche geofisiche di sismica attiva (sismica a rifrazione con metodologia M.A.S.W. e sismica a rifrazione in onde "S") per determinare la profondità del bedrock sismico e la Vsh nell'intero intervallo di spessore dei depositi sovrastanti al bedrock sismico.

Le indagini geofisiche correlate ai dati stratigrafici hanno permesso di determinare con buona approssimazione la velocità delle onde S nello strato rigido più profondo che origina il contrasto di impedenza. Tale superficie di contrasto è stata quindi definita come "bedrock sismico", identificato ad una profondità di **13,5 m** a partire dalla superficie.

Nella Tabella che segue (**Tab. 4**) è riportato il calcolo delle Vs nei primi 30 metri di profondità (Vs30) e le Vs calcolate nei depositi sovrastanti al bedrock sismico (Vsh), che consentono la determinazione di FA e FV secondo gli ICMS:

- il valore di Vs30;
- il valore di Vsh;
- la profondità del bedrock sismico;
- i codici di riferimento delle indagini che hanno permesso di ottenere il dato;
- il valore FA ricavato dagli abachi di cui agli ICMS;
- il valore FV ricavato dagli abachi di cui agli ICMS;

ID	Vs ₃₀ (m/s)	Vsh (m/s)	PROFONDITÀ BEDROCK SISMICO (m)	INDAGINI UTILIZZATE	FA	FV
1	562	438	13.50	Rifrazione_MASW_HV	1,37	1,05

Tab. 4: Tabella valori di input per l'utilizzo degli abachi

Per l'utilizzo degli abachi (**Tab. 5.1-Tab. 5.2**) sono stati impiegati i seguenti parametri di ingresso:

- un input sismico (ag) pari a **0,26 g** (rappresenta il valore più prossimo a quello calcolato per l'area di Foligno, che è pari a **0,240833 g**);
- una profondità del bedrock sismico pari a **13,5 m** dal piano di campagna;
- una Vsh pari a **438 m/s**;
- una litologia prevalente ghiaiosa (così risulta dalle stratigrafie dei sondaggi disponibili per la zona in esame e dagli esiti del profilo sismico a rifrazione in onde "S").

Fattore di amplificazione <i>F_A</i>	Tipo di terreno Ghiaia	<i>a_g</i> (g) 0.26g									Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia
		<i>v_g</i> (m/s)									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	-	1.90	1.74	1.60	1.48	1.38	1.21	1.11	1.05	1.01	1.01
10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.11	1.06	1.02
15	-	-	-	1.93	1.61	1.51	1.37	1.25	1.21	1.16	1.04
20	-	-	-	1.97	1.71	1.62	1.47	1.35	1.31	1.26	1.06
25	-	-	-	1.87	1.71	1.64	1.51	1.39	1.35	1.31	1.08
30	-	-	-	1.74	1.64	1.62	1.53	1.40	1.37	1.32	1.09
35	-	-	-	1.59	1.64	1.54	1.44	1.39	1.37	1.32	1.09
40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.35	1.31	1.09
50	-	-	-	1.42	1.34	1.32	1.31	1.27	1.27	1.27	1.07
60	-	-	-	1.33	1.32	1.30	1.27	1.26	1.26	1.26	1.04
70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.21	1.15	1.14	1.00
80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.11	1.11	1.11	1.11	0.98
90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.11	1.12	1.11	1.11	0.96
100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	1.03	0.95
110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.11	1.05	1.01	1.01	0.95
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.99	0.92
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.99	0.97	0.92
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.94	0.97	0.94	0.94	0.91
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.93	0.89









Tab. 5.1: Abaco di riferimento per la definizione del fattore di amplificazione **FA**

Fattore di amplificazione <i>F_V</i>	Tipo di terreno Ghiaia	<i>a_g</i> (g) 0.26g									Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia
		<i>v_g</i> (m/s)									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	-	1.05	1.04	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
10	-	-	1.17	1.02	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01
15	-	-	-	1.24	1.14	1.09	1.05	1.03	1.02	1.01	1.01
20	-	-	-	1.63	1.28	1.18	1.11	1.08	1.03	1.01	1.01
25	-	-	-	1.81	1.47	1.29	1.19	1.17	1.07	1.02	1.02
30	-	-	-	2.06	1.65	1.42	1.28	1.19	1.09	1.03	1.03
35	-	-	-	2.25	1.84	1.54	1.37	1.25	1.11	1.04	1.04
40	-	-	-	2.29	1.96	1.66	1.46	1.32	1.14	1.07	1.07
50	-	-	-	2.12	2.02	1.80	1.59	1.43	1.21	1.09	1.09
60	-	-	-	2.10	1.86	1.79	1.65	1.49	1.26	1.11	1.11
70	-	-	-	-	1.88	1.68	1.61	1.51	1.29	1.12	1.12
80	-	-	-	-	1.88	1.69	1.53	1.46	1.29	1.13	1.13
90	-	-	-	-	1.91	1.69	1.54	1.41	1.27	1.13	1.13
100	-	-	-	-	1.86	1.69	1.53	1.43	1.24	1.09	1.09
110	-	-	-	-	1.84	1.68	1.53	1.41	1.22	1.09	1.09
120	-	-	-	-	1.77	1.68	1.53	1.40	1.23	1.10	1.10
130	-	-	-	-	1.74	1.64	1.53	1.42	1.23	1.10	1.10
140	-	-	-	-	1.73	1.60	1.51	1.42	1.22	1.10	1.10
150	-	-	-	-	1.74	1.57	1.48	1.40	1.23	1.09	1.09

Tab. 5.2: Abaco di riferimento per la definizione del fattore di amplificazione **FV**

L'Area indagata ricade in zona stabile suscettibile ad amplificazione locali per effetti stratigrafici e ad essa viene attribuito il colore **Pantone 127 giallo scuro** nella Carta dei fattori di amplificazione sismica locale FA (**Tav. 3**); le zone giallo chiaro sono quelle caratterizzate da una minore amplificazione del moto sismico.

Per il sito sottoposto a studio, la definizione del fattore di amplificazione per effetto stratigrafico indica un valore di **Fa** compreso tra **1,3** ed **1,4**.

Zone stabili	
	Fa = 1.0
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per effetti stratigrafici (Fa)	
	1.1 - 1.2
	1.3 - 1.4
	1.5 - 1.6
	1.7 - 1.8
	1.9 - 2.0
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per effetti topografici (Ft)	
	1.1 - 1.2
Zone soggette ad effetti locali	
	Area che necessita di approfondimenti di livello 3

6.2.11.2 - AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Il terreno di interesse progettuale è inserito in un'area nella quale il rilevato superficiale è sostanzialmente pianeggiante ed immerge blandamente verso Ovest con un'inclinazione di circa **2,6°** (inclinazione inferiore a **15°**).

In ragione di questo, in base a quanto riportato nella seguente tabella (**Tab. 6**) la situazione geomorfologica è corrispondente alla *categoria topografica "T1"*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 6: Categorie topografiche (tab. **3.2.IV** delle NTC2008)

La situazione geomorfologia è tale da non determinare condizioni che possano indurre ad amplificazioni del moto sismico per effetto topografico.

6.2.12 - SINTESI DEI DATI OTTENUTI

Con le indagini condotte e le elaborazioni ed analisi effettuate, per il terreno interessato dal progetto di piano attuativo è stato definito quanto segue:

- ricade in un'area stabile suscettibile ad amplificazione locale per effetti stratigrafici;
- non ci sono condizioni che possano indurre ad amplificazioni del moto sismico per effetto topografico;
- il fattore di amplificazione sismica **FA** è pari a **1,37** e **FV** è pari a **1,05**;
- la frequenza caratteristica di sito **f0** è pari a **0,80 Hz**;
- la situazione geomorfologica è corrispondente alla *categoria topografica "T1"*, con fattore di amplificazione topografica **St=1**;
- la **Vs30** equivalente pari a **562 m/s**;
- il bedrock sismico è presente a partire da una profondità di **13,5 m** dal piano di campagna;
- nei terreni soprastanti il bedrock sismico la velocità **Vsh** è di **438 m/s**.

7 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce del contesto geomorfologico, stratigrafico ed idrogeologico riscontrato nella zona sottoposta a studio si esprime un giudizio positivo relativamente alla fattibilità di quanto progettato.

Rispetto alle *Norme Tecniche per le Costruzioni* (NTC2008), il sito di interesse progettuale ha le seguenti caratteristiche:

- ▣ la situazione stratigrafica corrisponde alla *categoria di sottosuolo "S2"* poiché il bedrock sismico (materiale in cui le onde sismiche si propagano con una velocità superiore agli 800 m/s) è presente a partire da una alla profondità **13,5 m** dal piano di campagna; la categoria di sottosuolo non può essere attribuita con l'approccio semplificato, ma attraverso uno studio di approfondimento di livello 3 di microzonazione sismica (modellazione specifica di sito o analisi di risposta sismica locale) da effettuare in fase esecutiva, cioè nella fase di progettazione di nuove strutture o di ristrutturazione di quelle esistenti all'interno del terreno oggetto del piano attuativo.
- ▣ la situazione geomorfologica corrisponde alla *categoria topografica "T1"*.

Foligno, lì 02.01.2017

Il Tecnico

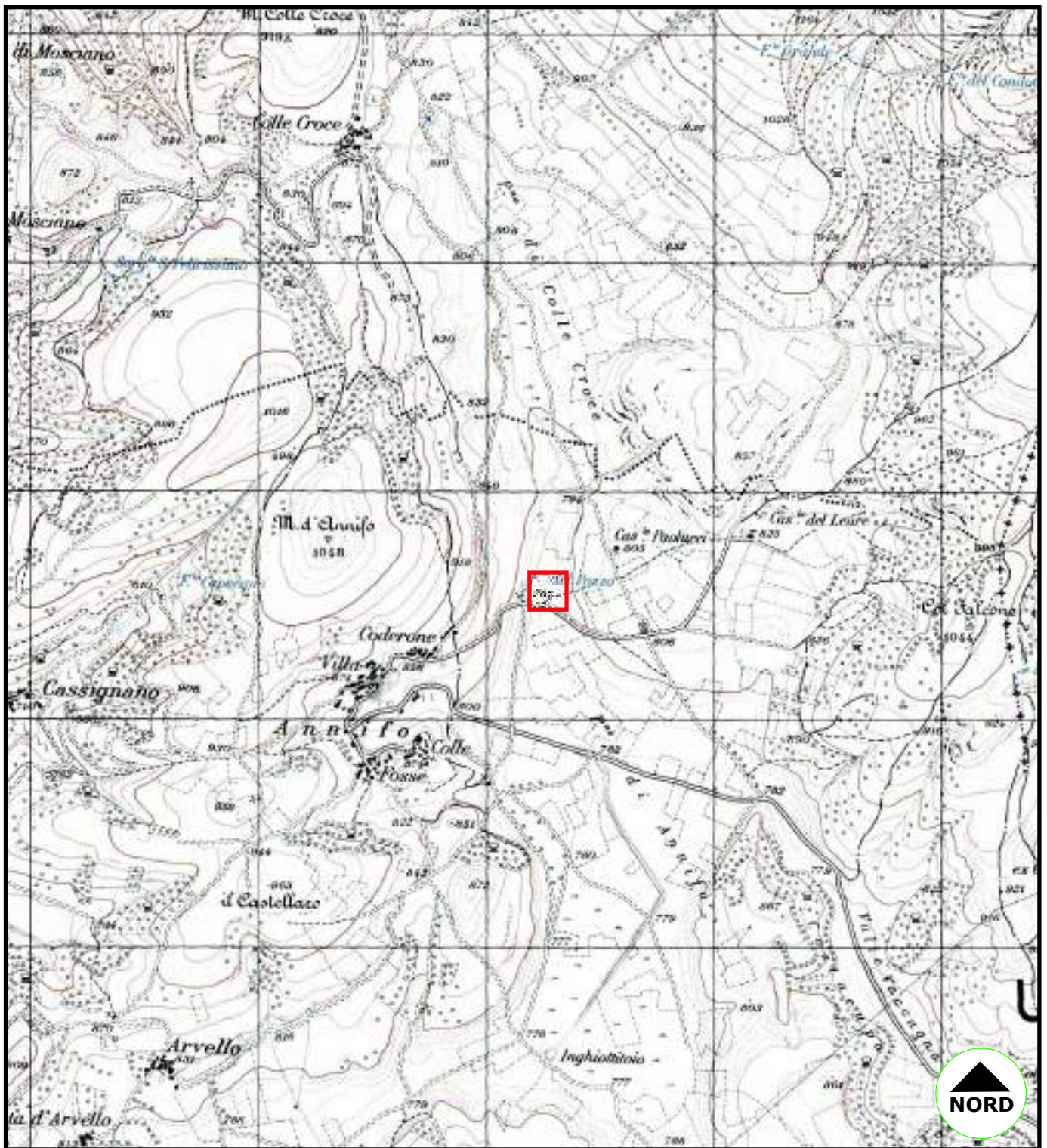
Geologo Dott. FABIO BONIFAZI

Il collaboratore per la MS di livello 2

Geologo Dott. LUCA ERCOLINI

COROGRAFIA TOPOGRAFICA

SCALA 1:25000



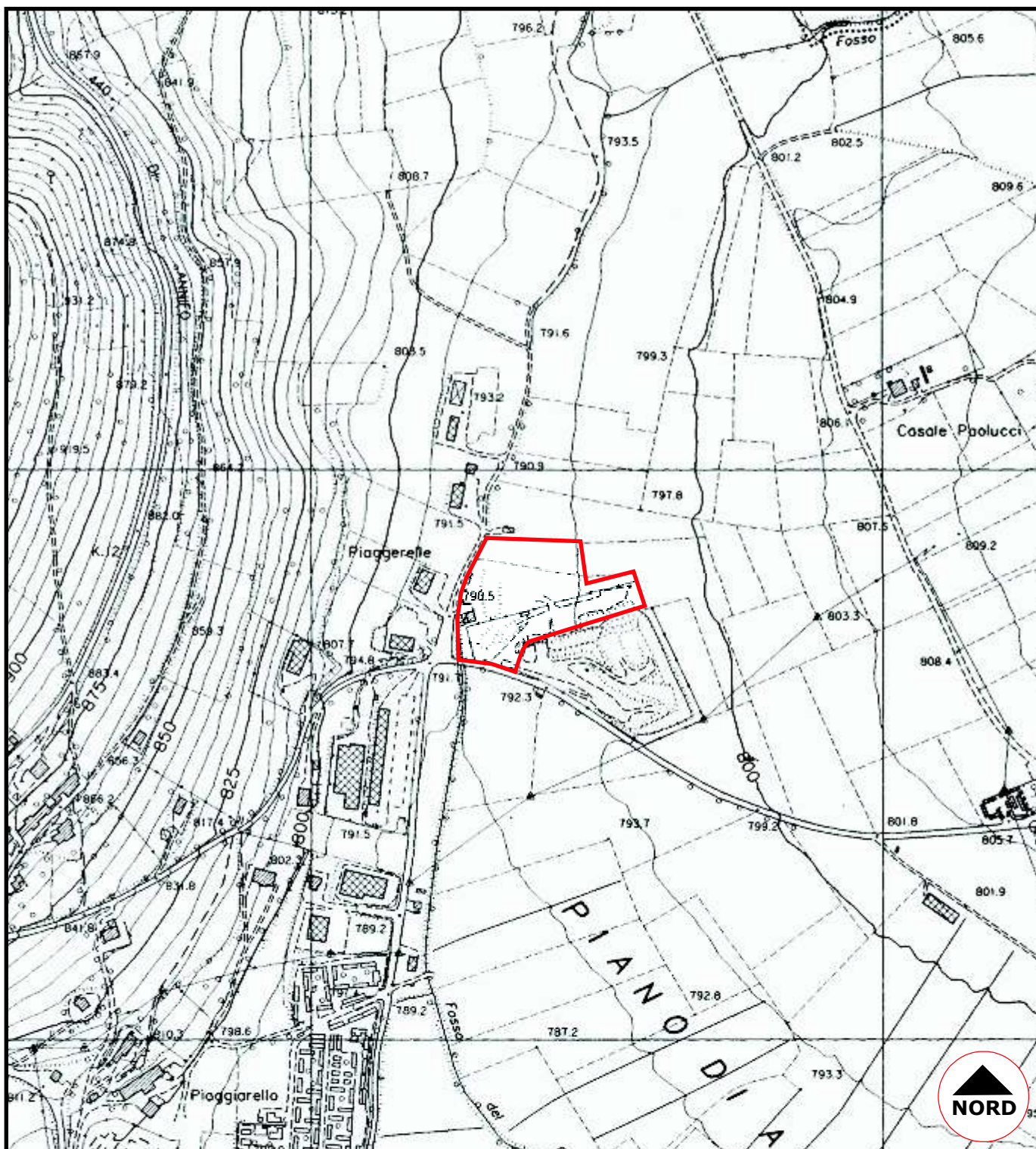
LUOGO DI INTERESSE PROGETTUALE


Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Tavoletta "COLFIORITO"II S.E. - Foglio n°123 - Carta d'Italia I.G.M.

ALLEGATO A

CARTA TECNICA REGIONALE

SCALA 1:5000



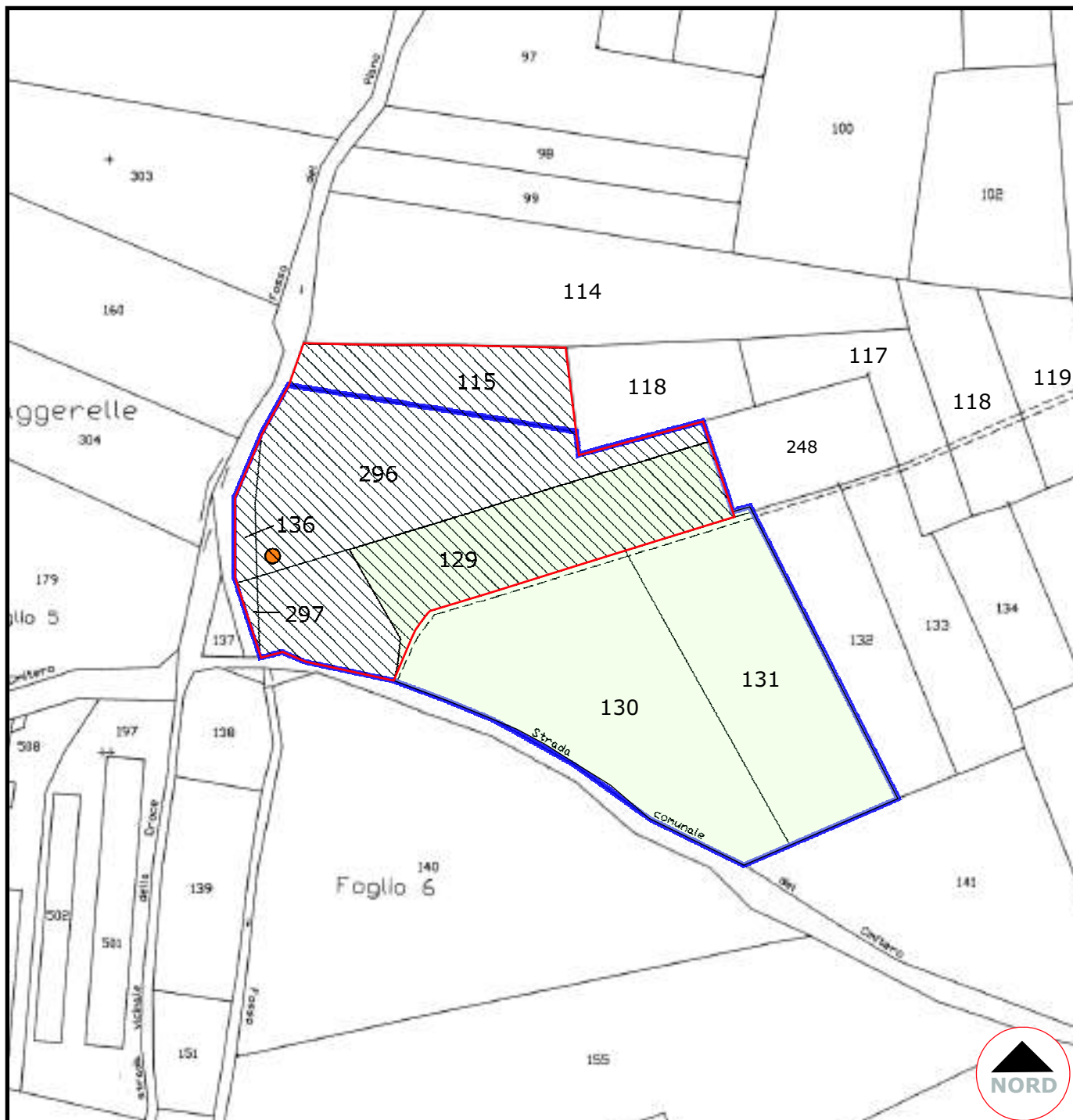
 AREA NELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE
ATTIVI DEGLI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE INERTI





Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Elemento n°312113 "ANNIFO" - Carta Tecnica Regionale - Regione dell'Umbria

ALLEGATO B

PLANIMETRIA CATASTALE

SCALA 1:2000



-  AREA NELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI DEGLI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI
-  PERIMETRO DELL'AREA CHE DA P.R.G. E' DESTINATA AD ATTIVITA' ESTRATTIVA (E/CP - CAVE DI PRESTITO)
-  VECCHIA AREA DI CAVA
-  POZZO ESISTENTE

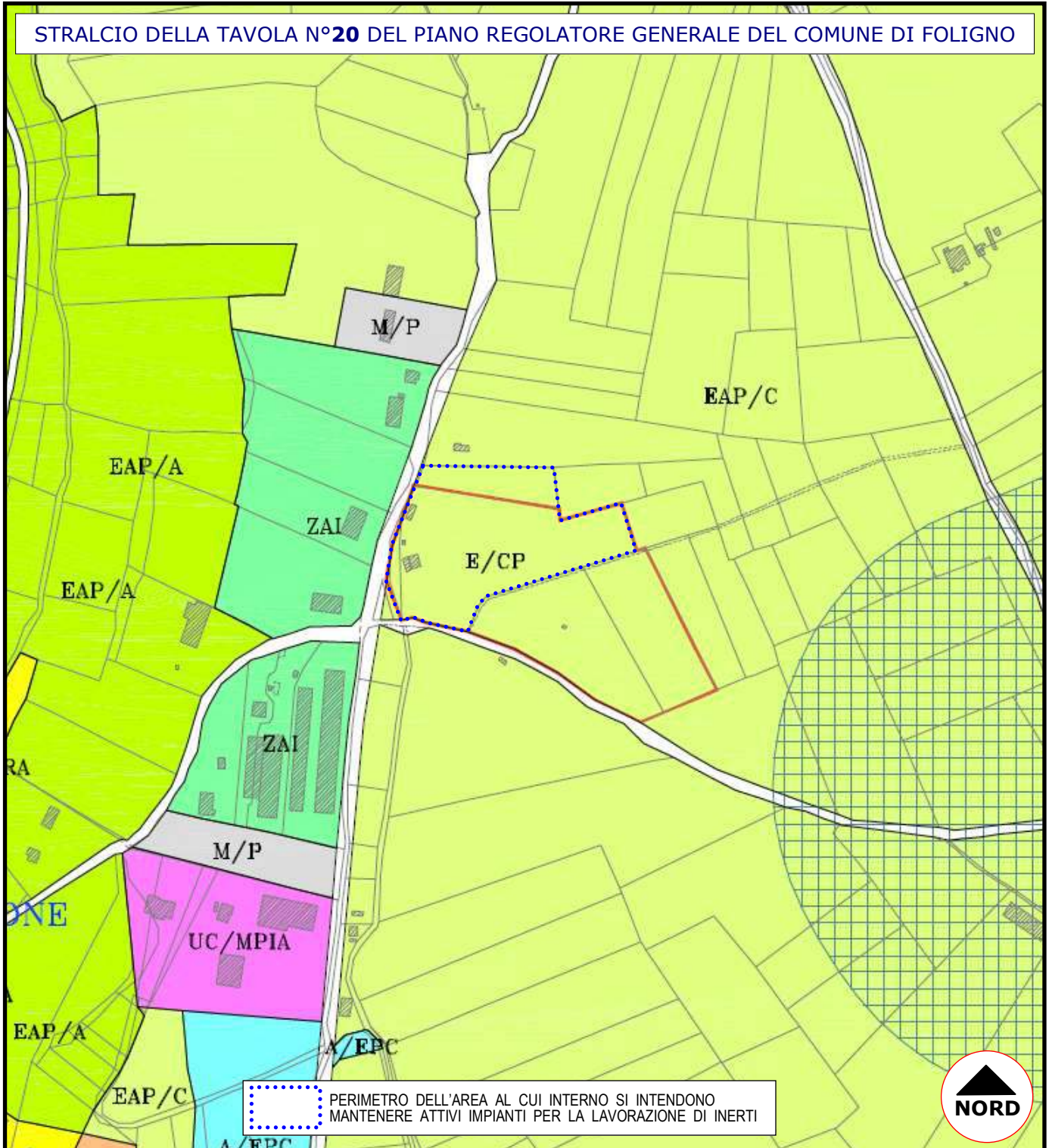
Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

ALLEGATO C

PIANO REGOLATORE GENERALE

SCALA 1:4000

STRALCIO DELLA TAVOLA N°20 DEL PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI FOLIGNO



PERIMETRO DELL'AREA AL CUI INTERNO SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI

Loc. Annifo - Comune di Foligno - Provincia di Perugia

E/CP	CAVE DI PRESTITO	ZAI	ATTIVITA' AGRICOLE INTENSIVE
UC/MPIA	PRODUTTIVI INDUSTRIALE/ARTIGIANALE	R/C	CIMITERIALE (FASCIA DI RISPETTO)
EAP/A	AGRICOLO	A/EPC	AREE PER L'EMERGENZA DELLA PROTEZIONE CIVILE
EAP/C	AGRICOLO DI PREGIO CARSICO	M/P	PARCHEGGI (DI SCAMBIO; TERMINALI)

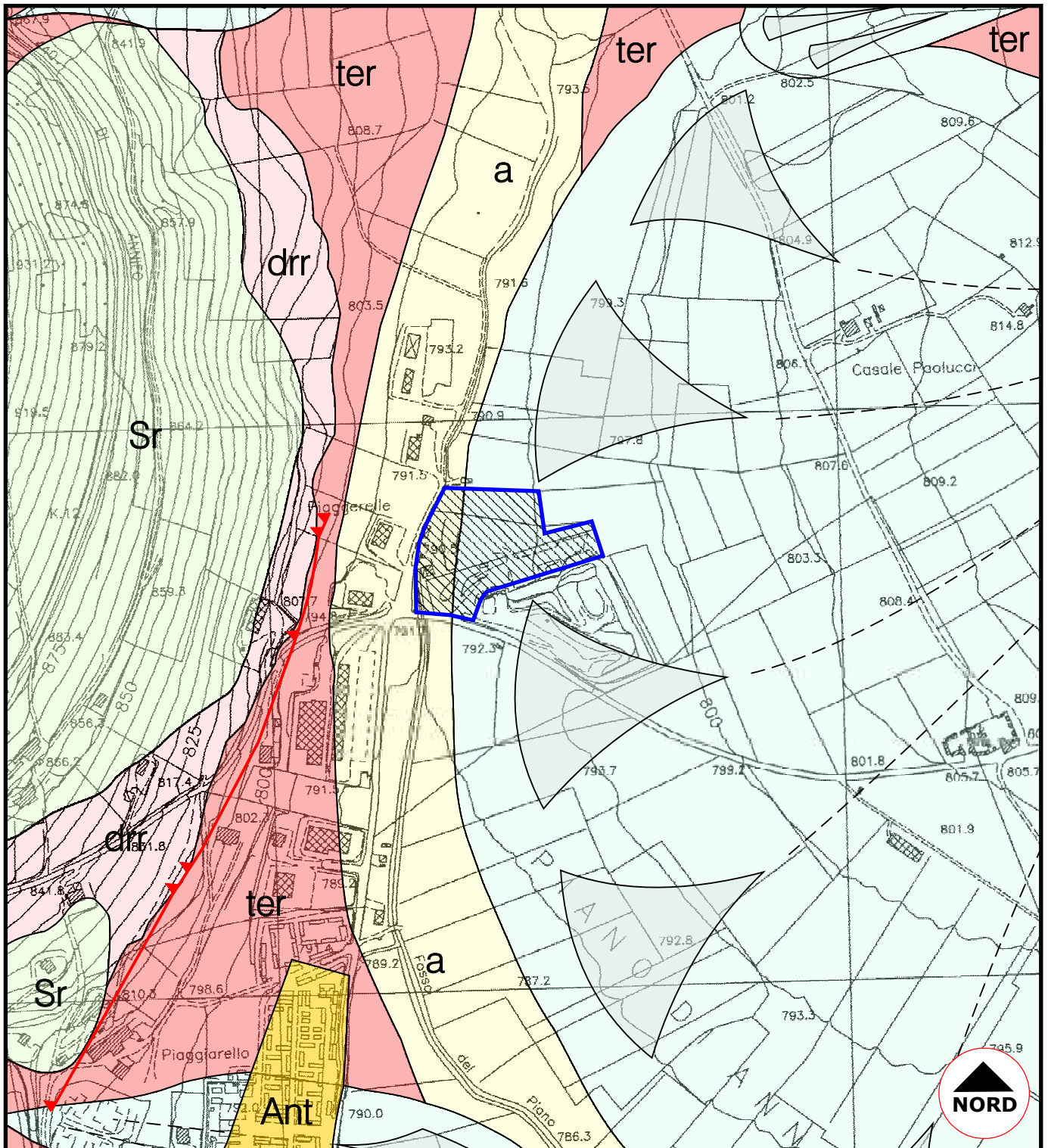
ALLEGATO D

CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:5000

STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA "ANNIFO" IN SCALA 1:10000

RIPRODUZIONE DI UNO STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA PRODOTTA DAL SERVIZIO GEOLOGICO DELLA REGIONE DELL'UMBRIA
TRATTO DAL CD-ROM: "REGIONE UMBRIA/CARTE GEOLOGICHE E DI PERICOLOSTIA" SISMICA LOCALE" - 2002



	AREA DI INTERESSE PROGETTUALE		ter	DEPOSITI ELUVIALI E COLLUVIALI		a	ALLUVIONI RECENTI-ATTUALI
	CONOIDE DI DEIEZIONE		drr	DETRITO DI FALDA recente e antico		Sr	SCAGLIA ROSSA
	Ant			CONTATTO STRATIGRAFICO			FAGLIA INVERSA

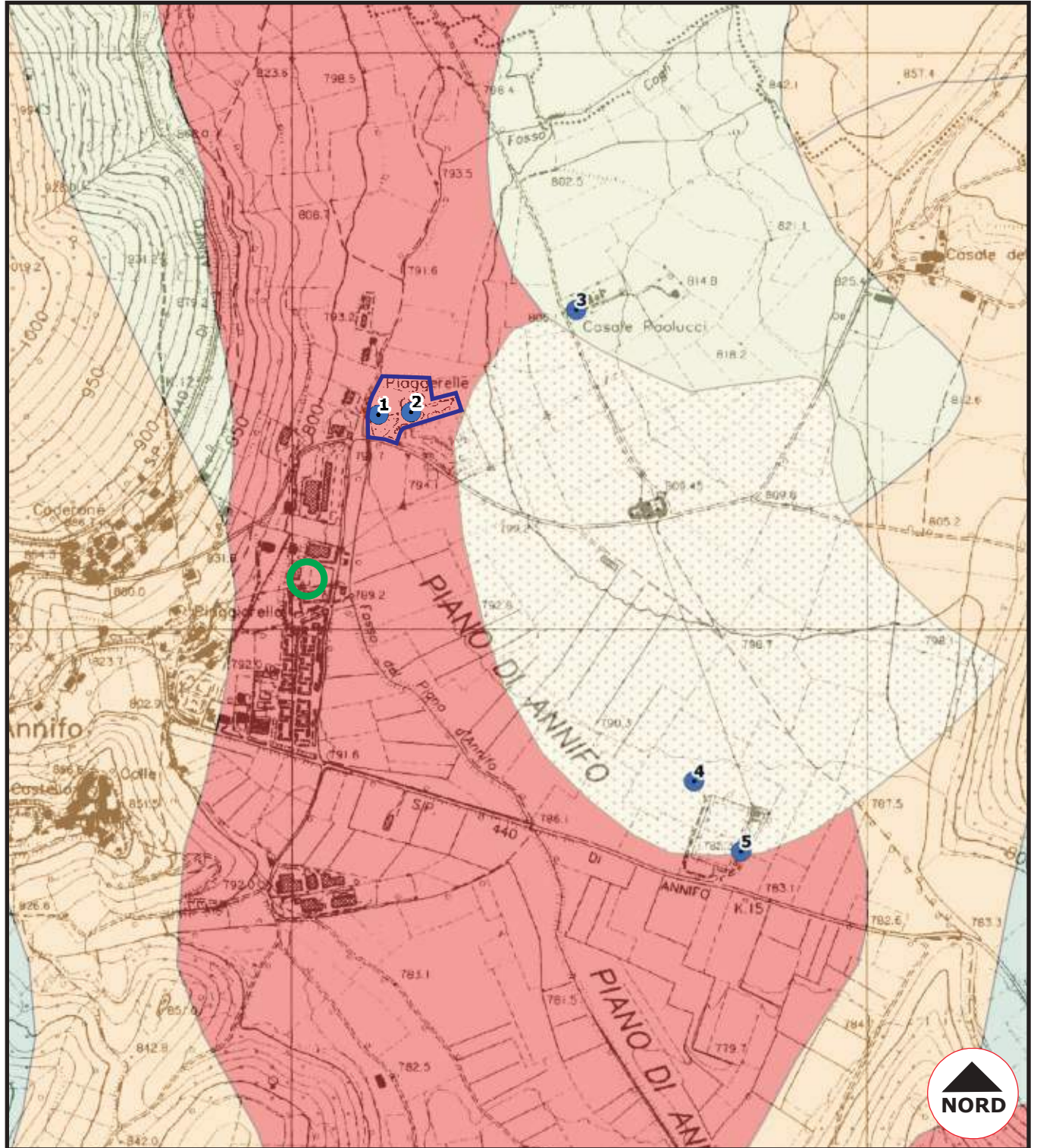
Località Annifo - Comune di Foligno - Provincia di Perugia








Elemento n°312113 "ANNIFO" - Carta Tecnica Regionale - Regione dell'Umbria

ALLEGATO E

CARTA IDROGEOLOGICA

SCALA 1:10000

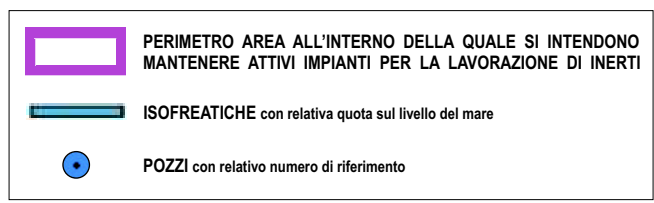
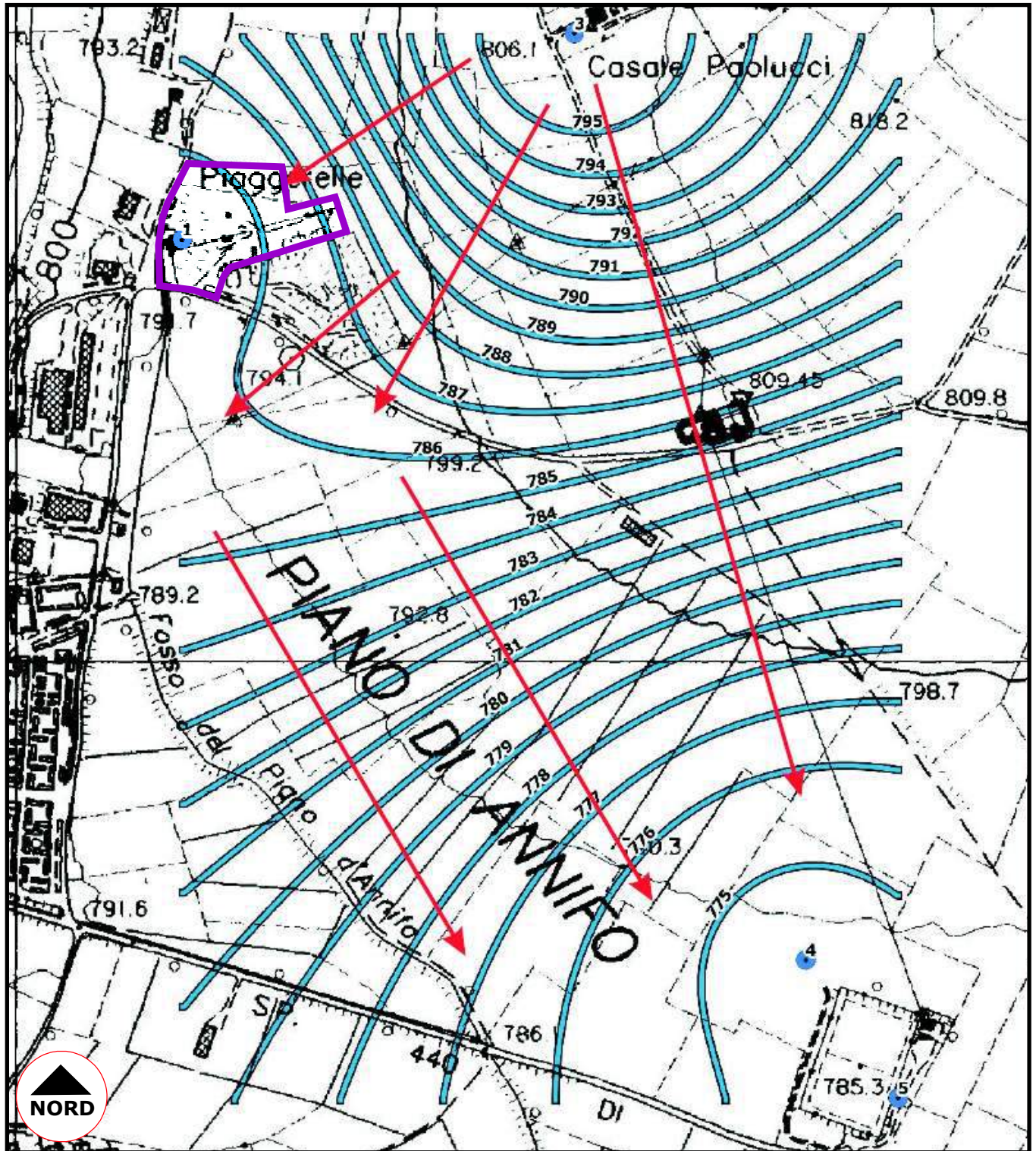


	PERIMETRO AREA ALL'INTERNO DELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI		ALTA
	POZZI con relativo numero di riferimento		MOLTO
	LUOGO IN CUI È STATA ESEGUITA UNA PERFORAZIONE (profondità di 50 m dal piano di campagna)		SEMI
			IMPERMEABILI - SEMI

Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Elemento n°312113 "ANNIFO" - Carta Tecnica Regionale - Regione dell'Umbria

CARTA DELLE ISOFREATICHE

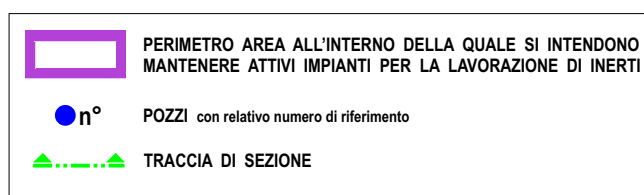
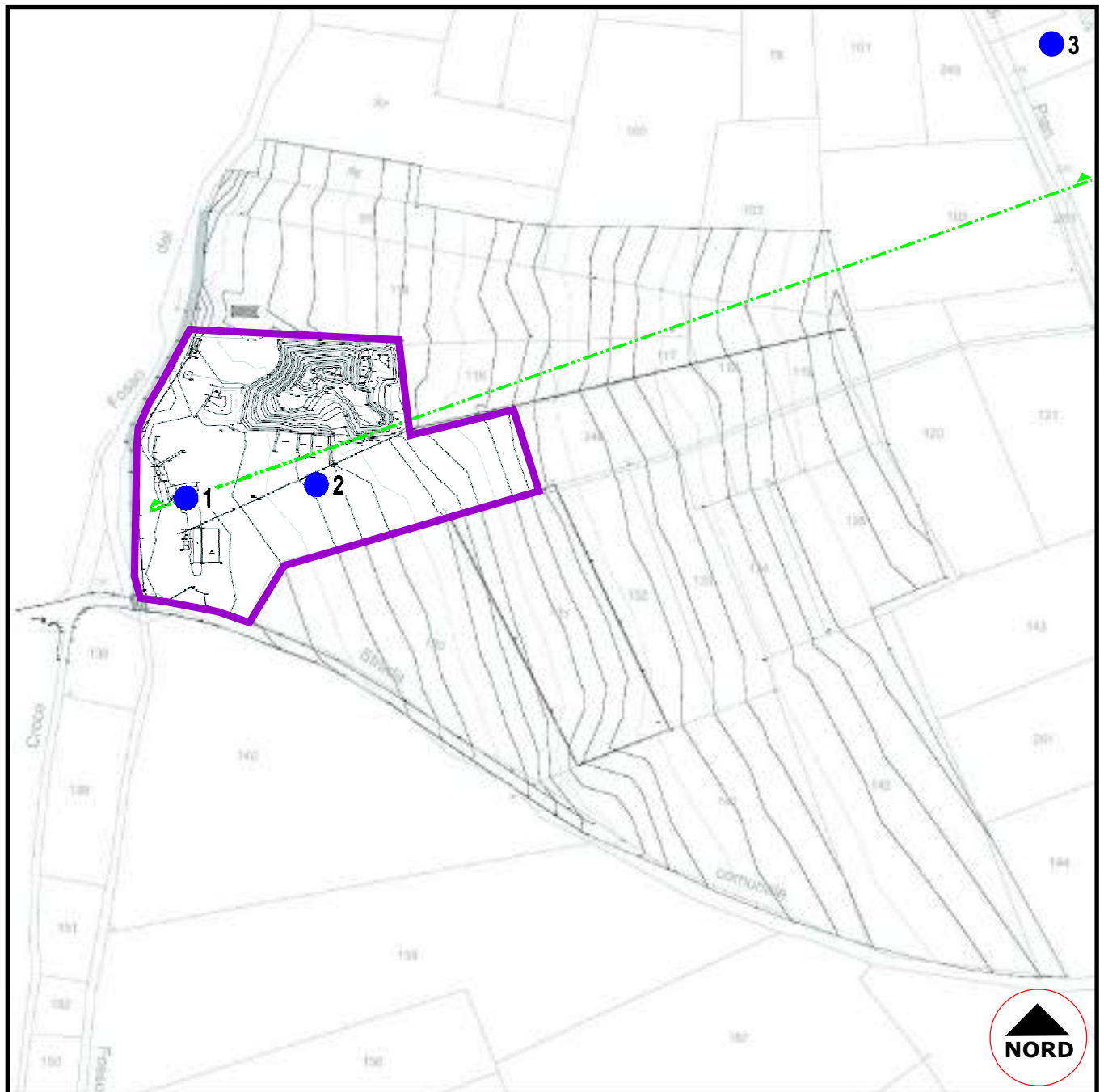
SCALA 1:5000



Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Elemento n°312113 "ANNIFO" - Carta Tecnica Regionale - Regione dell'Umbria

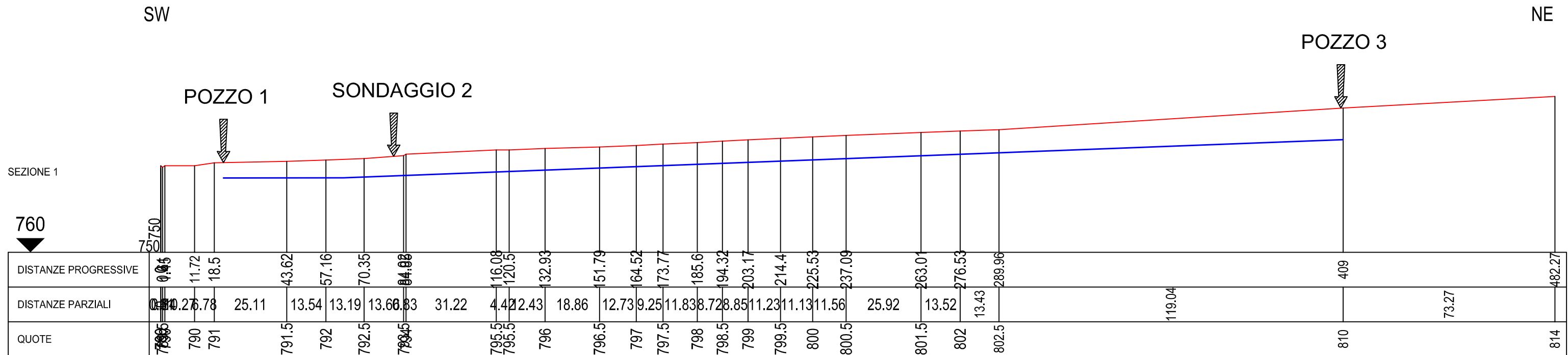
CARTA DEL RILIEVO TOPOGRAFICO E TRACCIA DI SEZIONE

SCALA 1:2500

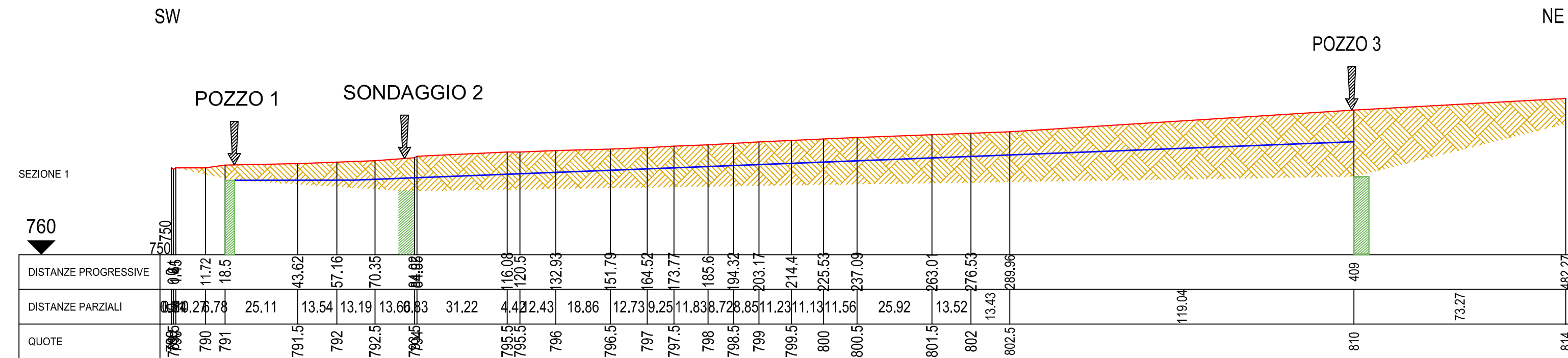


Località **Annifo** -Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

ALLEGATO F₃



LEGENDA: SUPERFICIE PIEZOMETRICA RICOSTRUITA —

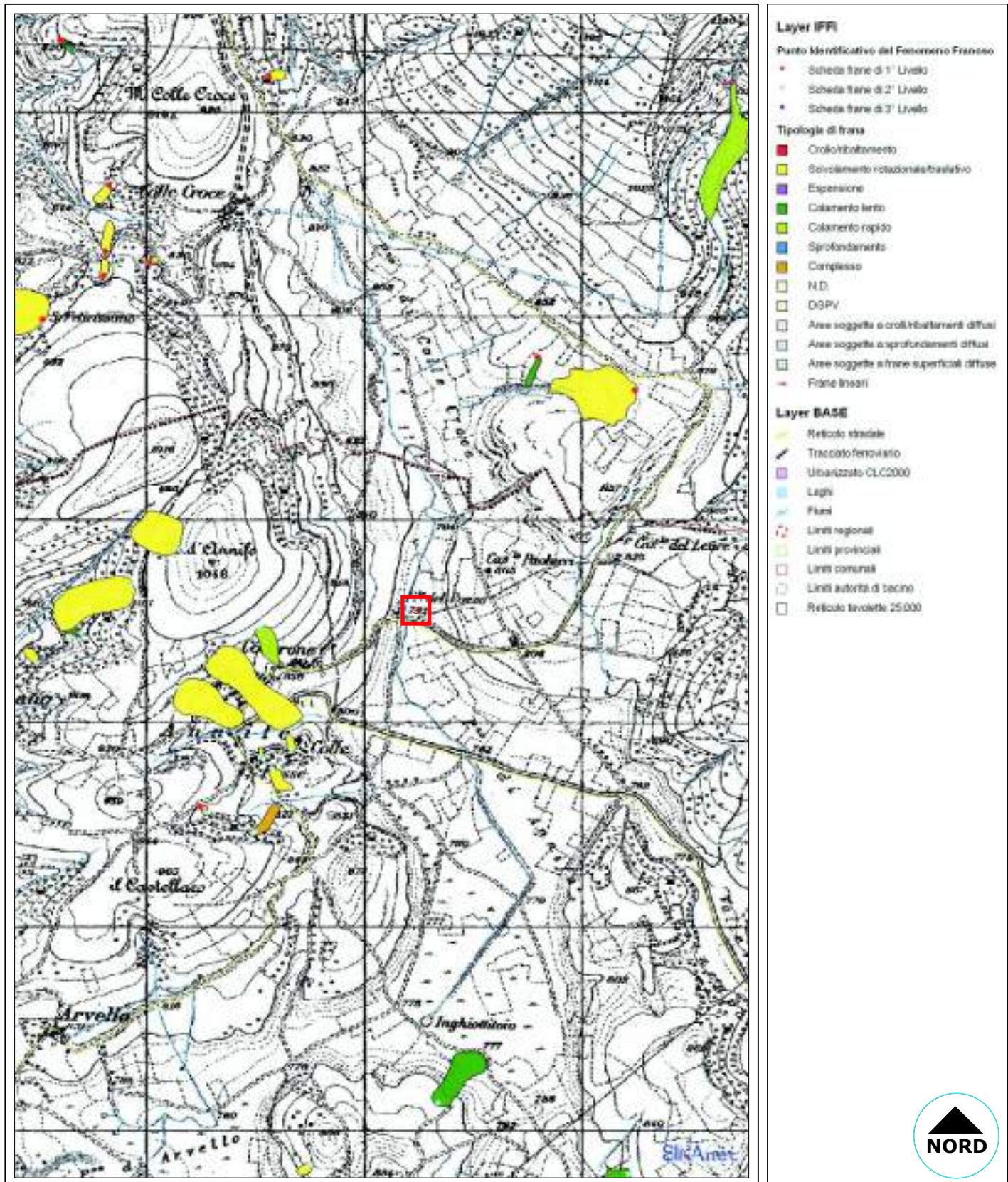


LEGENDA: DETRITO DI FALDA SCAGLIA CINEREA SUPERFICIE PIEZOMETRICA RICOSTRUITA —

ALLEGATO F4 - SEZIONE IDROGEOLOGICA SCHEMATICA SCALA 1:750

CARTA INVENTARIO DEI MOVIMENTI FRANOSI IN ITALIA

BASE CARTA I.G.M. 1:25000



LUOGO DI INTERESSE PROGETUALE

Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia

PLANIMETRIA TRATTA DALLA "CARTA INVENTARIO DEI MOVIMENTI FRANOSI IN ITALIA" PRODOTTA CON IL "PROGETTO IFFI"

ALLEGATO G₁

CARTA INVENTARIO DEI MOVIMENTI FRANOSI IN ITALIA

BASE ORTOFOTOCARTA 2006 - SCALA 1:10000



Layer IFFI

Punto Identificativo del Fenomeno Franoso

- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

Tipologie di frana

- Crollo/collassamento
- Scivolamento rotazionale/traslativo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamenti
- Complesso
- N.D.
- DGPV
- Aree soggette a crolli/collassamenti diffusi
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Frane lineari

Layer BASE

- Reticolo stradale
- Tracciato ferroviario
- Urbanizzato CLC2000
- Laghi
- Fiumi
- Limiti regionali
- Limiti provinciali
- Limiti comunali
- Limiti autorità di bacino
- Reticolo tavolette 25.000



 LUOGO DI INTERESSE PROGETTUALE

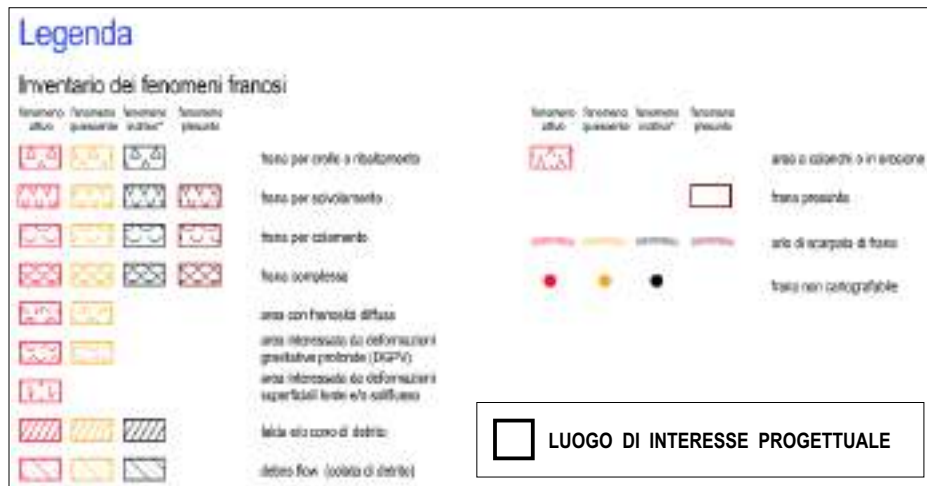
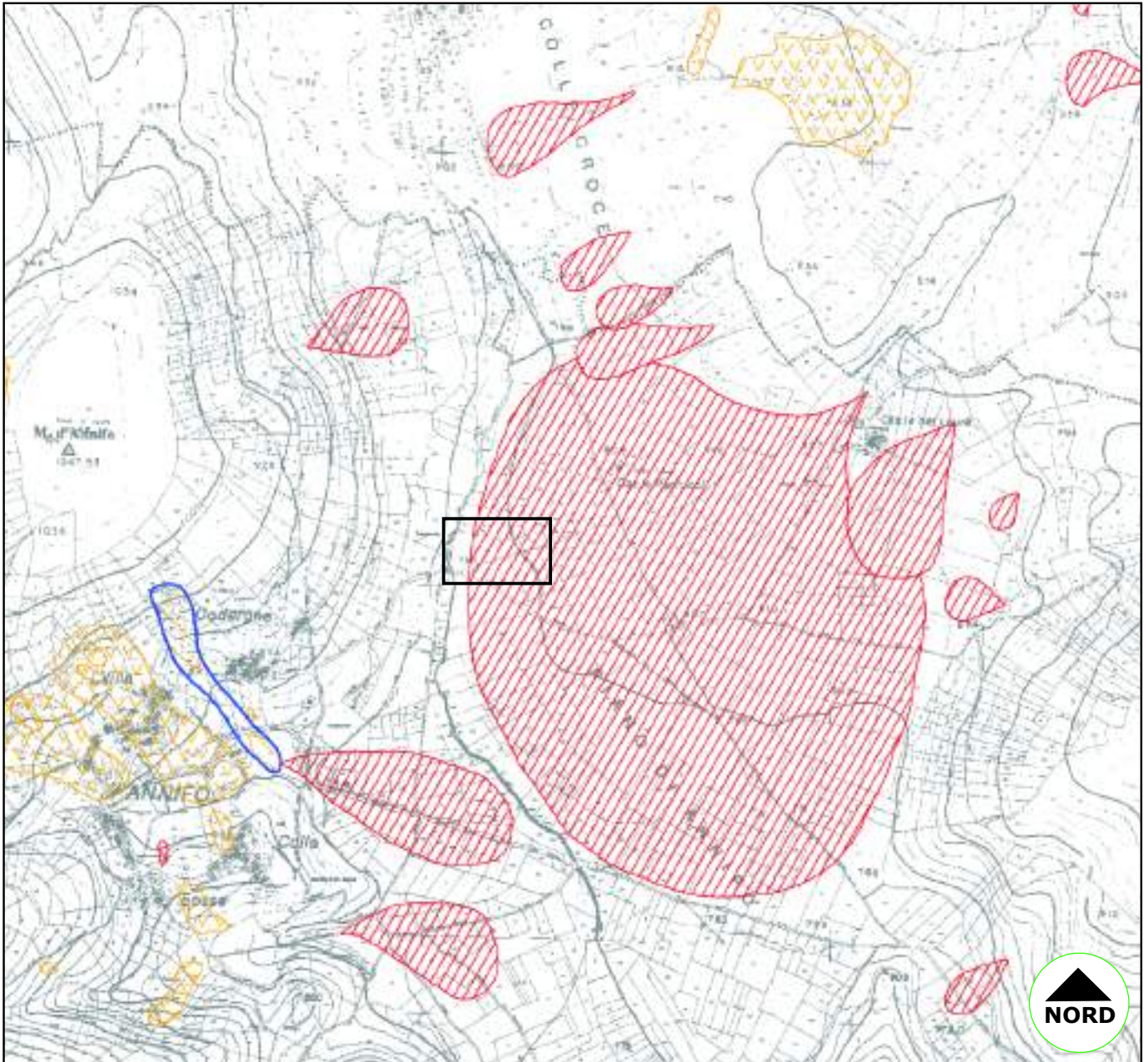
Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia

PLANIMETRIA TRATTA DALLA "CARTA INVENTARIO DEI MOVIMENTI FRANOSI IN ITALIA" PRODOTTA CON IL "PROGETTO IFFI"

ALLEGATO G₂

STRALCIO DELLA CARTA INVENTARIO DEI MOVIMENTI FRANOSI E SITUAZIONI A RISCHIO DI FRANA

SCALA 1:10000



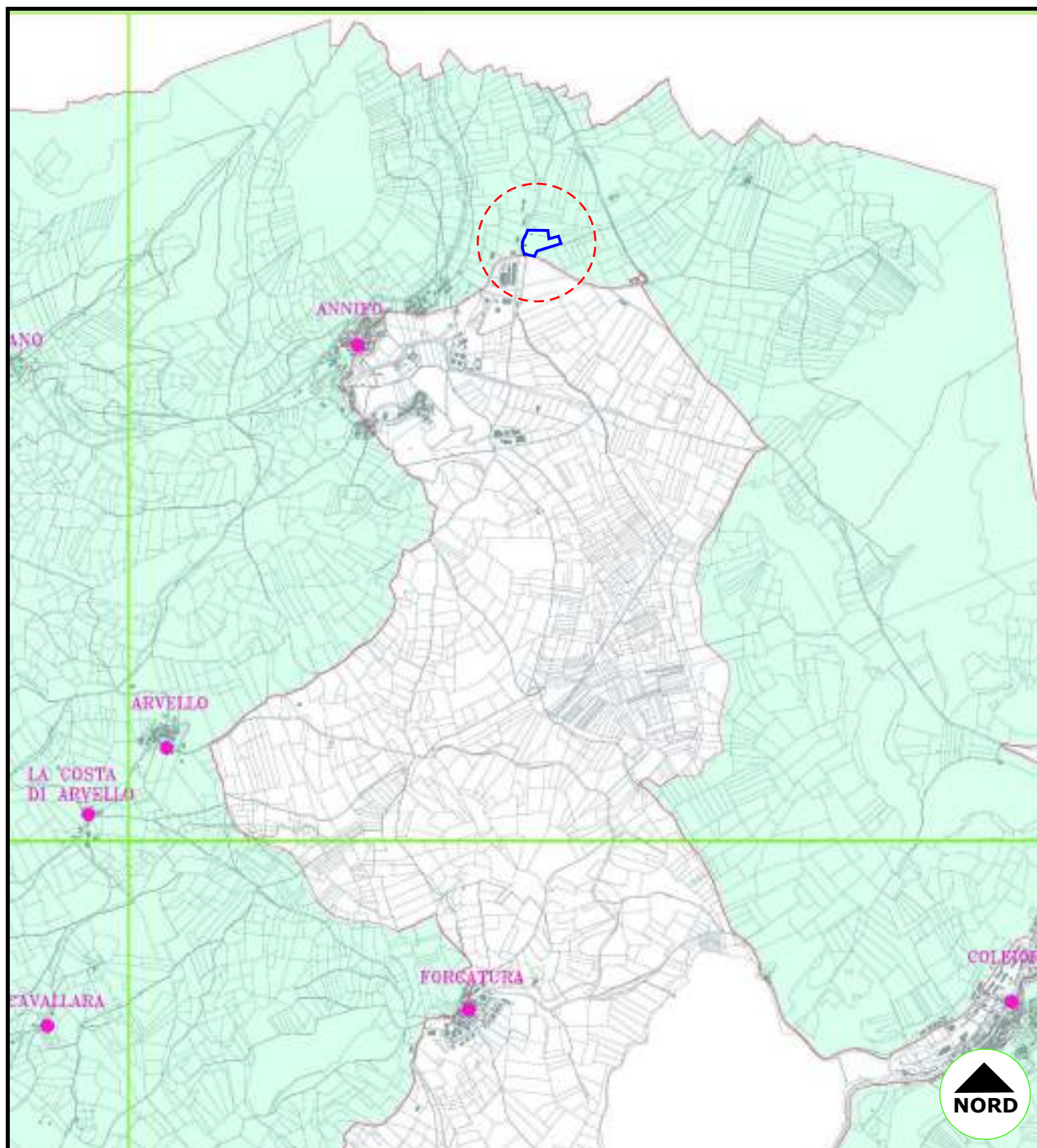
Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia

TRATTA DAL P.A.I. (PROGETTO DI PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO/TAV. N°236)

ALLEGATO G₃

CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

SCALA 1:25000



LUOGO DI INTERESSE PROGETTUALE



AREE INCLUSE NEL VINCOLO IDROGEOLOGICO
(R.D. N°3267 del 30.12.1923 - Art. n°4 L.R. n°28 del 19.11.2001)

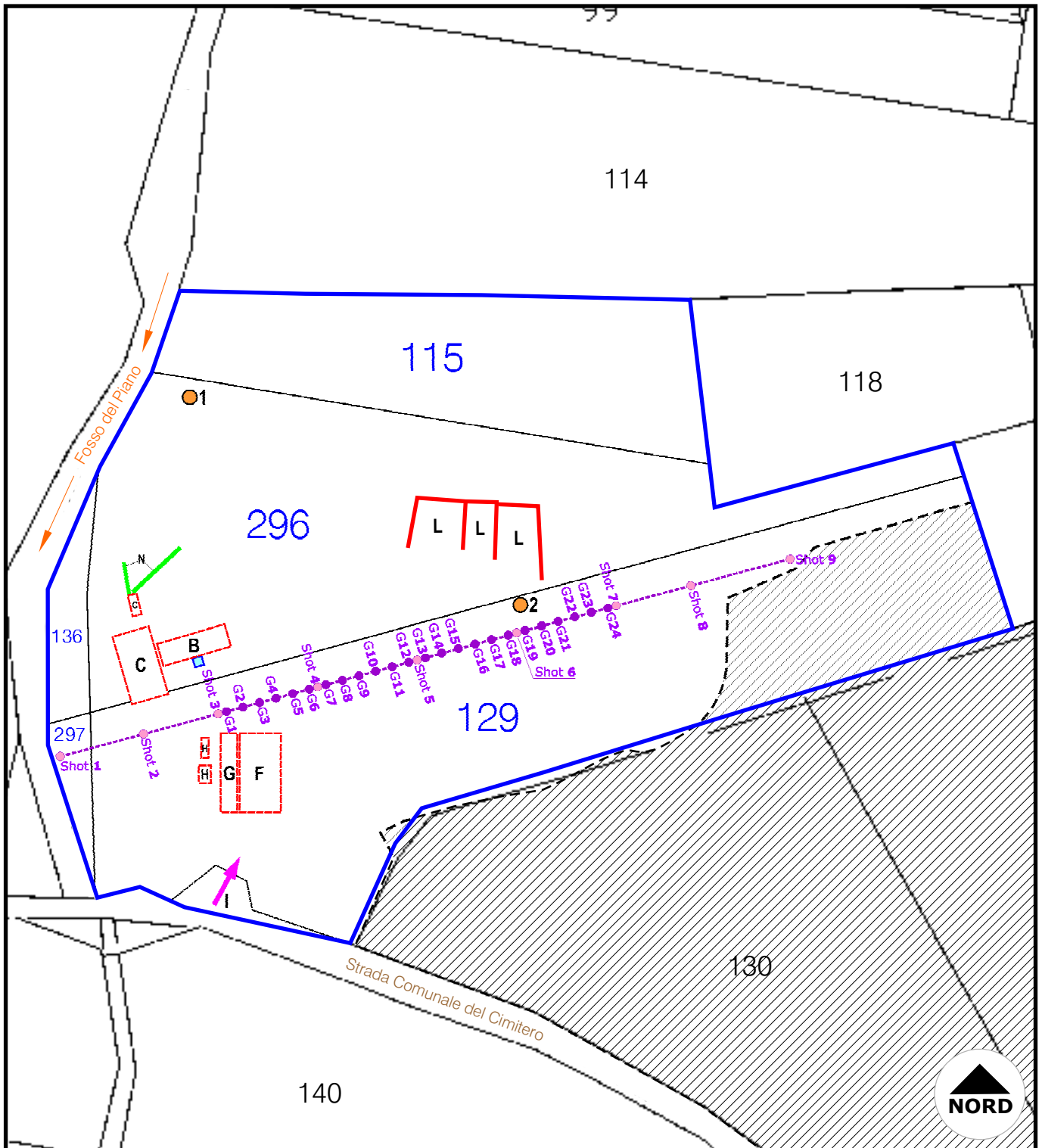
Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia

Tavola n°12 - CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO del Comune di Foligno - Elaborato V-IDRO-GEO-V

ALLEGATO H

UBICAZIONE DELLE INDAGINI

SCALA 1:1000



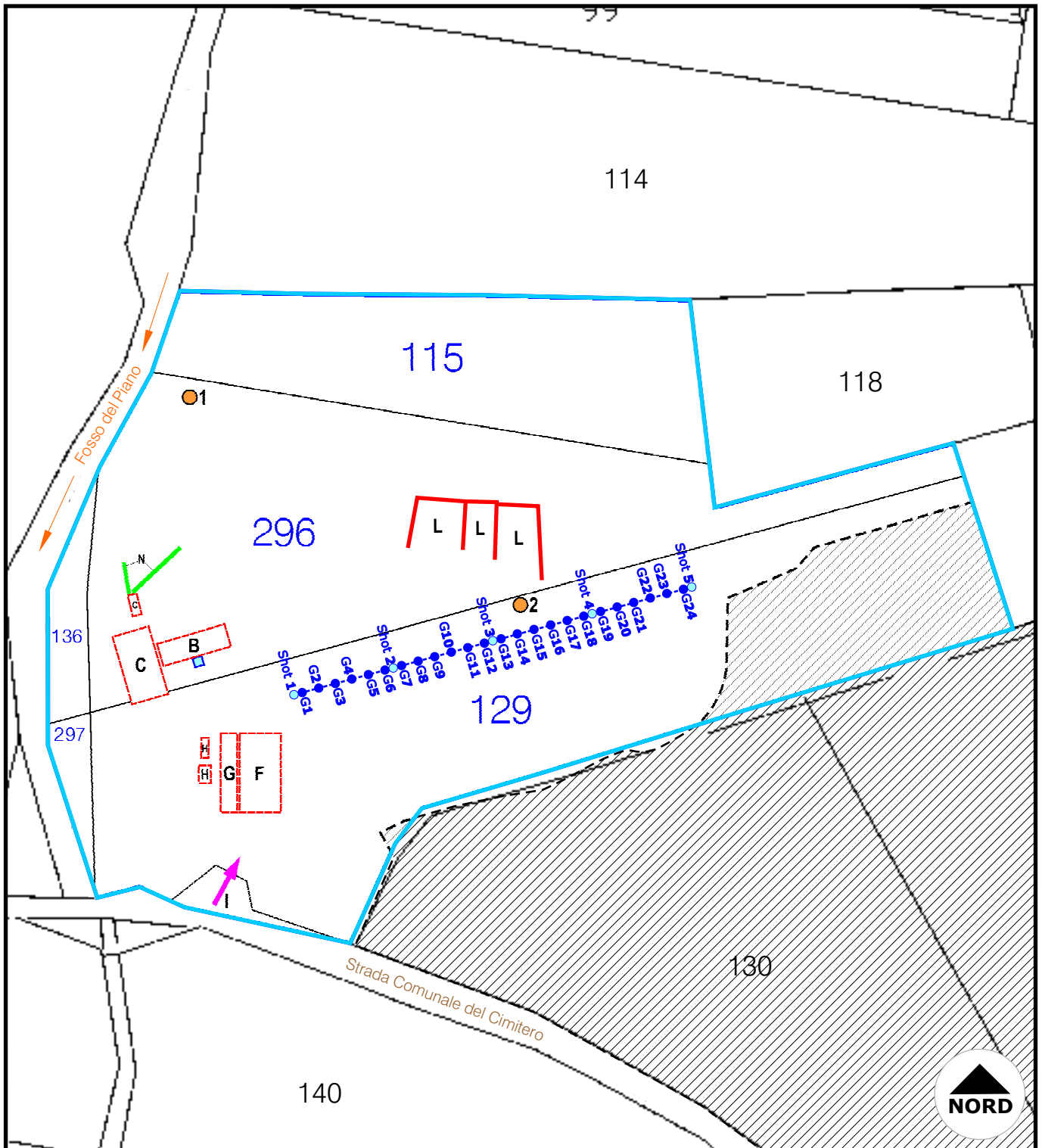
	PERIMETRO AREA ALL'INTERNO DELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI		MANUFATTI DI SERVIZIO
	POZZO ESISTENTE		RAMPA
	SONDAGGI (con relativo numero di riferimento)		IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E SELEZIONE
	STENDIMENTO PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE (onde P)		NASTRI TRASPORTATORI
	AREA IN CUI E' STATA EFFETTUATA ATTIVITA' ESTRATTIVA DI MATERIALE GHIAIOSO		BOX MATERIALE LAVORATO
	AREA DI CONFERIMENTO MATERIALI		INGRESSO IMPIANTO
	PESA		

Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
 Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

ALLEGATO I₁

UBICAZIONE DELLE INDAGINI

SCALA 1:1000

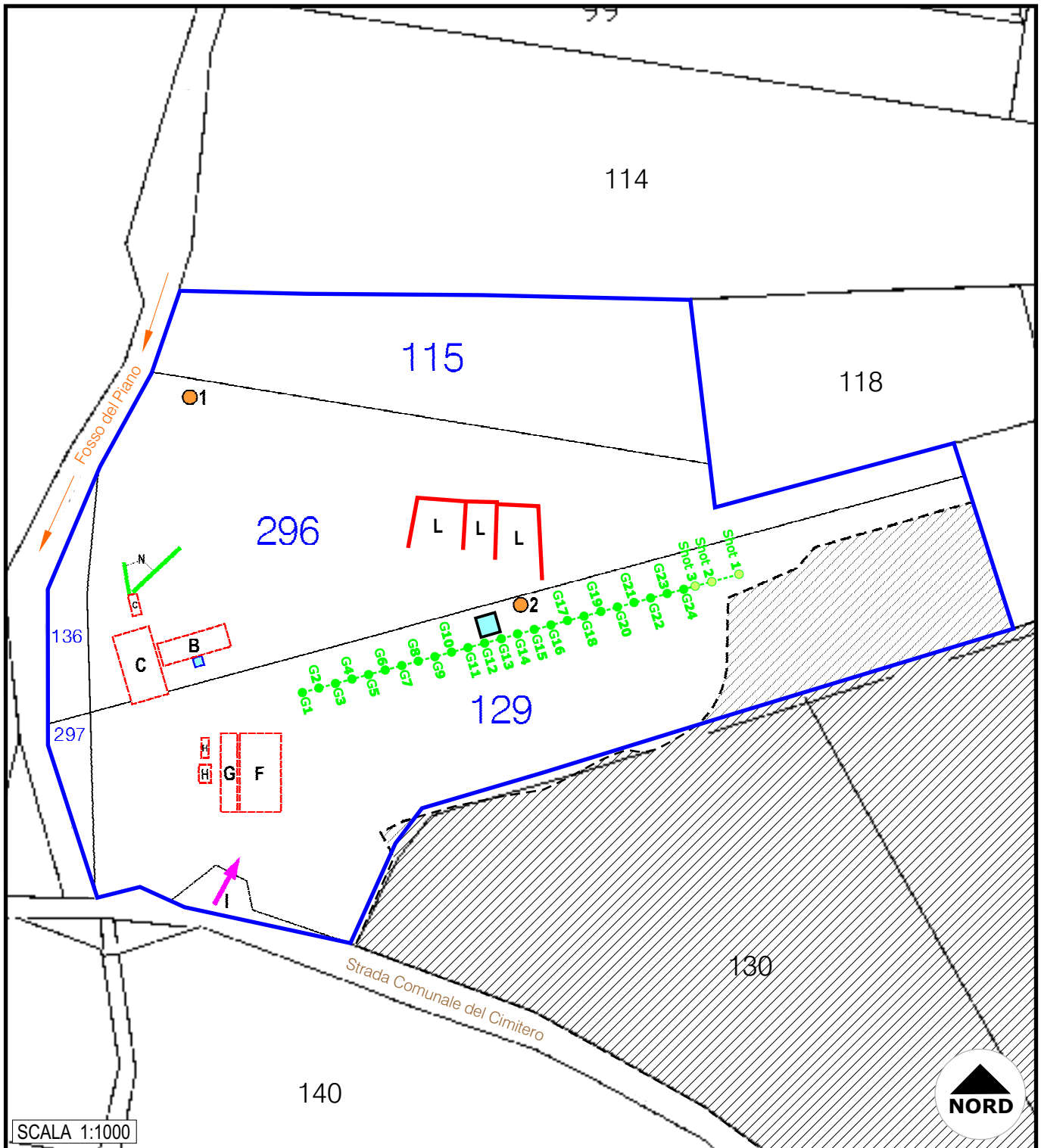


	PERIMETRO AREA ALL'INTERNO DELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI		MANUFATTI DI SERVIZIO
	POZZO ESISTENTE		RAMPA
	SONDAGGI (con relativo numero di riferimento)		IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E SELEZIONE
	STENDIMENTO PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE (onde S)		NASTRI TRASPORTATORI
	AREA IN CUI E' STATA EFFETTUATA ATTIVITA' ESTRATTIVA DI MATERIALE GHIAIOSO		BOX MATERIALE LAVORATO
	AREA DI CONFERIMENTO MATERIALI		INGRESSO IMPIANTO
	PESA		

Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
 Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

UBICAZIONE DELLE INDAGINI

SCALA 1:1000



SCALA 1:1000

	PERIMETRO AREA ALL'INTERNO DELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI		PESA
	POZZO ESISTENTE		MANUFATTI DI SERVIZIO
	SONDAGGI (con relativo numero di riferimento)		RAMPA
	STENDIMENTO PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE (MASW)		IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E SELEZIONE
	STAZIONE DELLA SISMICA PASSIVA (HVSr)		NASTRI TRASPORTATORI
	AREA IN CUI E' STATA EFFETTUATA ATTIVITA' ESTRATTIVA DI MATERIALE GHIAIOSO		BOX MATERIALE LAVORATO
	AREA DI CONFERIMENTO MATERIALI		INGRESSO IMPIANTO

Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
 Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

Riferimento: IMPIANTO LAVORAZIONE INERTI-Committente: Sig. AMICI FAUSTO	Sondaggio: SONDAGGIO N°1
Località: Annio-Comune di Foligno (PG)	Quota: 791 m.s.l.m.
Impresa esecutrice: IDROTECNO S.N.C. - Via B. di Betto 06053 Fancullata di Deruta (PG)	Data: 12.06.2013
Coordinate:	Redattore: Geologo Dott. FABIO BONIFAZI
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

metri (m)	LITOLOGIA	prof. (m)	spess. (m)	DESCRIZIONE	Campioni	RP	Standard Penetration Test		Tot. N	N ₁₀	N ₆₀	N ₁₂₀
							in	S.P.T.				
				Suolo (limo argillo-sabbioso marrone scuro con inclusi di ghiaia).								
1		0,5	0,5	Ghiaia eterometrica ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-sabbiosa e/o sabbioso-limosa marrone chiaro-avana.								
2												
3												
4												
5												
		5,4	4,9	Substrato roccioso (Formazione della Scaglia Cinerea).								
6												
7												
8												
9		9,0	3,6									

Riferimento: IMPIANTO LAVORAZIONE INERTI-Committente: Sig. AMICI FAUSTO	Sondaggio: SONDAGGIO N°2
Località: Arnio-Comune di Foligno (PG)	Quota: circa 792,5 m s.l.m.
Impresa esecutrice: IDROTECNO S.N.C. - Via B. di Belto 06053 Fanciullata di Deruta (PG)	Data: 13.06.2013
Coordinate:	Redattore: Geologo Dott. FABIO BONIFAZI
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

metri ban.	LITOLOGIA	prof. m	Spes. m	DESCRIZIONE	Campioni	RP	Standard Penetration Test		Tot.	
							SP.T.	N	M	A
1				Ghiaia eterometrica, a tratti medio-fina prevalente, ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-sabbiosa marrone chiaro-avana.						
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11		11,3	11,3							
		11,8	0,5	Limo-argilloso marrone molto compatto con inclusi di ghiaia fina.						
12		12,5	0,7	Ghiaia eterometrica, medio-fina prevalente, ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-argillosa marrone.						
13		13,8	1,3	Substrato roccioso (Formazione della Scaglia Cinerea).						

SONDAGGIO N°1

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°1: PIAZZOLA DEL SONDAGGIO N°1



FOTO N°2: CASSETTA CATALOGATRICE N°1 DEL SONDAGGIO N°1 (da 0 m a 5 m)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO N°1

ALLEGATO M₁

SONDAGGIO N°1

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°3: CASSETTA CATALOGATRICE N°2 DEL SONDAGGIO N°1 (da 5 m a 9 m)



FOTO N°4: PARTICOLARE DELLA CASSETTA N°2 DEL SONDAGGIO N°1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO N°1

ALLEGATO M₂

SONDAGGIO N°1

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°5: PARTICOLARE DELLA CASSETTA N°2 DEL SONDAGGIO N°1



FOTO N°6: PARTICOLARE DELLA CASSETTA N°2 DEL SONDAGGIO N°1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO N°1

ALLEGATO M₃

SONDAGGIO N°2

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°7: PIAZZOLA DEL SONDAGGIO N°2



FOTO N°8: CASSETTA CATALOGATRICE N°1 DEL SONDAGGIO N°2 (da 0 m a 5 m)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO N°2

ALLEGATO M₄

SONDAGGIO N°2

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°9: CASSETTA CATALOGATRICE N°2 DEL SONDAGGIO N°2 (da 5 m a 10 m)



FOTO N°10: CASSETTA CATALOGATRICE N°3 DEL SONDAGGIO N°2 (da 10 m a 13,8 m)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO N°2

ALLEGATO M₅

SONDAGGIO N°2

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°11: PARTICOLARE CASSETTA N°3 DEL SONDAGGIO N°2



FOTO N°12: PARTICOLARE CASSETTA N°3 DEL SONDAGGIO N°2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO N°2

ALLEGATO M₆

PROFILO SISMICO IN ONDE "P"

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°13: STENDIMENTO DEL PROFILO SISMICO IN ONDE "P" E PARTICOLARE (GEOFONI INSTALLATI)



FOTO N°14: PIASTRA DI BATTUTA PER ENERGIZZAZIONE ONDE DI COMPRESSIONE

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE P

ALLEGATO M₇

PROFILO SISMICO IN ONDE "P"

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°15: ENERGIZZAZIONE ONDE DI COMPRESSIONE



FOTO N°16: STAZIONE DI ACQUISIZIONE DEL PROFILO SISMICO IN ONDE P (PASI 16S24)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE P

ALLEGATO M₈

PROFILO SISMICO IN ONDE "S" E "MASW"

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°17: STENDIMENTO DEL PROFILO SISMICO IN ONDE "S" E "MASW"



FOTO N°18: PARTICOLARE GEOFONI INSTALLATI PER PROFILO SISMICO IN ONDE "S" E "MASW"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE IN ONDE S E MASW

ALLEGATO M₉

PROFILO SISMICO IN ONDE "S" E "MASW"

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°19: PIASTRA DI BATTUTA PER ENERGIZZAZIONE ONDE DI COMPRESSIONE



FOTO N°20: PIASTRA DI BATTUTA PER ENERGIZZAZIONE ONDE DI TAGLIO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE IN ONDE S E MASW

ALLEGATO M₁₀

PROFILO SISMICO IN ONDE "S" E "MASW"

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°21: ENERGIZZAZIONE ONDE DI TAGLIO



FOTO N°22: ENERGIZZAZIONE ONDE DI COMPRESSIONE

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE IN ONDE S E MASW

ALLEGATO M₁₁

PROFILO SISMICO IN ONDE "S" E "MASW"

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°23: STAZIONE DI ACQUISIZIONE DEI PROFILI SISMICI IN ONDE S E MASW (PASI 16S24)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE IN ONDE S E MASW

ALLEGATO M₁₂

SISMICA PASSIVA HVSR

LOC. ANNIFO – COMUNE DI FOLIGNO (PG)



FOTO N°24: STAZIONE DI ACQUISIZIONE DELLA SISMICA PASSIVA HVSR



FOTO N°25: STAZIONE DI ACQUISIZIONE DELLA SISMICA PASSIVA HVSR (SARA mod. SR04/MT)

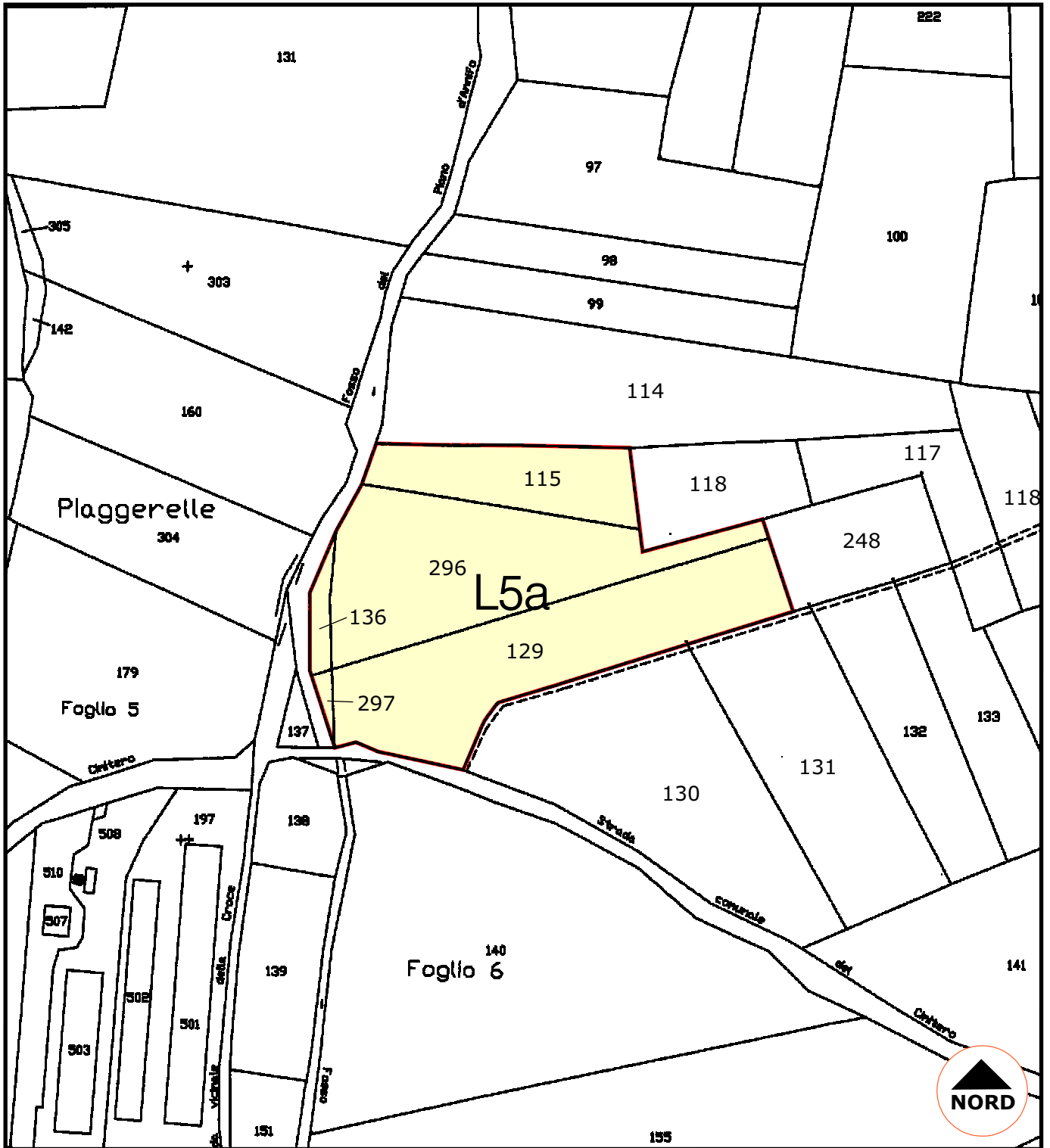
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



SISMICA PASSIVA HVSR

ALLEGATO M₁₃

CARTA LITOTECNICA

SCALA 1:2000



	AREA NELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI DEGLI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI
	MATERIALI GRANULARI SCIOLTI O POCO ADDENSATI A PREVALENZA GHIAIOSA

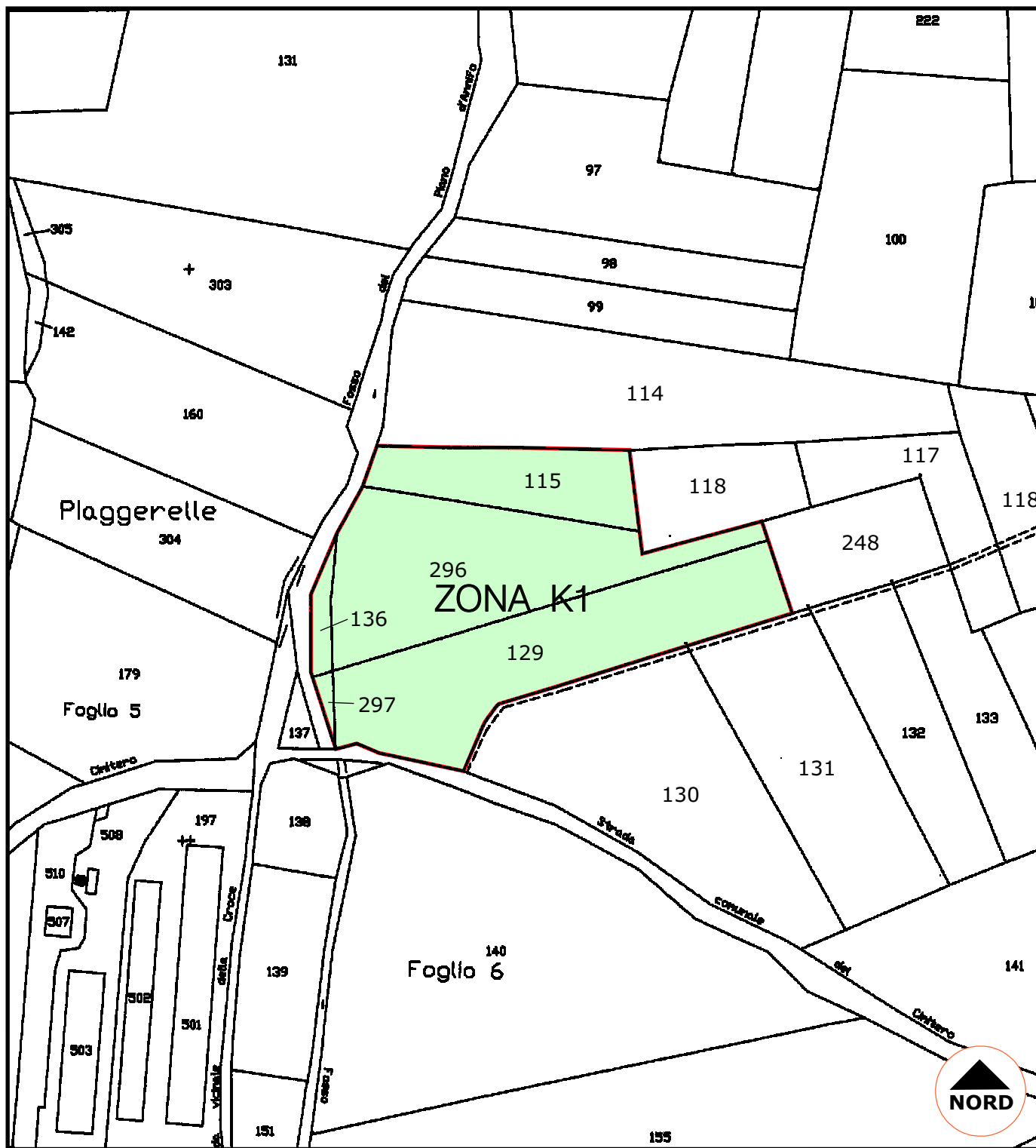
Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni



ALLEGATO N

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

LIVELLO 1 DI APPROFONDIMENTO

SCALA 1:2000

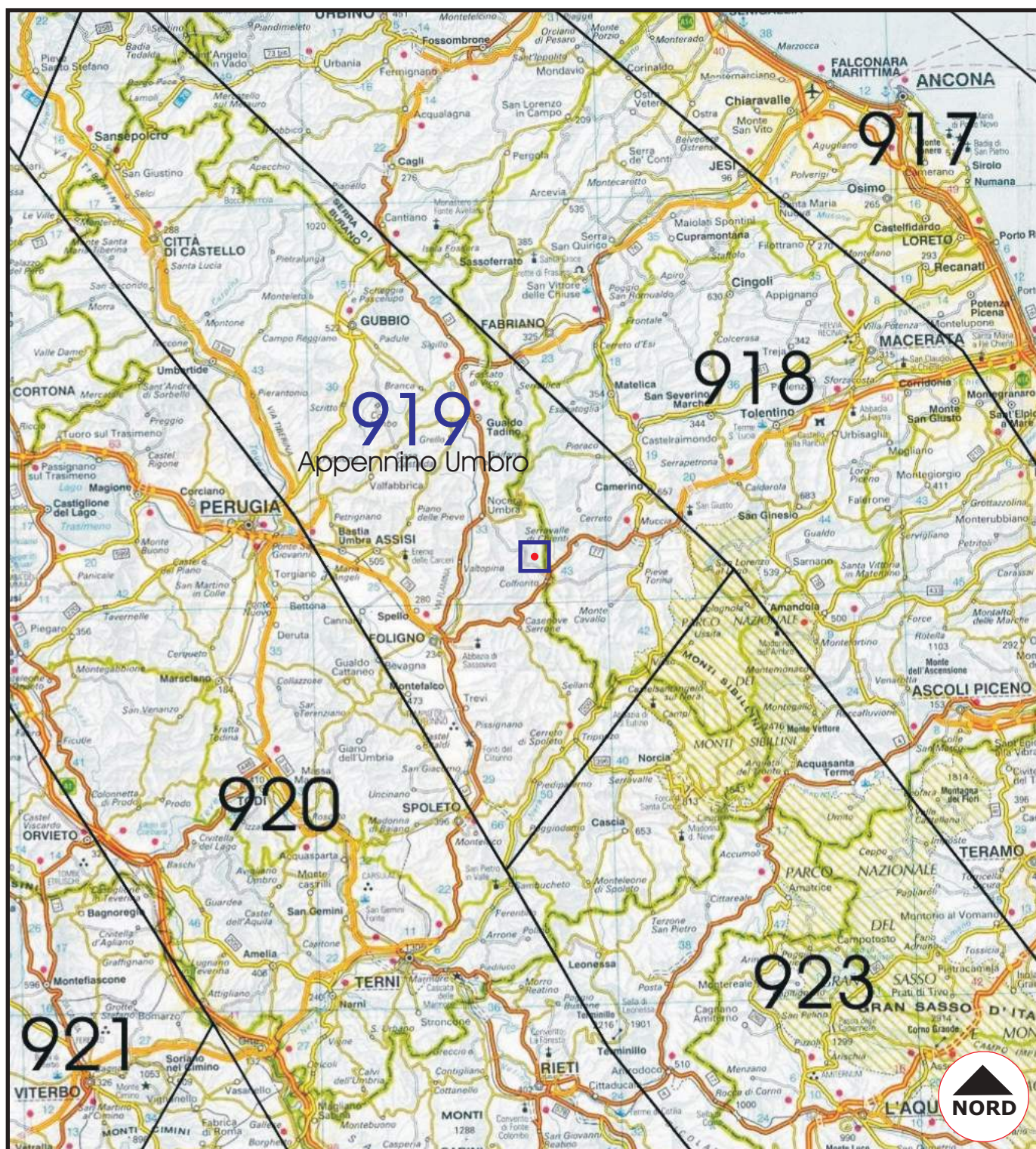


	AREA NELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI DEGLI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI
	K1 ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

ALLEGATO 0

ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9



 LUOGO DI INTERESSE PROGETTUALE

Località Annifo - Comune di Foligno - Provincia di Perugia

ALLEGATO P

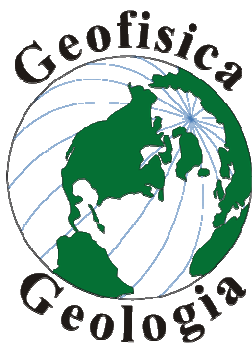
RAPPORTO DELLE INDAGINI A SUPPORTO
DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2

RELAZIONE TECNICA

RAPPORTO DELLE INDAGINI A SUPPORTO
DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2

RELAZIONE TECNICA

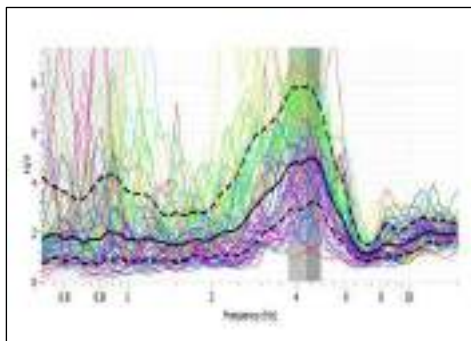
ALLEGATO Q



Geologo Dott. Ercolini Luca

Studio: Via Monte Sella n°7, 06034 Foligno (PG)

Cel. 339-4520697 Email: lucaerc@alice.it - P.I. 02953810542



INDAGINI GEOFISICHE

RAPPORTO DELLE INDAGINI A SUPPORTO DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2

INTERVENTO: PROGETTO PER IL MANTENIMENTO IN ATTIVITÀ DI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI E PER LA VARIANTE AL VIGENTE P.R.G. COMUNALE DELL'AREA IN CUI INSISTONO GLI IMPIANTI.

COMMITTENTE: Sig. AMICI FAUSTO (INERTI MOVIMENTI TERRA AMICI FAUSTO)

LOCALITÀ: ANNIFO

COMUNE: FOLIGNO

PROVINCIA: PERUGIA

RIFERIMENTI CATASTALI: Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 Catasto dei Terreni

DATA: Dicembre 2016

**Geologo
Dott. ERCOLINI LUCA**



1. PREMESSA

Su incarico del Geologo **Dott. FABIO BONIFAZI** e per conto del **Sig. AMICI FAUSTO**, titolare della **INERTI MOVIMENTI TERRA AMICI FAUSTO**, con sede a Colfiorito (PG), in Via del Lago n°30, è stata condotta una campagna di indagine geofisica integrata, di tipo sismico, in un terreno situato ad **Annifo** e costituito dalle particelle n°**115-129-136-296** e **296** del foglio di mappa n°**6** del Catasto dei Terreni del Comune di Foligno (PG).

L'indagine è stata finalizzata all'esecuzione della **Microzonazione Sismica di Livello 2**, per il progetto di **“MANTENIMENTO IN ATTIVITÀ DI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI E PER LA VARIANTE AL VIGENTE P.R.G. COMUNALE DELL'AREA IN CUI INSISTONO GLI IMPIANTI”**; per l'attuazione dell'intervento è prevista la variante del vigente P.R.G. del Comune di Foligno, per trasformare l'area in cui gli impianti hanno sede, di proprietà della Committenza, dalla attuale **Z.T.O. EAP/C** (SPAZIO EXTRAURBANO-PAESAGGIO DELL'ALTO PIANO-AMBITO CARSICO) in una che sia adeguata all'attività che si intende proseguire e svolgere.

L'indagine è consistita nell'esecuzione delle seguenti prospezioni sismiche (tavole n°**1.1-1.2-1.3**):

- ❖ **N° 1** Profilo sismico a rifrazione in onde P per la ricostruzione sismostratigrafica locale eseguito nel giugno 2013;
- ❖ **N° 1** Profilo sismico a rifrazione in ONDE S per la ricostruzione sismostratigrafica locale e la verifica del parametro Vs30;
- ❖ **N° 1** Profilo sismico con metodologia MASW, in onde di Rayleigh e in onde di Love, per determinare la velocità equivalente Vs30;
- ❖ **N°1** misura HVSR a stazione singola per determinazione della frequenza caratteristica di sito.

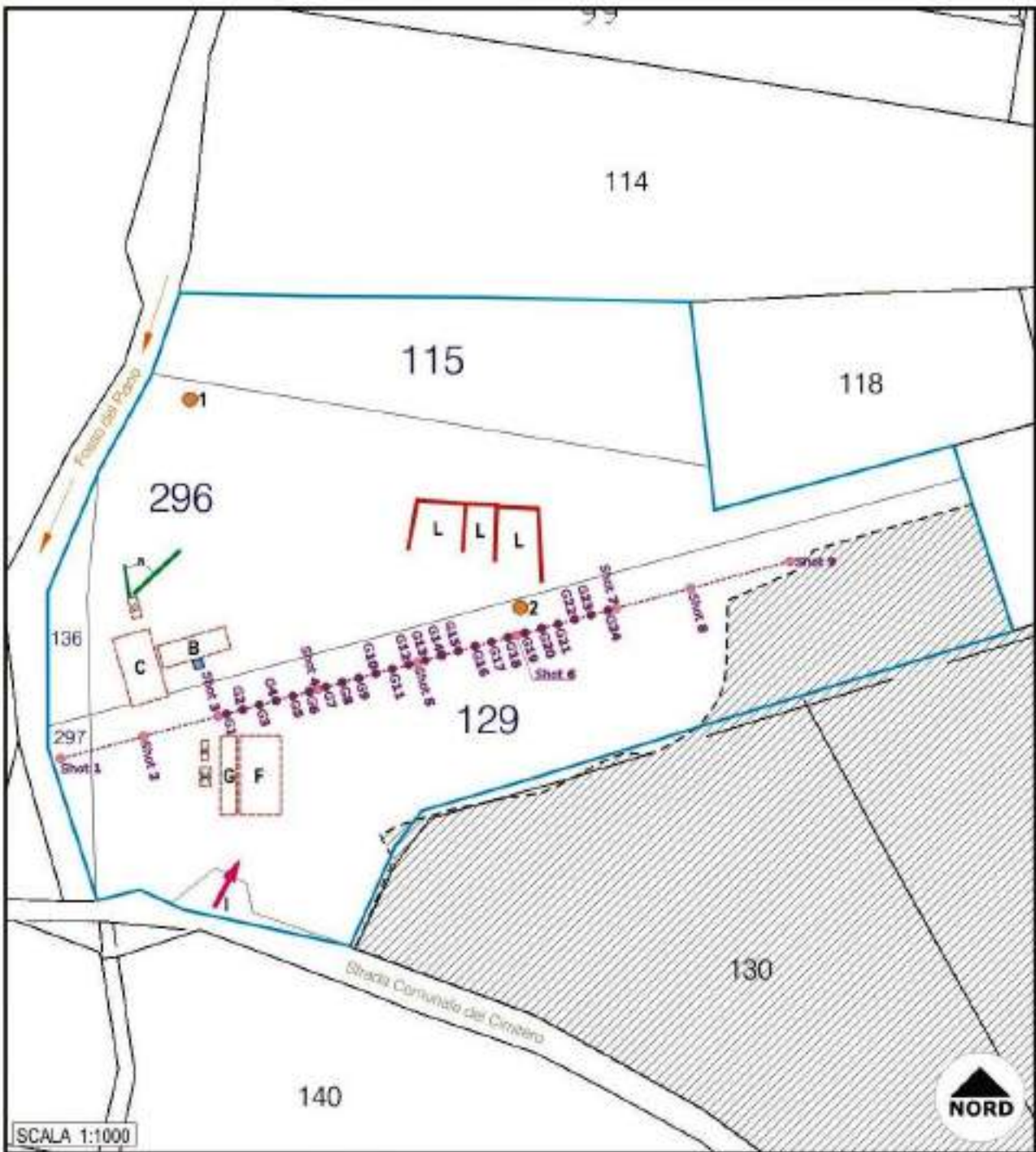
Per verificare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo (profilo sismico in onde “S”) e per tarare il modello di input (profilo sismico MASW) si è fatto riferimento alle stratigrafie allegate alla relazione geologica dedotte dalle indagini pregresse e dai sondaggi geognostici eseguiti in sito (tavole n°**1.1-1.2-1.3**), questi ultimi spinti fino alla profondità di **9,0 m** e **13,8 m** dal piano di campagna:

SONDAGGIO N°1

- 0,0 m - 0,5 m Suolo (limo argillo-sabbioso marrone scuro con inclusi di ghiaia).
- 0,5 m - 5,4 m Ghiaia eterometrica ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-sabbiosa e/o sabbioso-limosa marrone chiaro-avana.
- 5,4 m - 9,0 m Substrato roccioso (Formazione della Scaglia Cinerea).

SONDAGGIO N°2

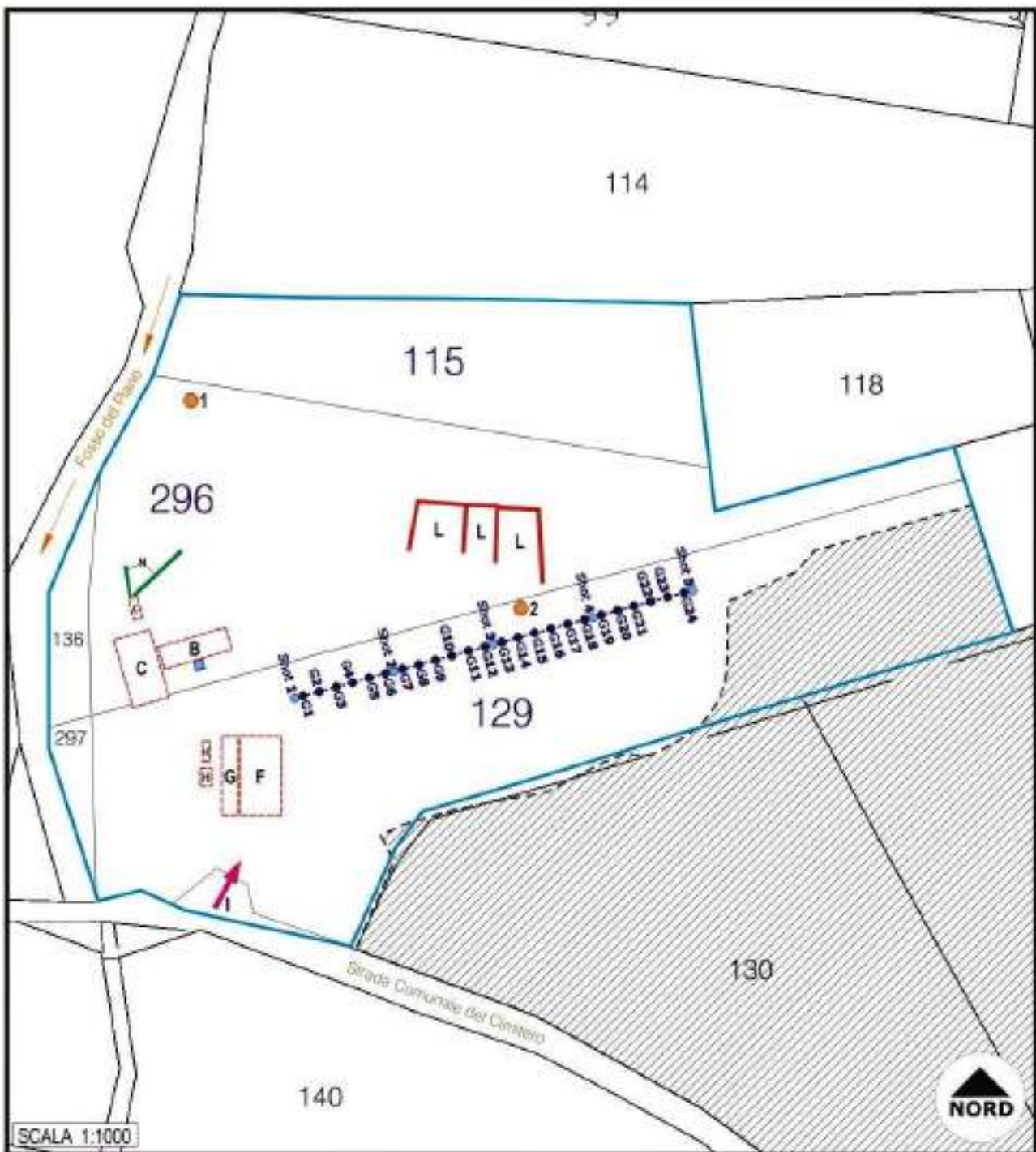
- 0,0 m - 11,3 m Ghiaia eterometrica, a tratti medio-fina prevalente, ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-sabbiosa marrone chiaro-avana. 11,3 m - 11,8 Argilla e/o argilla-limosa.
- 11,3 m - 11,8 m Limo-argilloso marrone molto compatto con inclusi di ghiaia fina.
- 11,8 m - 12,5 m Ghiaia eterometrica, medio-fina prevalente, ad elementi con spigoli leggermente arrotondati misti a matrice limo-argillosa marrone.
- 12,5 m - 13,8 m Substrato roccioso (Formazione della Scaglia Cinerea).



	PERIMETRO AREA ALL'INTERNO DELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI		STENDIMENTO PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE (vedi P)
	SONDAGGI (con relativo numero di riferimento)		STENDIMENTO PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE (vedi P)
	AREA IN CUI E' STATA EFFETTUATA ATTIVITA' ESTRATTIVA DI MATERIALE INERTI		STENDIMENTO PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE (vedi P)
	AREA DI CONFERIMENTO MATERIALI		MANUFATTI DI SERVIZIO
	PESA		RAMPA
	BOX MATERIALE LAVORATO		IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E SELEZIONE
	NASTRI TRASPORTATORI		INGRESSO IMPIANTO

Località Annifo - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
 Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

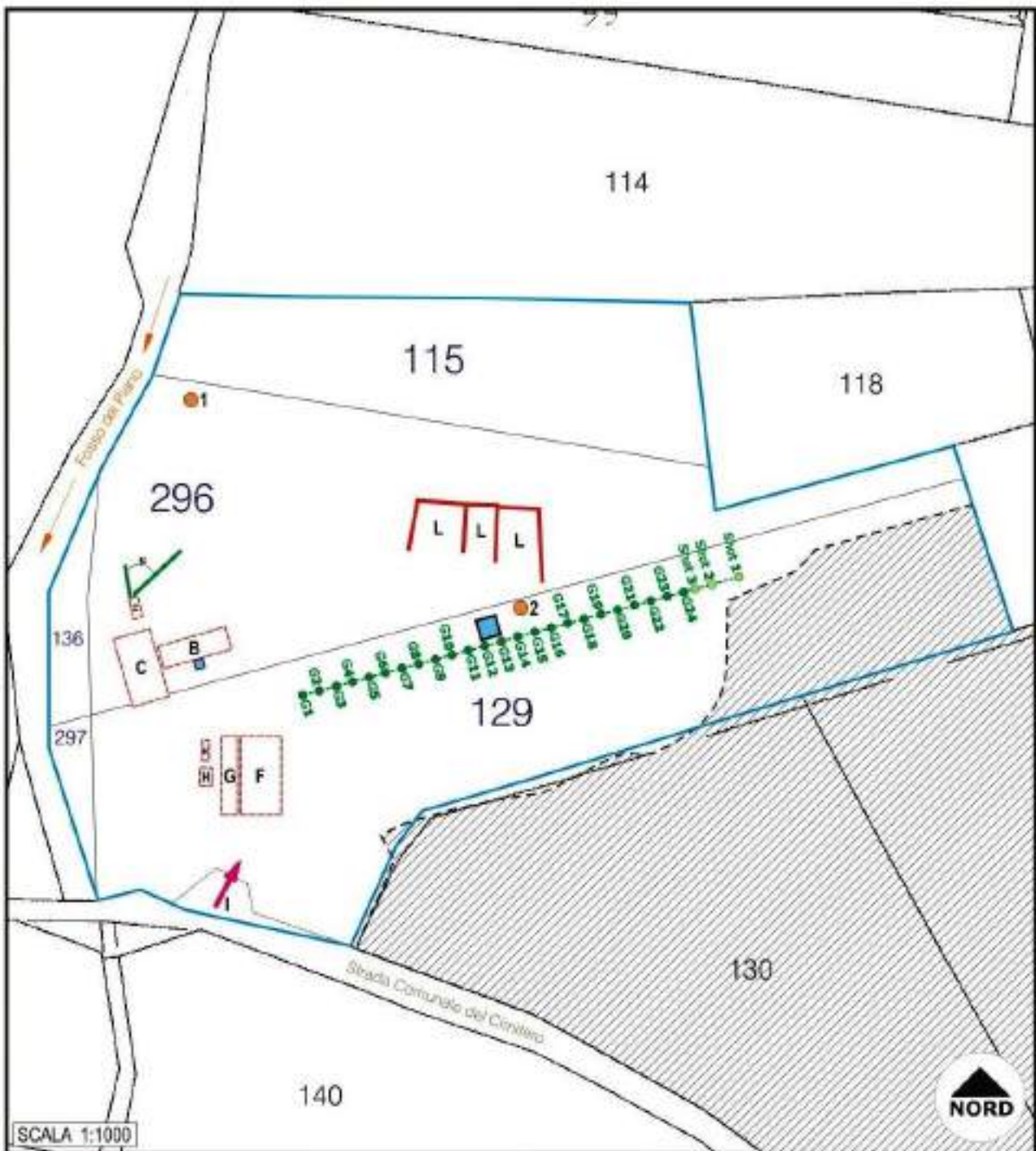
TAVOLA N°1.1 - UBICAZIONE DEL PROFILO SISMICO IN ONDE P



	PERIMETRO AREA ALL'INTERNO DELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI		MANUFATTI DI SERVIZIO
	POZZO ESISTENTE		RAMPA
	SONDAGGI (con relativo numero di riferimento)		IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E SELEZIONE
	STENDIMENTO PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE (vedi 4)		NASTRI TRASPORTATORI
	AREA IN CUI E' STATA EFFETTUATA ATTIVITA' ESTRATTIVA DI MATERIALE CHIARISSIMO		BOX MATERIALE LAVORATO
	AREA DI CONFERIMENTO MATERIALI		INGRESSO IMPIANTO
	PESA		

Località Annifo - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
 Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

TAVOLA N°1.2 - UBICAZIONE DEL PROFILO SISMICO IN ONDE S



	PERIMETRO AREA ALL'INTERNO DELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE ATTIVI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE DI INERTI		PESA
	POZZO ESISTENTE		MANUFATTI DI SERVIZIO
	SONDAGGI (con relativo numero di riferimento)		RAMPA
	STENDIMENTO PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE (MASW)		IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E SELEZIONE
	STAZIONE DELLA SISMICA PASSIVA (VVS)		NASTRI TRASPORTATORI
	AREA IN CUI E' STATA EFFETTUATA ATTIVITA' ESTRATTIVA DI MATERIALE SMI200		BOX MATERIALE LAVORATO
	AREA DI CONFERIMENTO MATERIALI		INGRESSO IMPIANTO

Località Annifo - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
 Particelle n°115-129-136-296-297 - Foglio n°6 - Catasto dei Terreni

TAVOLA N°1.3 - UBICAZIONE DEL PROFILO SISMICO MASW E DELLA STAZIONE DI SISMICA PASSIVA

2 - PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE P E ONDE S

2.1 - PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE P (Giugno 2013)

Lo stendimento del profilo sismico a rifrazione è stato eseguito lungo la direzione SW - NE

Esso è stato effettuato utilizzando la seguente strumentazione:

- *Sismografo PASI 16G24N 24 bit ad incremento di segnale.*
- *24 Geofoni verticali "Geospace" a 14Hz.*
- *Fonte di energizzazione: mazza da 8 kg su piastra di alluminio.*
- *Distanza intergeofonica di 3 m.*
- *Lunghezza dello stendimento pari a 69 m.*
- *Lunghezza coperta dal profilo compresi gli off-set pari a 129 m.*

2.1.1 - METODOLOGIA DI INDAGINE

Per il profilo è stato impostato un tempo di registrazione di **256 ms** e sono stati eseguiti **9 tiri** (shot), con la seguente distribuzione:

- N°2 agli estremi dello stendimento, a distanza di 30 m dai geofoni n°1 e n°24.
- N°2 agli estremi dello stendimento, a distanza di 15 m dai geofoni n°1 e n°24.
- N°2 agli estremi dello stendimento, a distanza di 1.5 m dai geofoni n°1 e n°24.
- N°2 in posizione intermedia tra i geofoni n°6 e n°7 e tra i geofoni n°18 e n°19, ad equidistanza dai geofoni.
- N°1 centrale, ad equidistanza tra i geofoni n°12 e n°13.

2.1.2 - ELABORAZIONE DATI

Successivamente all'acquisizione e archiviazione dei dati di campo si è proceduto alla loro elaborazione e interpretazione. Su tutte le tracce acquisite si è proceduto all'individuazione dei tempi di arrivo (primi arrivi) e alle successive fasi di elaborazione, utilizzando quale metodo quello delle intercette, mediante apposito programma di calcolo.

In allegato sono riportate le tabelle comprendenti la geometria del dispositivo, i tempi di arrivo, le velocità in m/s e le profondità dei rifrattori calcolati, le dromocrone, i sismogrammi e le sezioni sismiche schematiche illustranti l'andamento delle velocità delle onde S rilevate al disotto dei punti di energizzazione e gli spessori ricavati.

2.1.3 - RISULTATI

Lungo tutta la sezione ricostruita in base alle elaborazioni effettuate è stata rilevata la presenza di un orizzonti rifrattore continuo, che delimita due complessi a velocità delle onde P differenziabili:

- un *complesso superficiale* non omogeneo che si caratterizza per una velocità di **1029 m/s** al disotto dello Shot 1 e uno spessore pari a **16,47 m**. Tale velocità e spessore si caratterizzano per la presenza del fosso che si trova a ridosso del punto di energizzazione che ha certamente alterato e/o eroso la formazione litoide a livello locale.

Dallo Shot 2 allo Shot 9 vengono calcolate delle velocità corrispondenti tra di loro da un massimo di **989 m/s** in corrispondenza di Shot 9 ad un minimo di **704 m/s** in corrispondenza di Shot 4.

In particolare lo spessore caratterizza un substrato di copertura compreso tra **11,10 m** in corrispondenza di Shot 2 e **8.17 m** in corrispondenza di Shot 3; si presenta un andamento rettilineo delle profondità compreso tra **5.33 m** e **5.96 m** tra lo Shot 4 e lo Shot 6.

Un ulteriore inspessimento sia ha tra lo Shot 7 e lo Shot 8 con spessori compresi rispettivamente tra **10.53 m** e **11.91 m**.

Infine, viene rilevata una copertura di **19.47 m** a **989 m/s** in corrispondenza di Shot 9. Tale spessore, considerando l'elevata velocità e la distanza dello shot da G24, rileva la mancata discriminazione del materiale di copertura dalla coltre di alterazione della formazione litoide.

- Un *substrato "veloce"* non omogeneo, con velocità delle onde P variabili da un minimo **2236 m/s** massimo di **2513 m/s** tra lo Shot 1 e lo shot 3; un porzione più lenta ascrivibile a materiale alterato della formazione rocciosa con velocità comprese tra **1140 m/s** e **1471 m/s** di ha tra lo Shot 4 e Shot 6. Nella porzione finale del profilo si presentano velocità comprese tra **2025 m/s** e **2654 m/s** tra lo Shot 7 e Shot 9.

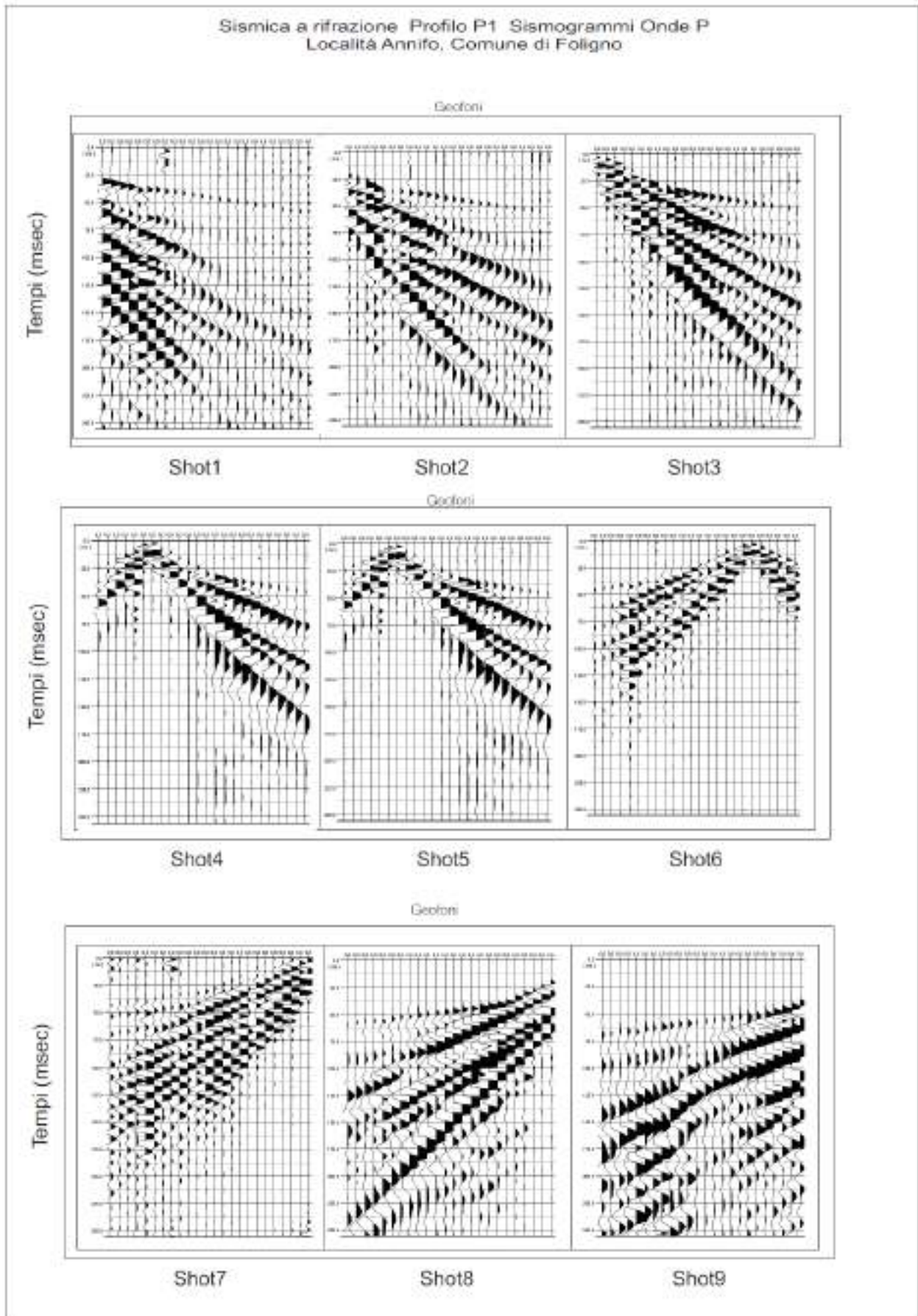
La morfologia del tetto del substrato "veloce", ricostruibile in base alle profondità calcolate dei rifrattori e alle quote topografiche, appare conforme alle stratigrafie dedotte da sondaggi geognostici messi a disposizione dal Geologo Fabio Bonifazi .

Dai dati stratigrafici, ricavati da sondaggi geognostici di confronto, lo strato più superficiale lento può essere attribuito a depositi alluvionali/colluviali e di alterazione, mentre il substrato veloce è ascrivibile ad una formazione litoide (Scaglia Cinerea).

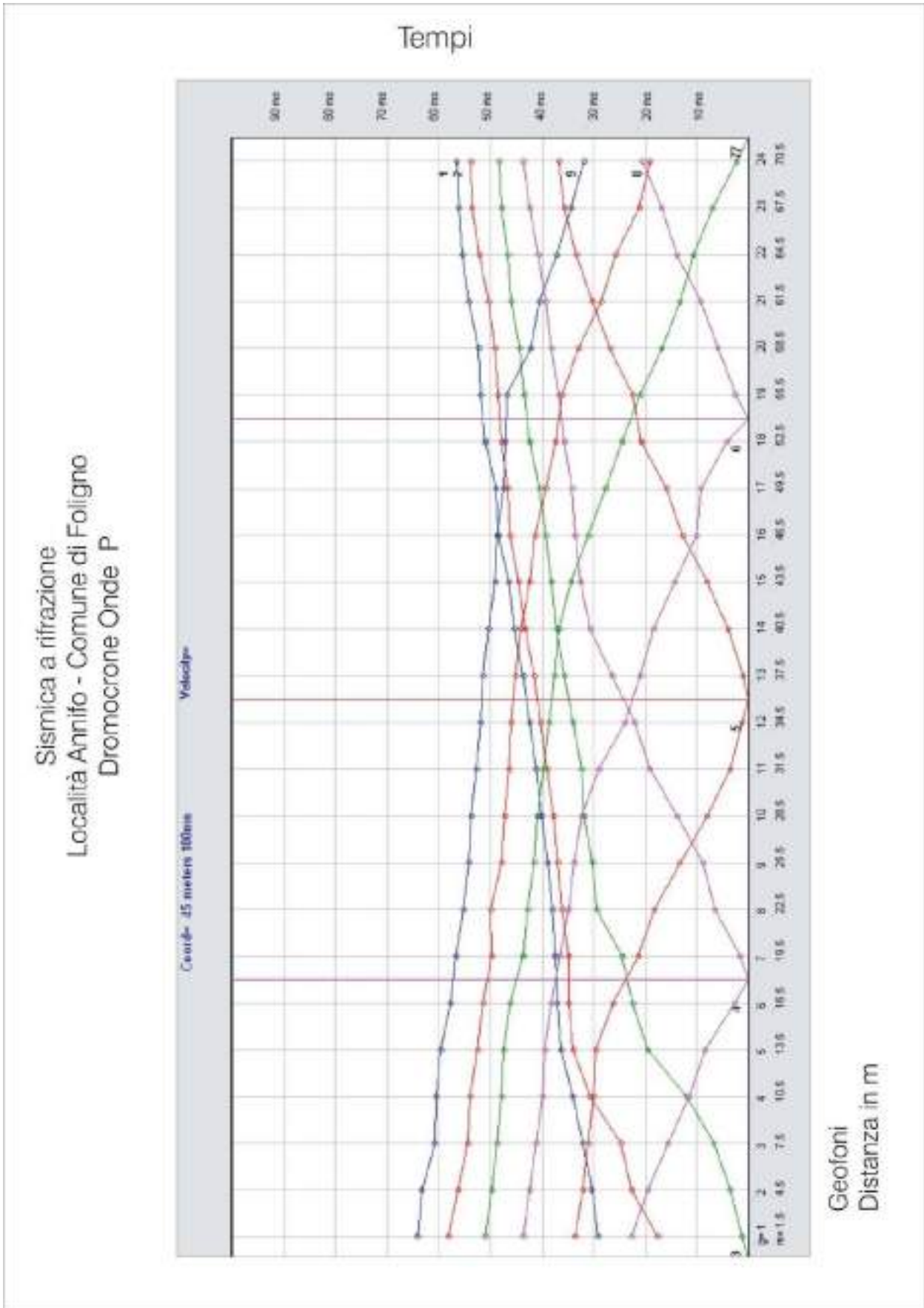
Al fine di restituire una ancor più chiara ricostruzione grafica, nella tavola di pagina 12 è stato suddiviso il materiale di copertura ascrivibile a depositi alluvionali (colore blu), costituito da ghiaia in matrice, dal materiale sottostante ascrivibile al substrato litoide (marna) e/o alterazione del materiale litoide (colore verde e ciano).

ALLEGATI
PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE P

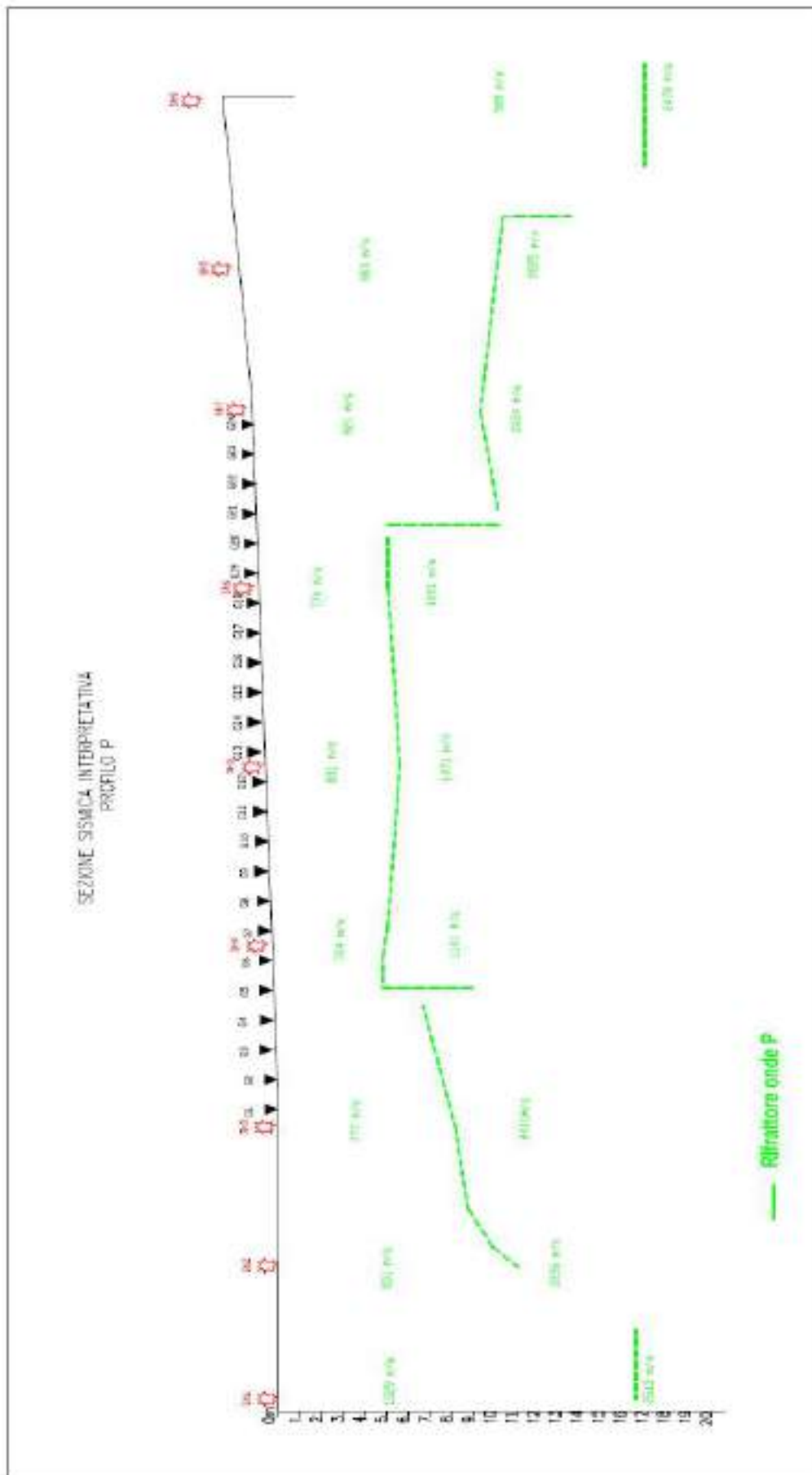
SISMOGRAMMI ACQUISITI



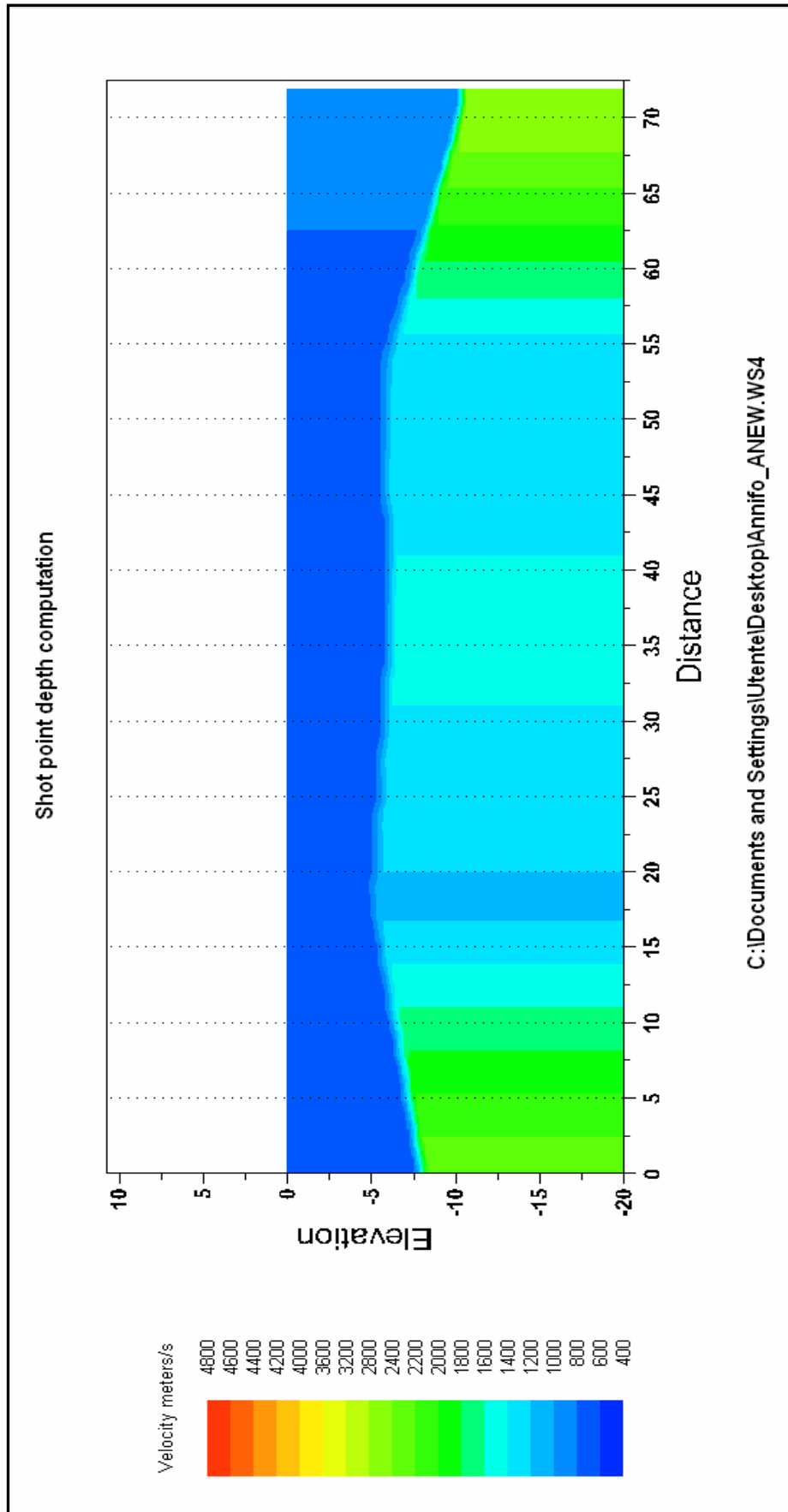
DROMOCRONE PROFILO SISMICO IN ONDE P



SEZIONE SISMICA INTERPRETATIVA



DISTRIBUZIONE DELLA VELOCITA



2.2 - PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE S

Lo stendimento del profilo sismico a rifrazione è stato eseguito lungo la direzione SW – NE.

Per l'esecuzione del profilo sismico a rifrazione in ONDE S è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- Sismografo PASI 16G24N 24 bit ad incremento di segnale.
- 24 Geofoni orizzontali "Geospace" a 10Hz.
- Set di cavi a 12 connettori con spaziatura max di 5 m.
- Fonte di energizzazione di taglio: mazza da 8 kg su trave in legno controventato con auto.
- Spaziatura intergeofonica pari a 3 m con copertura di 72,00 m.

2.2.1 - METODOLOGIA DI INDAGINE

Per il profilo sono stati eseguiti 5 tiri (shot), con la seguente distribuzione:

- N°2 shot agli estremi dello stendimento, a distanza di **1,5 m** dai geofoni n°1 e n°24.

IDENTIFICATIVO PUNTO	LATITUDINE	LONGITUDINE
G1	4769361.30	32666178
G24	4769372.35	326233.21

Coordinate UTM Fuso33

- N°2 in posizione intermedia tra i geofoni n°6 e n°7 e tra i geofoni n°18 e n°19, ad equidistanza dai geofoni.
- N°1 centrale, ad equidistanza tra i geofoni 12 e 13.

IDENTIFICATIVO PUNTO	LATITUDINE	LONGITUDINE
G12 – G13	4769367.88	326196.56

Coordinate UTM Fuso33

Per il profilo sono state prodotte alla sorgente due onde a polarità opposta, al fine di potere sottrarre l'onda derivante dalla battuta destra da quella derivante dalla battuta sinistra e poter meglio individuare il primo arrivo (metodo cross - over).

2.2.2 - ELABORAZIONE DATI

Successivamente all'acquisizione e archiviazione dei dati di campo si è proceduto alla loro elaborazione e interpretazione. Su tutte le tracce acquisite si è proceduto all'individuazione dei tempi di arrivo (primi arrivi) e alle successive fasi di elaborazione, utilizzando quale metodo quello delle intercette, mediante apposito programma di calcolo.

In allegato sono riportate le tabelle comprendenti la geometria del dispositivo, i tempi di arrivo, le velocità in m/s e le profondità dei rifrattori calcolati, le dromocrone, i sismogrammi e le sezioni sismiche schematiche illustranti l'andamento delle velocità delle onde S rilevate al disotto dei punti di energizzazione e gli spessori ricavati.

2.2.3 - RISULTATI

Il profilo sismico in onde S è stato eseguito con spaziatura intergeofonica pari a 3,0 m e disposizione SSWG1/ENEG24. Dalla successione sismostratigrafica ricavata è possibile trarre le seguenti valutazioni:

- presenza, di orizzonte con velocità di propagazione delle onde S di **608 m/s** con spessori variabili tra **8.50 m** in corrispondenza del G24 a **15.40 m** in corrispondenza del G1. in relazione alla velocità e in correlazione con i sondaggi geognostici effettuati il materiale è ascrivibile ad una litologia di ghiaia in matrice .
- segue, con un aumento delle velocità di propagazione di **820 m/s** un rifratore di fondo, che è ascrivibile ad un litotipo litoide (correlato con i sondaggi geognostici eseguiti insito). Il sismostrato in questione rappresenta il "bedrock sismico".

La profondità di investigazione si attesta a **17.50 m** dal p.c..

L'elaborazione con metodologia tomografica, vincolata al modello sismostratigrafico ottenuto, permette di estendere l'analisi a profondità maggiori del rifratore di fondo individuato tramite il metodo delle intercette. Con essa è stata confermata la presenza dell'orizzonte superficiale con velocità delle onde S dell'ordine di **550-600 m/s** fino a circa **15 m** di profondità dal p.c. e per lo stesso una geometria inclinata in direzione SW. In soggiacenza allo strato superficiale è stata confermata la presenza di un orizzonte in cui le onde S si propagano con velocità comprese tra **800 e 900 m/s**, fino a **25 m** di profondità dalla superficie.

2.2.4 - DETERMINAZIONE DELLA Vs30

Tramite i risultati ottenuti si è proceduto alla determinazione del valore della Vs30.

La determinazione è stata effettuata ipotizzando un modello di sottosuolo rappresentato dai valori medi di velocità delle onde S e di spessore, ricavabili dalla sismostratigrafia calcolata sia in rifrazione che con il metodo tomografico, e mantenendo costante, viste le caratteristiche litostratigrafiche dell'area, la velocità media del substrato sismico per il "semispazio" sino ai 30 metri di profondità tramite la relazione:

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

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

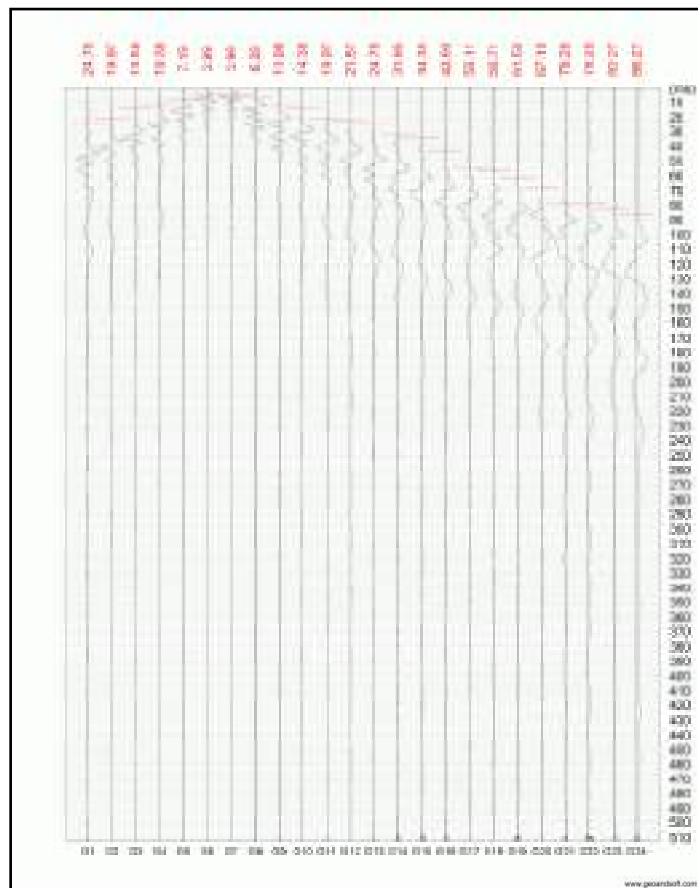
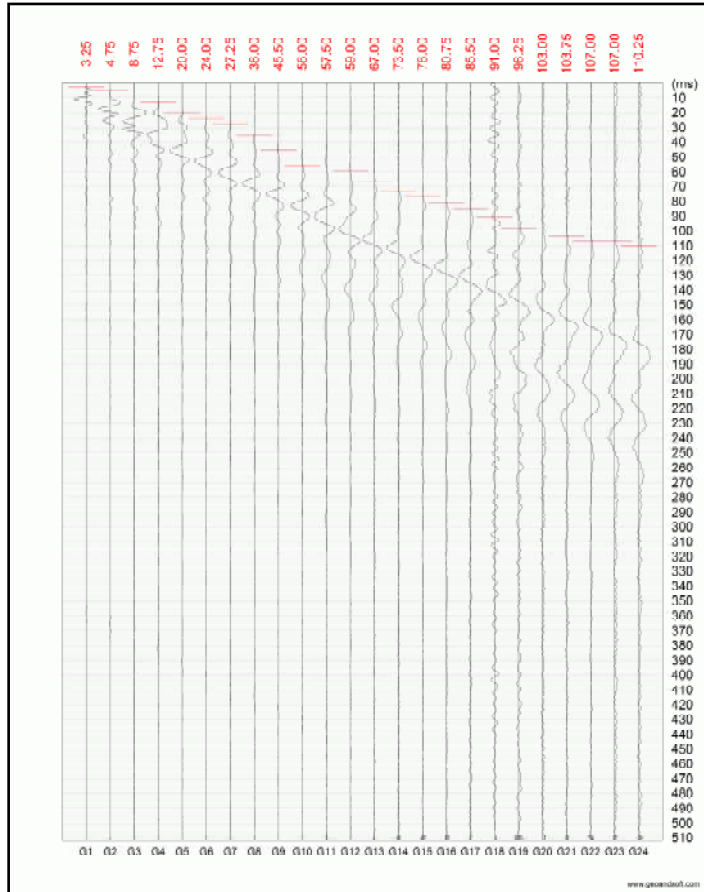
N = numero di strati presenti entro i primi 30 metri

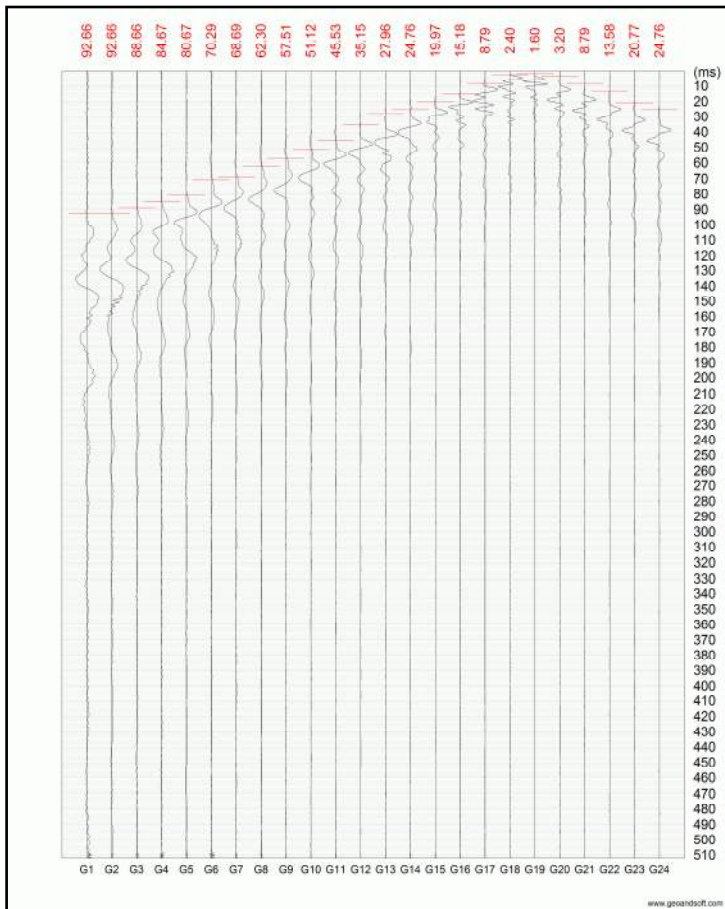
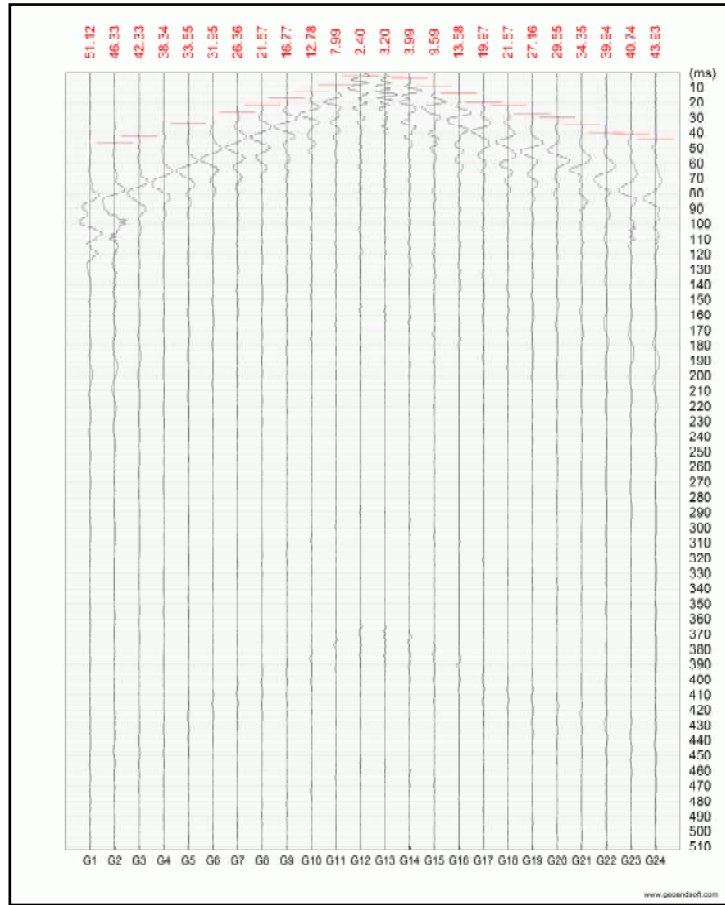
Vs30 = 623 m/s

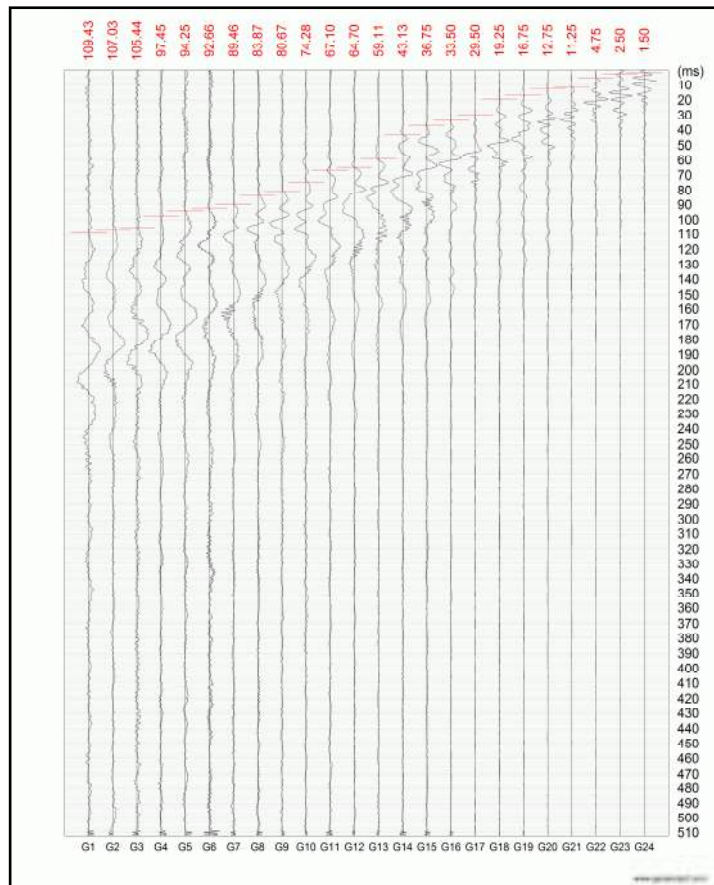
ALLEGATI

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE S

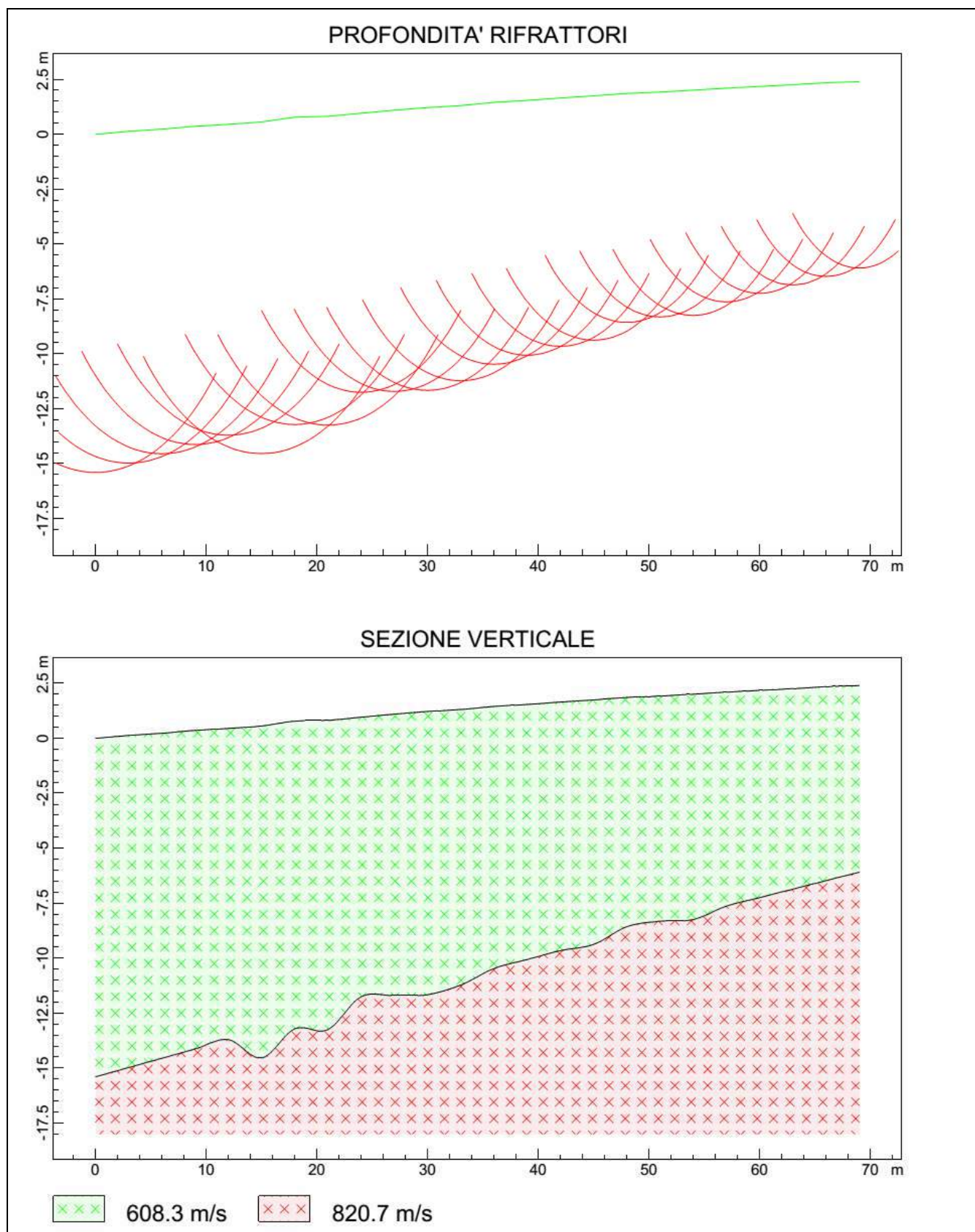
SISMOGRAMMI ACQUISITI



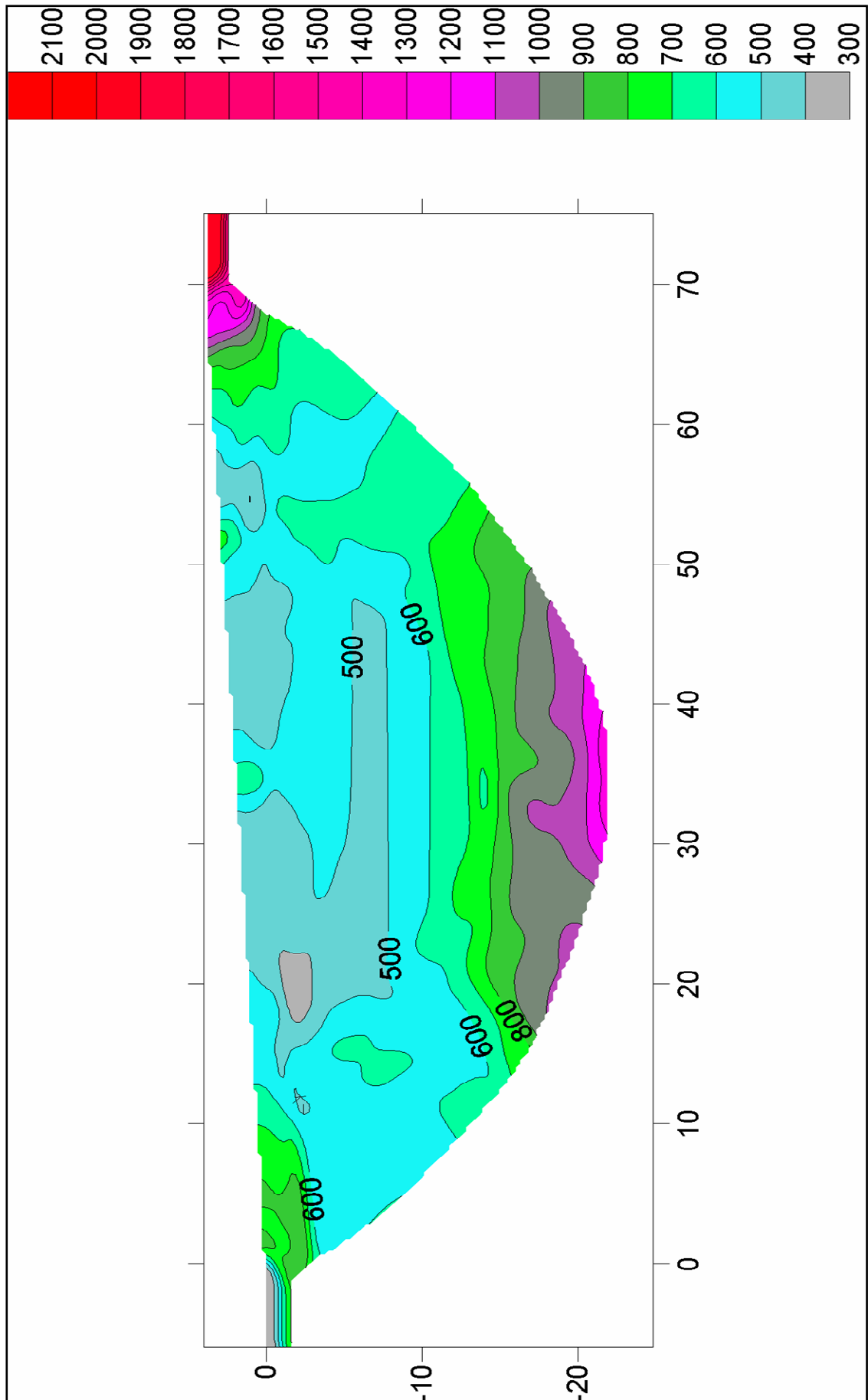




DROMOCRONE PROFILO SISMICO IN ONDE S E SEZIONE INTERPRETATIVA



SEZIONE SISMICA ELABORATA IN TOMOGRAFIA SISMICA

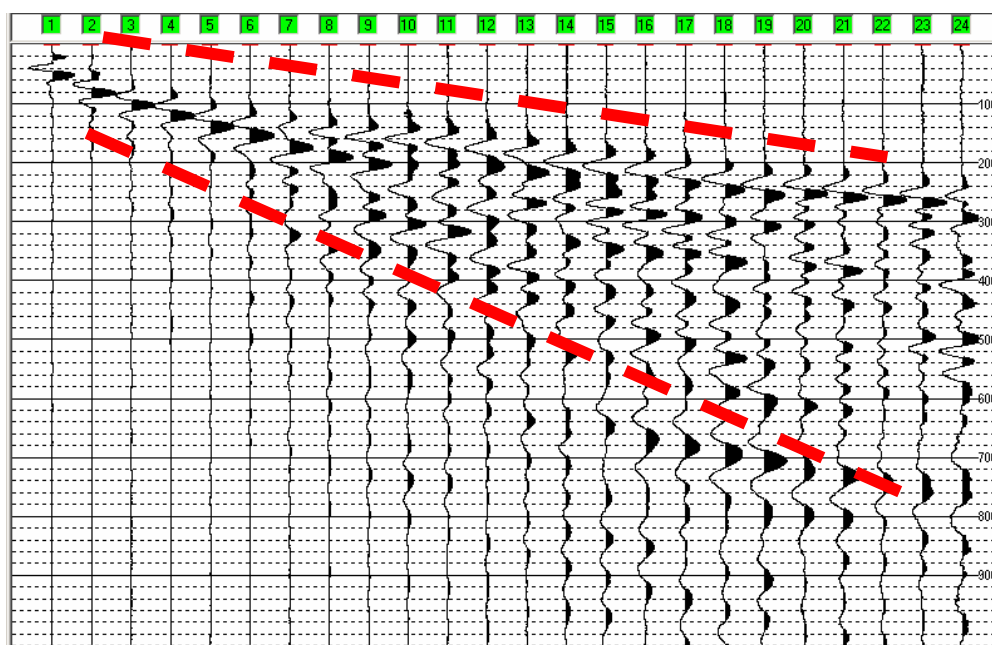


3 - PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE CON METODOLOGIA MASW

3.1 - METODOLOGIA DI INDAGINE

La metodologia sismica adottata è quella sintetizzata dall'acronimo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) ovvero "analisi multicanale delle onde superficiali". Tale metodo di analisi dei dati sismici sfrutta alcune proprietà delle componenti superficiali delle onde generate (Rayleigh e di Love), a differenza della classica sismica a rifrazione nella quale, come noto, si misurano i tempi di primo arrivo delle onde energizzate rifratte in compressione (V_p) o di taglio (V_s).

Le principali proprietà utilizzate sono le seguenti: la maggior parte dell'energia generata sia in compressione che di taglio è convertita in onde di superficie (circa il 90%); la propagazione delle onde di superficie è influenzata in misura minore dalle onde P e dalla densità del mezzo, mentre è funzione delle V_s ; ma la proprietà fondamentale delle onde superficiali è costituita dal fenomeno della dispersione nei mezzi stratificati.



TRACCIATO SISMICO A 24 CANALI IN ONDE S. L'AREA RACCHIUSA NEL TRATTEGGIO EVIDENZIA IL FENOMENO DI DISPERSIONE CON L'AUMENTARE DELLA PROFONDITÀ DELLE ONDE SUPERFICIALI DI LOVE IN UN MEZZO STRATIFICATO

Dall'analisi delle curve di dispersione dei due tipi di onde, curve di dispersione ottenibili dalle variazioni della velocità di fase, in funzione delle lunghezze d'onda o delle frequenze (inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite l'adozione di processi analitici di inversione consistenti nell'adozione di un modello teorico di partenza *numero strati/velocità/spessori* e successiva ottimizzazione dei dati tramite processi di raffinamento.

L'indagine in oggetto è stata eseguita tramite l'acquisizione strumentale lungo un profilo di misura lineare della componente superficiale di onde generate in compressione (onde di Rayleigh) e della componente superficiale di onde generate di taglio (onde di Love).

Nel caso specifico è stato utilizzata una stesa di costituita da **24** geofoni verticali da **4.5 Hz** per l'acquisizione delle onde di Rayleigh e da **24** geofoni orizzontali da **10 Hz** per l'acquisizione delle onde di Love, con distanza intergeofonica di **3,0 m**, per una lunghezza dello stendimento **72,0 m**;

Sono stati effettuati tre shot per ciascun tipo di acquisizione, in "compressione" tramite battuta con mazza su piastra e di "taglio" tramite battuta con mazza sulla faccia di un trave. Gli offset posti a distanze crescenti dal geofono n°24 sono stati i seguenti: **2,0 m**, **5,0 m** e **10,0 m**, per una distanza complessiva di **82 m**.

3.2 - ELABORAZIONE DATI

I dati così ottenuti sono stati analizzati scegliendo la serie di curve più idonee e sottoponendole alla successive fasi di elaborazione:

- a) Caricamento sismogrammi onde di Rayleigh e onde di Love.
- b) Calcolo degli spettri di velocità Frequenza Hz – Velocità fase m/s.
- c) Modellazione diretta della curve di dispersione del modo fondamentale e di quelli superiori tramite assunzione di modelli Velocità/Spessori via via più soddisfacenti, attribuiti a partire da dati geologico stratigrafici dell'area.
- d) Piccaggio delle curve di dispersione ottimizzate.
- e) Inversione delle curve di dispersione.
- f) Modello finale della variazione della velocità Vs con la profondità.

La taratura del modello di input è stata effettuata utilizzando i dati ricavati con delle prospezioni geognostiche eseguite in sito (sondaggi e prove penetrometriche dinamiche/Tavola n°1), i cui elaborati stratigrafici sono allegati alla relazione geologica, e quelli ricavati con altre prospezioni geognostiche e perforazioni a pozzo effettuate in zona.

3.3 - RISULTATI

Dal calcolo degli spettri di velocità Frequenza (Hz) / Velocità di fase (m/s) (*tavola n°2*), si rileva come la massima dispersione della velocità di fase risulta compresa nell' intervallo di frequenza tra i 5 e i 10 Hz, mentre la corrispondente velocità risulta compresa tra 120 m/s e 890 m/s. Nella *tavola n°3* viene presentato il modello teorico di partenza, assunto per l'elaborazione nel processo di inversione, ricondotto a tre sismostrati sovrastanti il semispazio, aventi i seguenti valori di velocità e spessore:

Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs(m/s)
5.00	520	250
9.00	1041	500
8.00	1853	890
7.00	2290	1100
Semispazio	2914	1400

Nella *tavola n°3* viene riportato il risultato finale del processo di inversione, nei grafici è evidente come la curva teorica calcolata attraverso l'inversione del modello di velocità è in buon accordo con la curva

di dispersione sperimentale. Nella *tavola n°4* è riportato il grafico velocità onde S (m/s)/profondità (m) con la rappresentazione della distribuzione delle velocità.

Nelle tabelle seguenti sono riportati tutti i valori di input e output del modello:

MODELLO RICAVATO					
	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Spessore	Densità (gr/cm³)	Modulo di taglio (Mpa)
STRATO 1	270	264	5.20	1.90	138
STRATO 2	465	463	6.70	2.10	447
STRATO 3	818	777	9.20	2.10	1419
STRATO 4	1118	1041	5.70	2.20	2968
STRATO 5	1391	1519	-	2.21	4469

VALORI STIMATI DI Vp E DEI MODULI ELASTICI		
	Vp (m/s)	Poisson
STRATO 1	499	0.36
STRATO 2	1146	0.35
STRATO 3	1402	0.35
STRATO 4	3543	0.34
STRATO 5	2938	0.33

Il modello restituisce un valore della Vs30 equivalente, tramite il fitting effettuato sulla base della relazione:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

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

Il software utilizzato (WinMASW 4.8) restituisce, in elaborazione congiunta, onde di Rayleigh e onde di Love e una forbice di valori Vs30 calcolati come medie delle Vs_v e Vs_h ottenute dal processo di inversione applicato.

WinMASW - Joint Inversion of Rayleigh & Love-Wave Dispersion Curves	
Minimum Vs30 (m/s)	557
Maximum Vs30 (m/s)	562
Moderate variability of Vs30 might indicate overall inversion congruency	

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.

Il valore di *Vs30 equivalente* restituito dal modello di calcolo è pari a **562 m/s**.

ALLEGATI

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE CON METODOLOGIA MASW

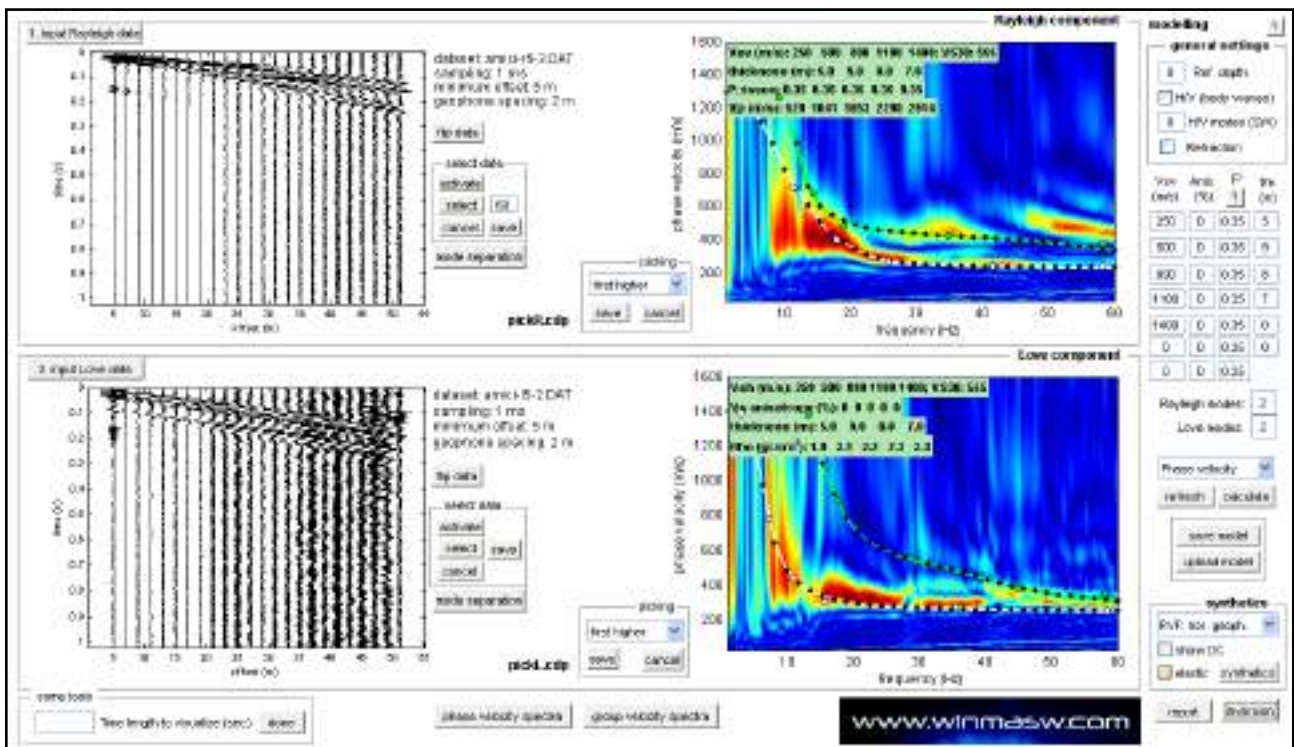


TAVOLA N°2 - SISMOGRAMMI ACQUISITI ED ANALISI SPETTRALE

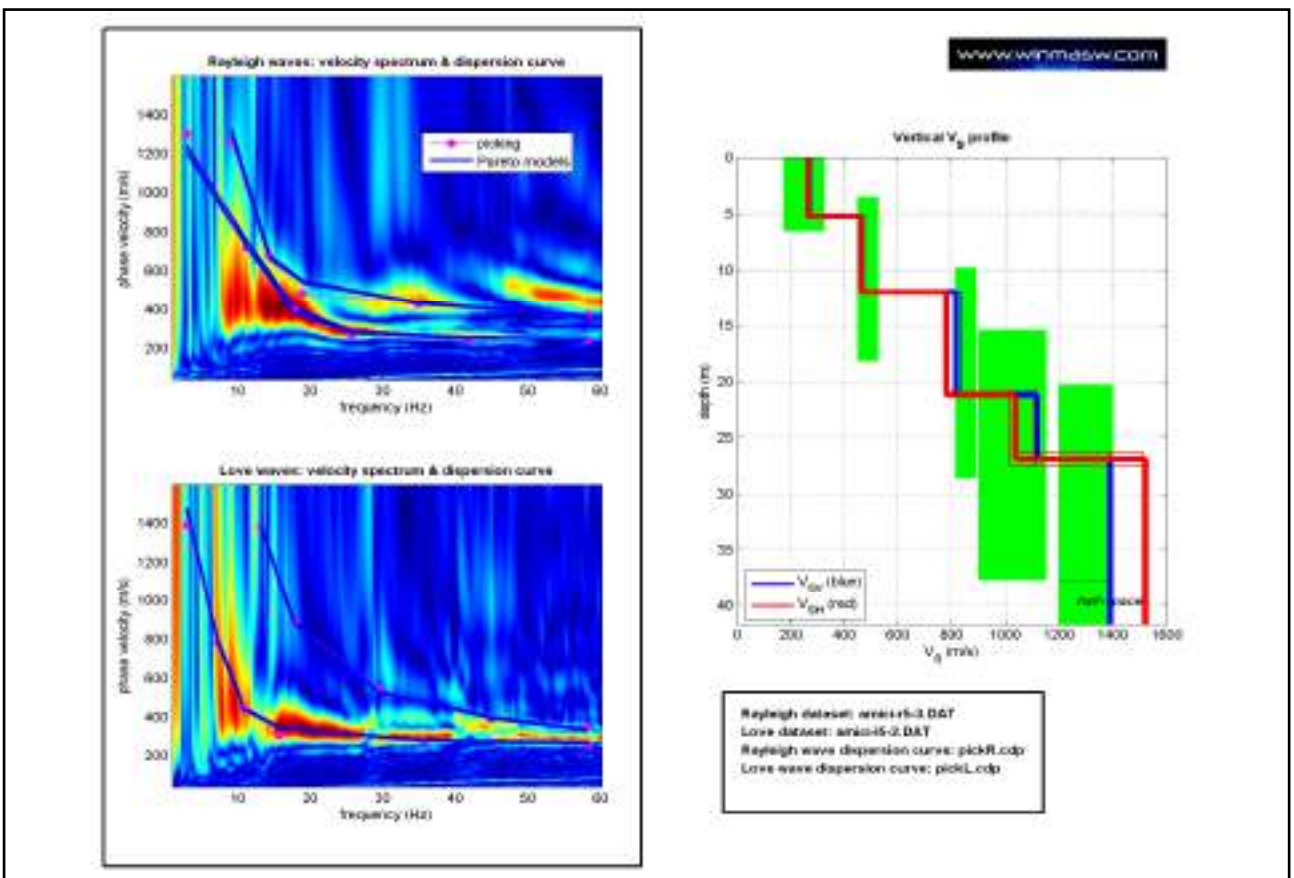


TAVOLA N°3 - CURVE DI DISPERSIONE E MODELLO INVERTITO

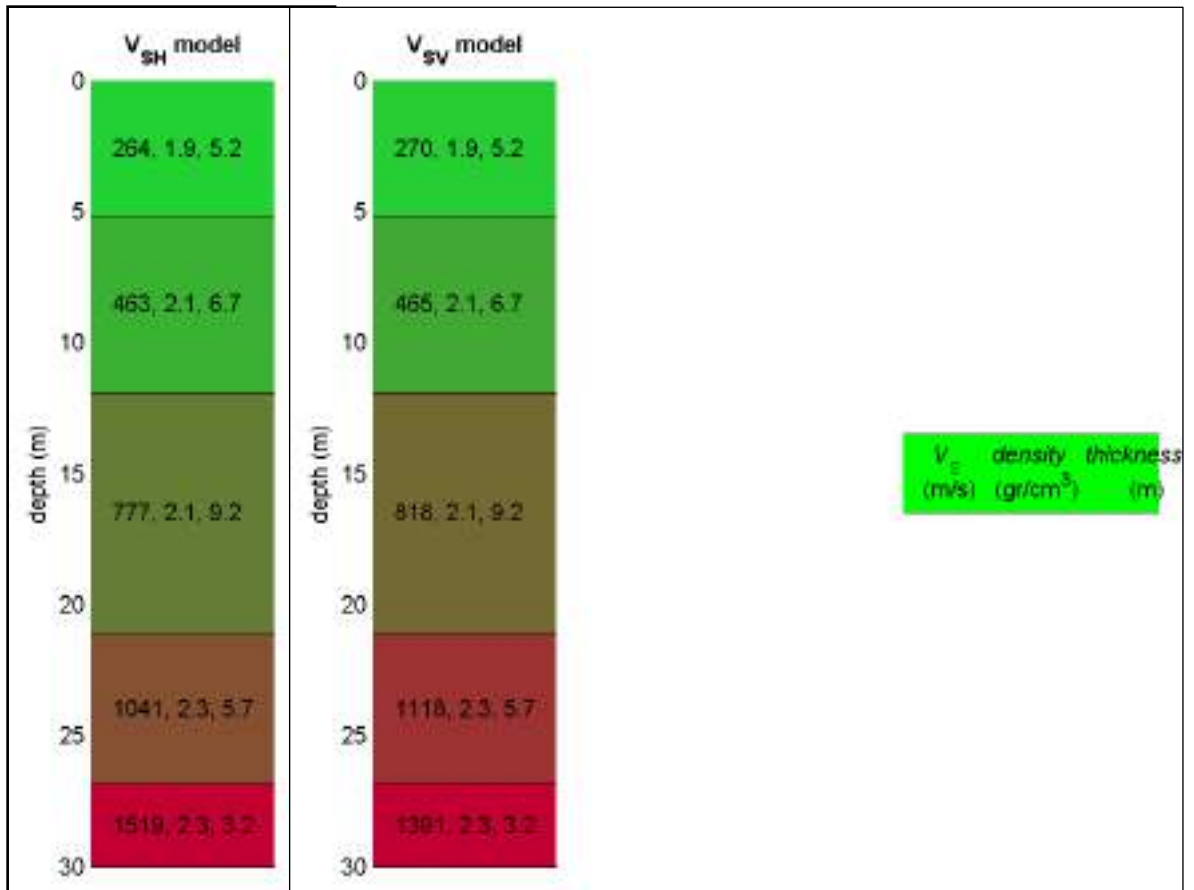


TAVOLA N°4 - SUDDIVISIONE SISMOSTRATI

4. - INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR A STAZIONE SINGOLA

4.1 - METODOLOGIA DI INDAGINE

La metodologia adottata è quella della sismica passiva, che sfrutta il rumore sismico ambientale presente ovunque in superficie. Tale rumore sismico è prodotto da vari fenomeni, quali l'attività dinamica terrestre, fenomeni atmosferici di grande portata (venti, onde marine) e attività antropica. Il rumore sismico ambientale viene definito anche come "microtremore", in quanto è caratterizzato da oscillazioni molto più piccole di quelle generate dai terremoti nel campo vicino, pari a 10 -15 [m/s²]² in termini di accelerazione.

Questa metodologia è definita come "passiva" in quanto il terreno non viene energizzato artificialmente nel corso delle registrazioni, come nella sismica a rifrazione.

L'indagine in oggetto è stata eseguita tramite una stazione singola di registrazione (SARA modello SR04/MT) posizionata al centro del terreno di interesse progettuale (Tavola n°1):

IDENTIFICATIVO PUNTO	LATITUDINE	LONGITUDINE
Hv	4769367.88	326196.56

Coordinate UTM Fuso33

La stazione di registrazione è costituita da tre geofoni calibrati, uno verticale e due orizzontali, con disposizione convenzionale N-S e E-W di frequenza naturale pari a 2 Hz.

Per il punto/stazione di misura è stato particolarmente curato l'accoppiamento sensore/terreno ed è stata eseguita un'accurata livellazione e messa in bolla del sensore.

Le misure sono state acquisite in via digitale a 24 bit con una frequenza di campionamento di 200 Hz. La durata di registrazione è stata di 15 minuti.

4.2 - ELABORAZIONE DATI

Tra le varie tecniche consolidate per ricavare informazioni del sottosuolo partendo dagli spettri del rumore sismico registrati, quella che ha riscosso maggiori consensi è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella del moto verticale denominata HVSR, da Horizontal to Vertical Spectral Ratio, o più brevemente H/V, nota anche come tecnica di Nakamura.

Le basi teoriche del metodo possono essere brevemente riassunte considerando un sottosuolo a due strati, con densità e velocità differenti. Un'onda che viaggia nello strato 1 viene parzialmente riflessa dall'orizzonte di separazione dei due strati, interferisce con le onde incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime, in condizione di risonanza, quando la lunghezza dell'onda incidente è 4 volte (o multipli dispari) lo spessore del primo strato.

Per le onde P di compressione ciò si traduce in:

$$f_r = V_{p1}/(4h)$$

mentre per le onde S in:

$$f_r = V_{s1}/(4h)$$

con f_r = frequenza di risonanza.

Essendo questo effetto teoricamente sommabile, la curva HVSR mostra, come massimi relativi, le frequenze di risonanza caratteristiche dei vari strati, ciò insieme ad una stima delle velocità, permette di prevedere con una certa approssimazione gli spessori

L'analisi spettrale, eseguita secondo le specifiche SESAME, ha permesso l'acquisizione della *frequenza fondamentale* o *frequenza caratteristica di sito*:

FREQUNZA FONDAMENTALE
FREQUNZA CARATTERISTICA DI SITO
fo = 0.80 Hz

ALLEGATI
INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR A STAZIONE SINGOLA

Date: 23 12 2016
Time: 10 56
Dataset: MT_20161217_110045.SAF
Sampling frequency (Hz): 128
Window length (sec): 40
Length of analysed temporal sequence (min): 15.0
Tapering (%): 10

=====

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 0.8 (± 3.9)

Peak HVSR value: 4.8 (± 1.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: 0.8 > 0.25 (OK)
- #2. [$nc > 200$]: 1425 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.5Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 1.7Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 4.8 > 2 (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 3.892 > 0.124 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 1.193 < 2 (OK)

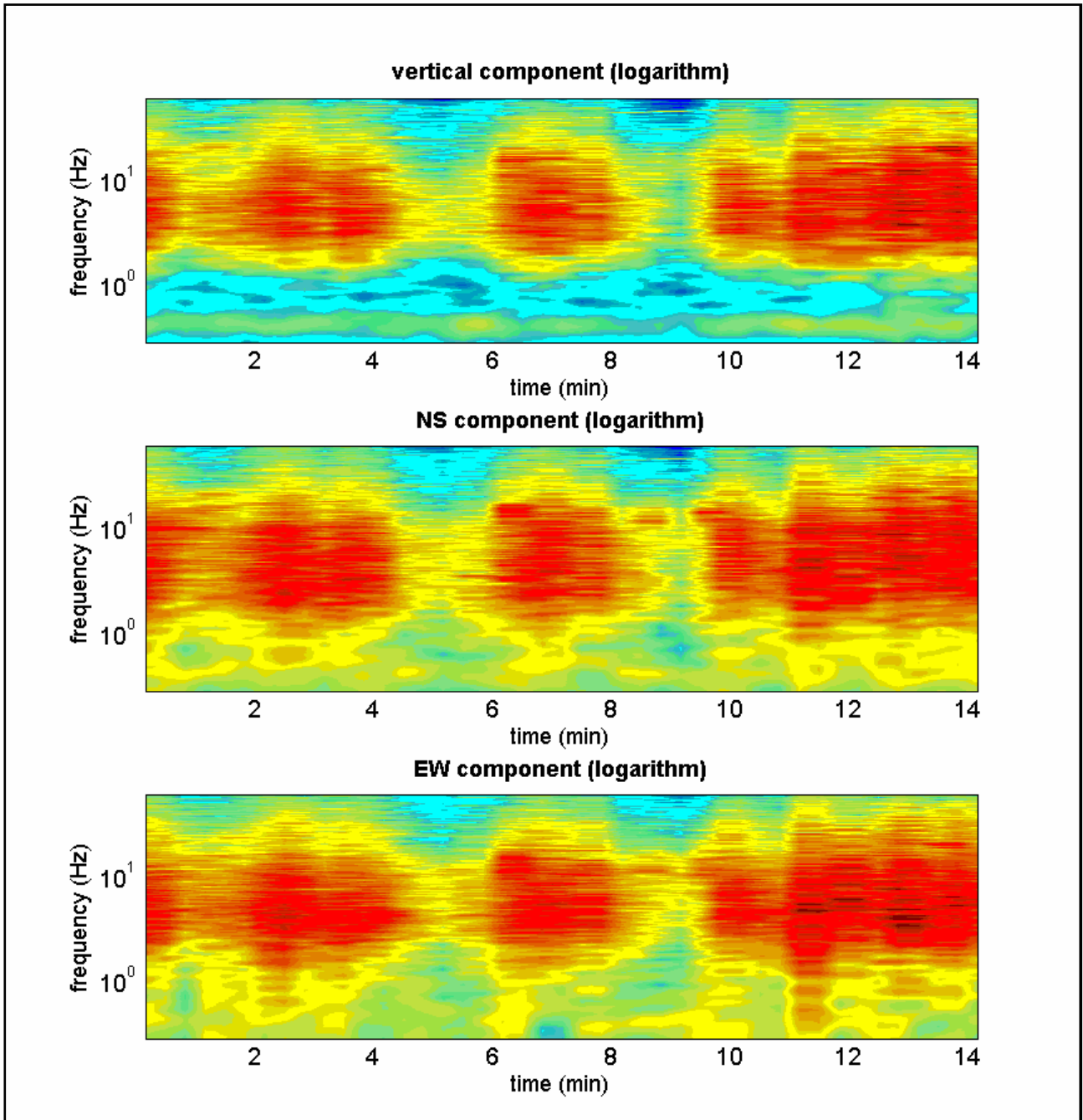
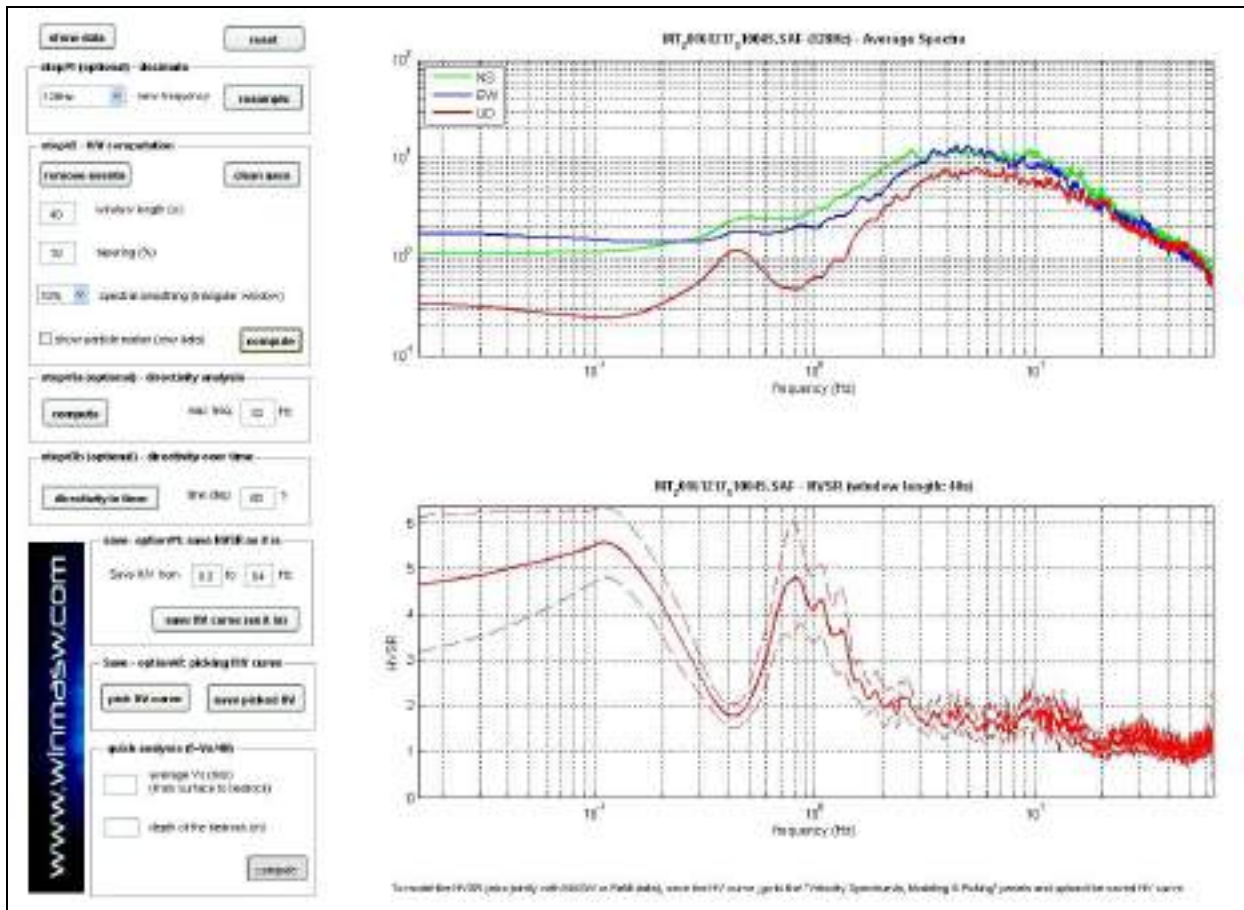
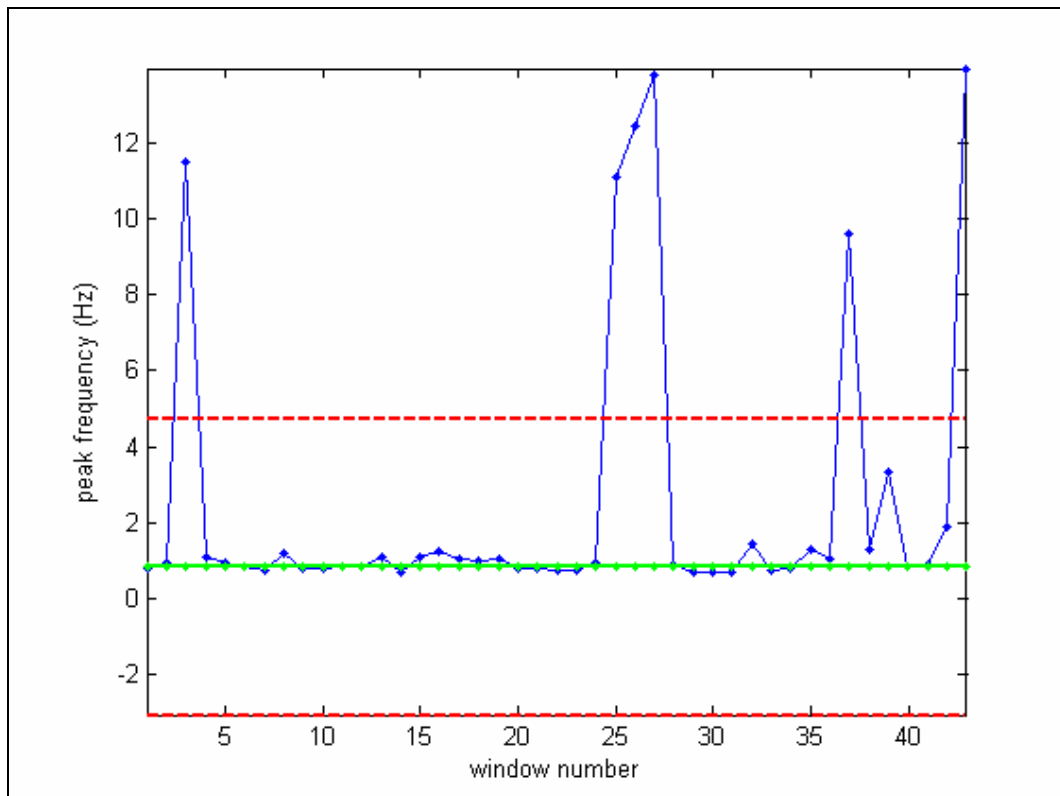


GRAFICO AMPIEZZA-TEMPO DEL SEGNALE ACQUISITO NELLE TRE COMPONENTI: VERTICALE, ORIZZONTALE, N-S, E-W



ANALISI DEL SEGNALE: DEFINIZIONE DELLE FINESTRE DI CALCOLO DEL RANGE DI FREQUENZA E GRAFICO DEL RAPPORTO CALCOLATO H/V



ANALISI DEI PICCHI DI FREQUENZA E DEFINIZIONE F0

5 - CONCLUSIONI

Il profilo sismico a rifrazione in onde S ha permesso la ricostruzione sismostratigrafica dei terreni interessati evidenziando la presenza di una successione di strati con velocità V_s crescente con la profondità.

Per ogni shot sono state calcolate le relative velocità, conoscendo le quali è stata definita la V_{s30} media:

PROFILO SISMICO IN ONDE S
V_{s30} media = 623 m/s

L'inversione del modello dell'indagine MASW ha permesso una buona ricostruzione sismostratigrafica locale e restituisce i seguenti valori di V_{s30} equivalente:

PROFILO SISMICO MASW
V_{s30} equivalente = 562 m/s

L'indagine di sismica passiva con metodo HVSR ha permesso una buona ricostruzione sia della frequenza caratteristica di sito (f_0) che una stima della profondità del bedrock sismico.

SISMICA PASSIVA HVSR
Frequenza caratteristica di sito (f_0) = 0,80 Hz

Foligno, lì Dicembre 2016

Geologo Dott. Luca Ercolini



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO N°1: UBICAZIONE STENDIMENTO PROFILO SISMICO IN ONDE P E PARTICOLARE



FOTO N°2: ENERGIZZAZIONE ONDE DI COMPRESIONE - PROFILO SISMICO IN ONDE P



FOTO N°3: STAZIONE DI ACQUISIZIONE - PROFILO SISMICO IN ONDE P (PASI 16S24)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO N°4: UBICAZIONE STENDIMENTI PROFILI SISMICI IN ONDE S E MASW E PARTICOLARI GEOFONI INSTALLATI



FOTO N°5: ENERGIZZAZIONE ONDE DI COMPRESSIONE



FOTO N°6: ENERGIZZAZIONE ONDE DI TAGLIO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO N°7: STAZIONE DI ACQUISIZIONE - PROFILO SISMICO IN ONDE P (PASI 16S24)



FOTO N°8: STAZIONE DI ACQUISIZIONE DELLA SISMICA PASSIVA HVSr (SARA mod. SR04/MT)

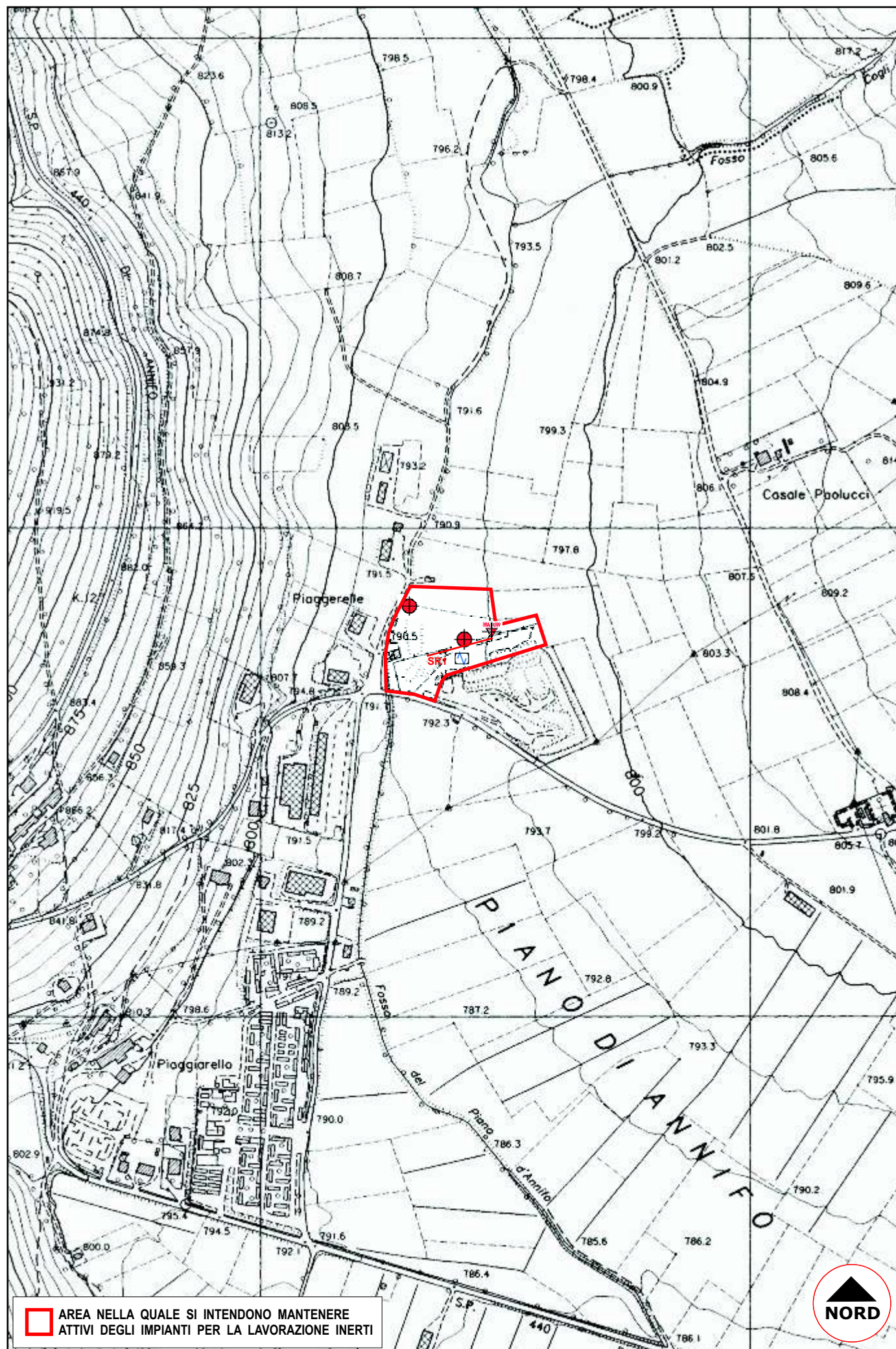
TAVOLE DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2


MICROZONAZIONE SISMICA

LIVELLO 2 DI APPROFONDIMENTO

CARTA DELLE INDAGINI

SCALA 1:5000



 AREA NELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE
ATTIVI DEGLI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE INERTI



LEGENDA

-  T - affioramento naturale o scavo
-  ESAC_SPAC - array sismico
-  S - carotaggio continuo
-  HVS - misure di microtremore a stazione singola (HVS)
-  PI - perforazione per ricerca idrocarburi
-  PA - pozzo per acqua
-  SCPT - prova CPT con cono sismico
-  CPT_E - prova CPT con punta elettrica
-  CPT - prova CPT con punta meccanica
-  CH - prova CROSS HOLE
-  DH - prova DOWN HOLE
-  MASW - prova MASW
-  DMT - prova dilatometrica
-  DPSH - prova dinamica con penetrom. superpesante
-  DL - prova dinamica con penetrometro leggero (DPL)
-  DFM - prova dinamica con penetrometro medio
-  DP - prova dinamica con penetrometro pesante (DPH)
-  DINGEN - prova dinamica generica
-  SD - sondaggio a distruzione
-  SEV - sondaggio elettrico verticale
-  SCPTU
-  SDMT

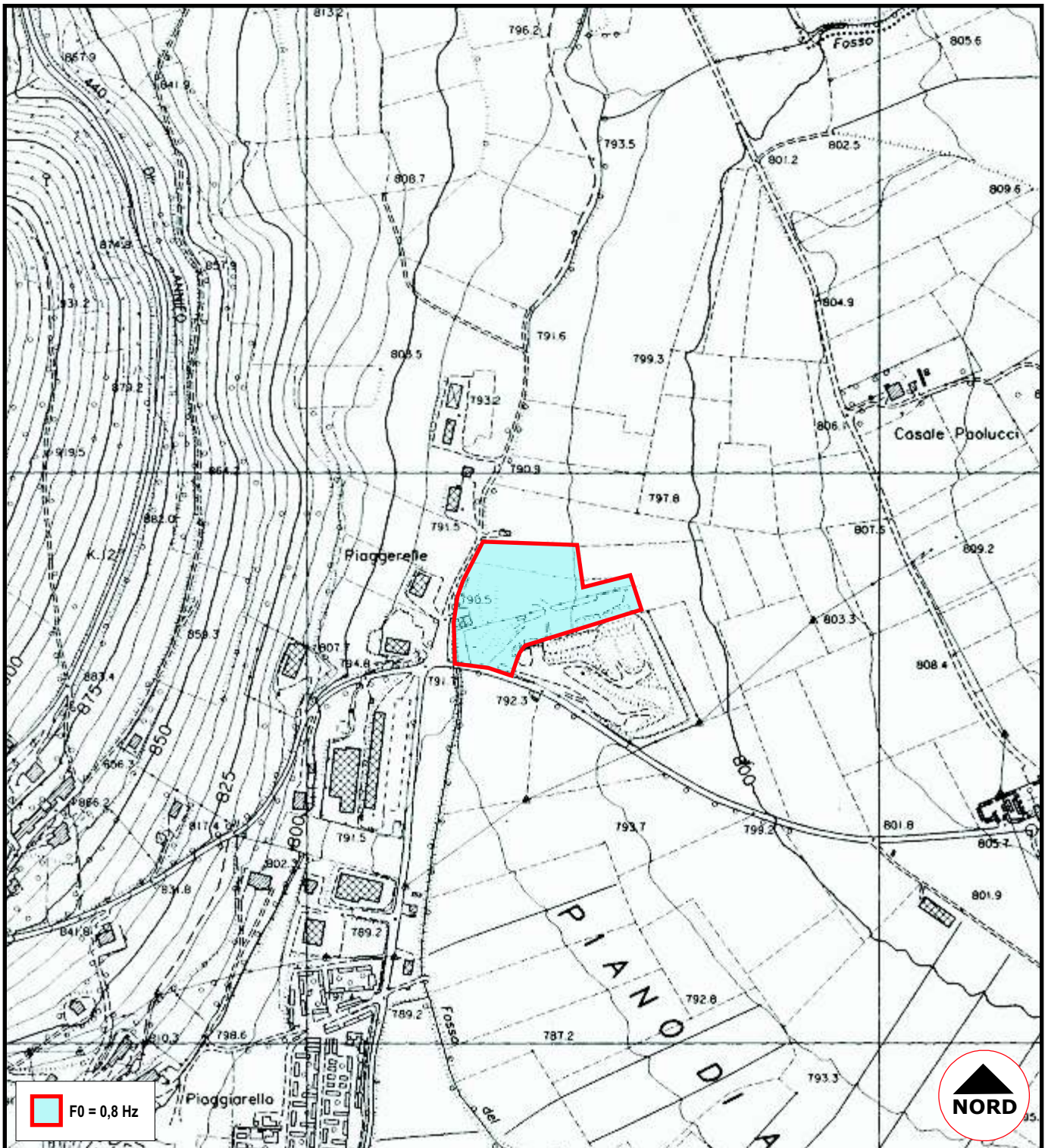
Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Elemento n°312113 "ANNIFO" - Carta Tecnica Regionale - Regione dell'Umbria

MICROZONAZIONE SISMICA

LIVELLO 2 DI APPROFONDIMENTO

CARTA DELLE FREQUENZE CARATTISTICHE DI SITO

SCALA 1:5000



AREA NELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE
ATTIVI DEGLI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE INERTI

Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Elemento n°312113 "ANNIFO" - Carta Tecnica Regionale - Regione dell'Umbria

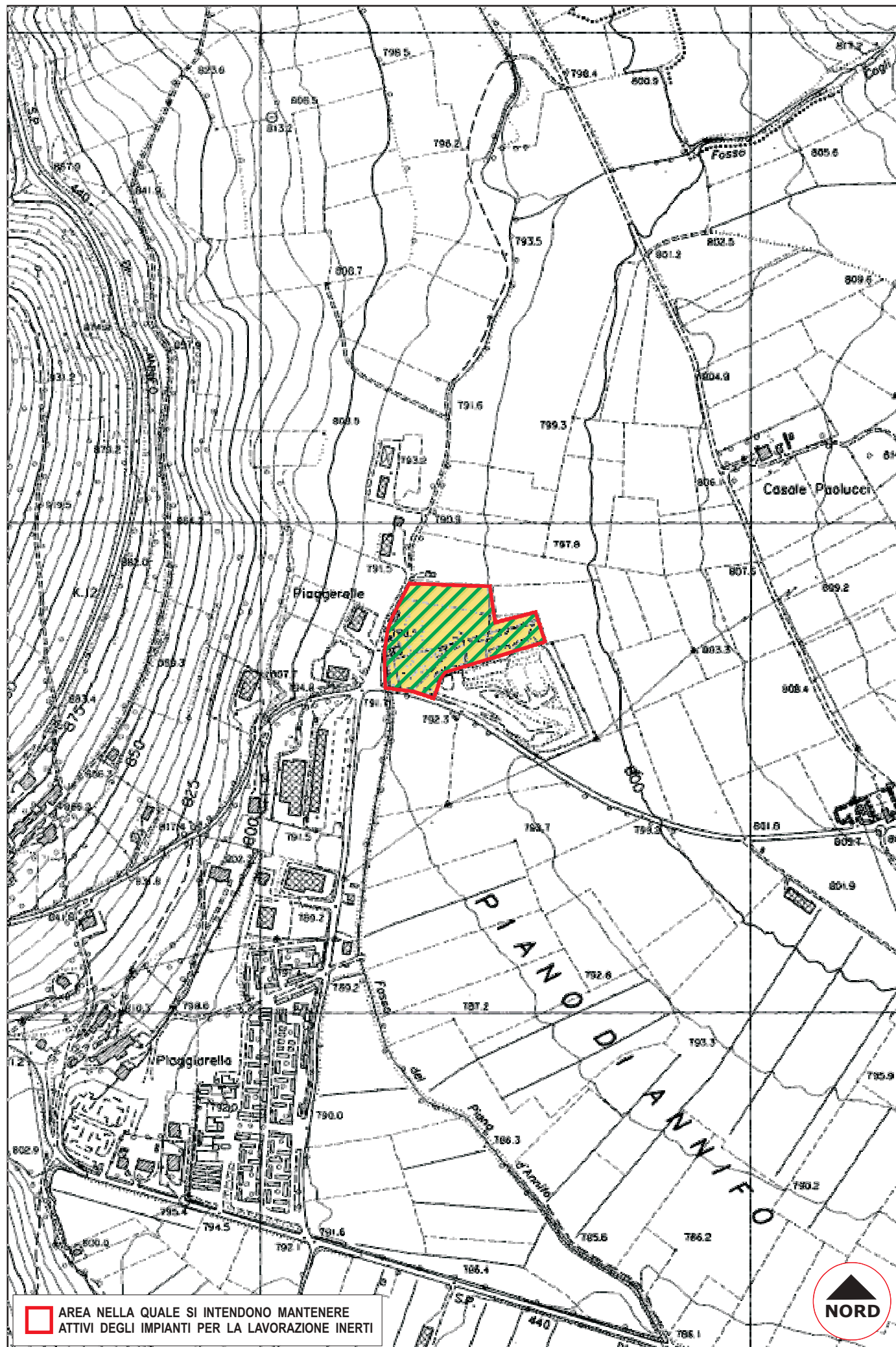
TAVOLA 2

MICROZONAZIONE SISMICA

LIVELLO 2 DI APPROFONDIMENTO

CARTA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

SCALA 1:5000



AREA NELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE
ATTIVI DEGLI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE INERTI

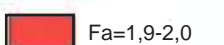
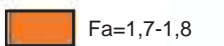


LEGENDA

Zone stabili



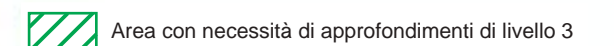
Zone stabili soggette di amplificazioni locali per effetti stratigrafici (Fa)



Zone stabili soggette di amplificazioni locali per effetti topografici (Ft)



Zone soggette ad effetti locali



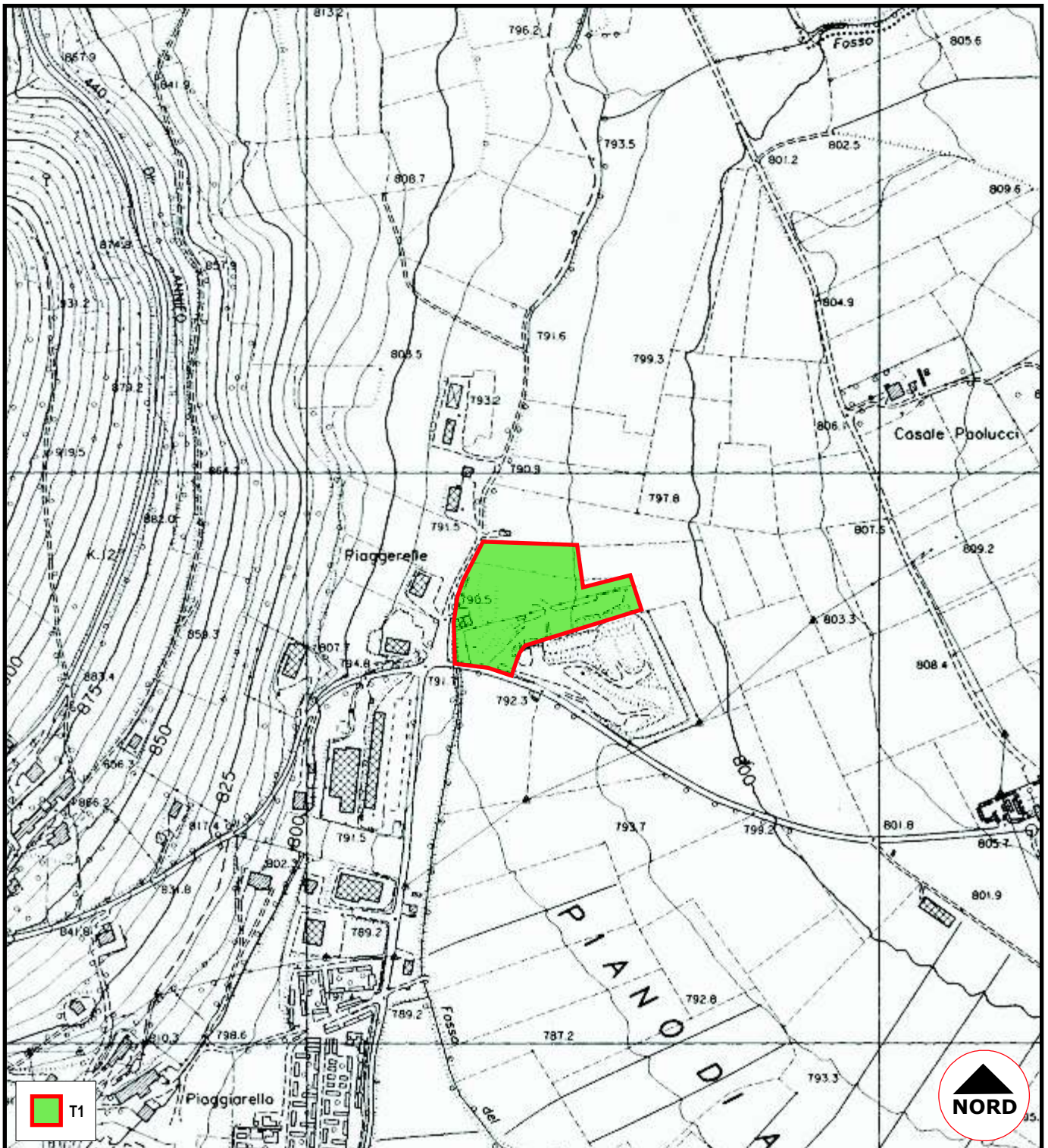
Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Elemento n°312113 "ANNIFO" - Carta Tecnica Regionale - Regione dell'Umbria

MICROZONAZIONE SISMICA

LIVELLO 2 DI APPROFONDIMENTO

CARTA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

SCALA 1:5000



AREA NELLA QUALE SI INTENDONO MANTENERE
ATTIVI DEGLI IMPIANTI PER LA LAVORAZIONE INERTI

Località **Annifo** - Comune di Foligno - Provincia di Perugia
Elemento n°312113 "ANNIFO" - Carta Tecnica Regionale - Regione dell'Umbria

TAVOLA 4

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA

GEOLOGO

DOTT. FABIO BONIFAZI

Via Flaminia Vecchia n°10/A

06034 Foligno (PG)

Tel. e Fax. 074267235

Tel. Cell. 3389465164

Email: bonifazifabio@gmail.com

PEC: bonifazifabio@epap.sicurezzapostale.it