

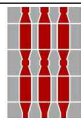


PRESIDENZA DEL  
CONSIGLIO DEI MINISTRI  
DIPARTIMENTO  
PROTEZIONE CIVILE



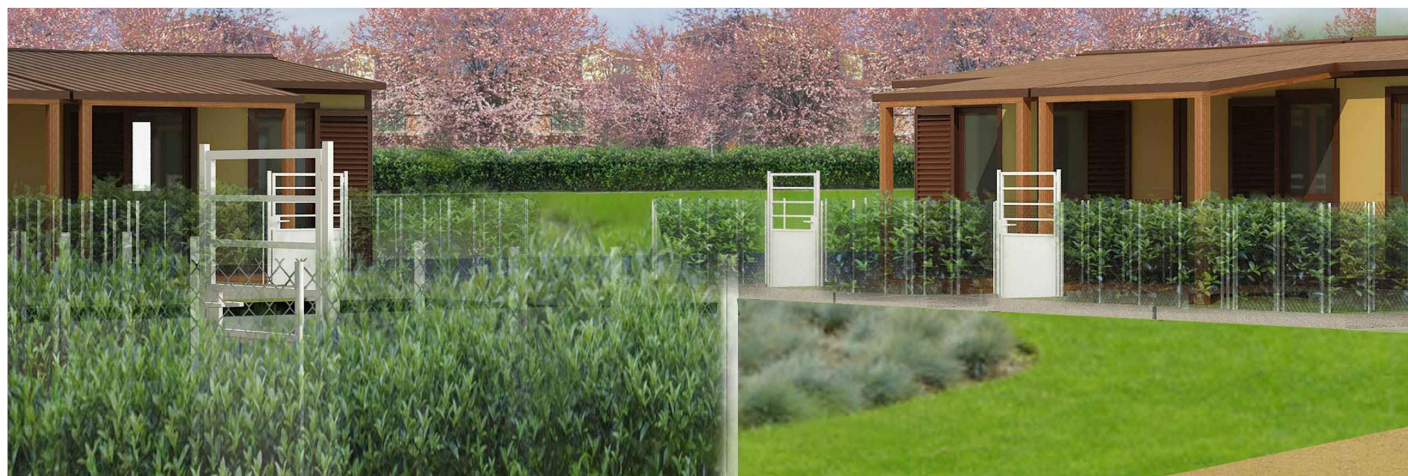
consip

**Sisma del 24 agosto 2016. Accordi Quadro ex art.59, commi 6 e 7 D.Lgs. n.163/2006 e s.m.i. - Fornitura, trasporto e montaggio di Soluzioni Abitative in Emergenza(S.A.E.) e servizi connessi**



**REGIONE UMBRIA - COMUNE DI NORCIA**  
**LOTTO:NORCIA ZONA INDUSTRIALE B**

**PROGETTO ESECUTIVO DELLE OOUUPP RELATIVE ALLA FORNITURA, TRASPORTO E MONTAGGIO DI SOLUZIONI ABITATIVE D'EMERGENZA S.A.E. PER CONTO DELLA PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI \_DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE**



**Impresa Proponente: ATI**  
**Capogruppo Mandataria:**



CNS - Consorzio Nazionale  
Servizi Società Cooperativa  
Via della Cooperazione, 3  
40129 - Bologna

**Mandante:**



COGECO 7 S.r.l.  
Via Ostiense, 118  
00154 - Roma

**Progettazione:**

**EULERO**  
engineering

Viale Regina Margherita, 37  
00198 ROMA  
[www.euleroeng.com](http://www.euleroeng.com)  
[info@euleroeng.com](mailto:info@euleroeng.com)

Progettista e responsabile delle varie specializzazioni nonché responsabile coordinamento e integrazione tra le varie prestazioni specialistiche:

**Ing. LEONARDO GATTI**

**Elaborato:**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**RG\_01**

Scala:

-

Data:

gennaio 2017

Rev.:

00

**DIRETTORE DEI LAVORI:**

**R.P. ACCORDO QUADRO :**

**Arch. ALESSANDRO FAMILIARI**

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

**Arch. FILIPPO BATTONI**

**DIRETTORE ESECUZIONE CONTRATTO**

**Geom. PAOLO MANCINELLI**



## **Indice**

---

<i>1) Premesse e localizzazione del sito</i>	<i>Pag. 3</i>
<i>2) Metodi di indagine e normativa di riferimento</i>	<i>Pag. 7</i>
<i>3) Indagini eseguite</i>	<i>Pag. 8</i>
<i>4) Carta di inquadramento geologico e geomorfologico</i>	<i>Pag. 12</i>
<i>4.1 Inquadramento geologico</i>	<i>Pag. 12</i>
<i>4.2 Inquadramento geomorfologico</i>	<i>Pag. 18</i>
<i>5) Valutazione della permeabilità dei terreni, localizzazione della falda idrica ed escursione del livello piezometrico rispetto al piano di campagna e tipologia di intervento</i>	<i>Pag.22</i>
<i>6) Caratterizzazione litologico-geotecnica del terreno fondazionale ed acquisizione dei parametri necessari per la scelta e dimensionamento delle fondazioni e per la previsione dei cedimenti</i>	<i>Pag. 23</i>
<i>7) Valutazione del coefficiente di sottofondo <math>K_r</math> per il dimensionamento delle opere di fondazione su terreno elastico alla Winkler</i>	<i>Pag. 27</i>
<i>8) Profili litologici-stratigrafici con correlazioni tra i diversi punti sondati e localizzazione delle falde idriche</i>	<i>Pag. 28</i>
<i>9) Valutazione della tipologia di terreno ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo le NTC 2008</i>	<i>Pag. 29</i>
<i>10) Note conclusive e bibliografia</i>	<i>Pag. 37</i>
<i>Relazione di 38 pagine + allegati per totale di pag. 50</i>	

---

## **1) Premesse e localizzazione del sito**

Nel mese di Gennaio 2017 è stato eseguito uno studio su un sito ubicato a sud del centro storico di Norcia (PG), destinato alla realizzazione di S.A.E. (Soluzioni Abitative d'Emergenza) a seguito dei sismi avvenuti il 24/08/2016 ed il 30/10/2016.

L'indagine geologica ha la finalità di verificare la compatibilità del progetto in esame con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sismiche, idrogeologiche e geotecniche del terreno.

Il "Lotto 4B" è ubicato circa 1 km a sud del centro storico di Norcia, ad est della S.P. 476 ed il territorio è compreso nella cartografia IGM foglio 132 quadrante III tavoletta NE Norcia e nella Carta Tecnica Regionale foglio 337024 Norcia (fig. 1, 2, 3).



Fig.1 – IGM F° 132 III NE Norcia – scala 1:25.000

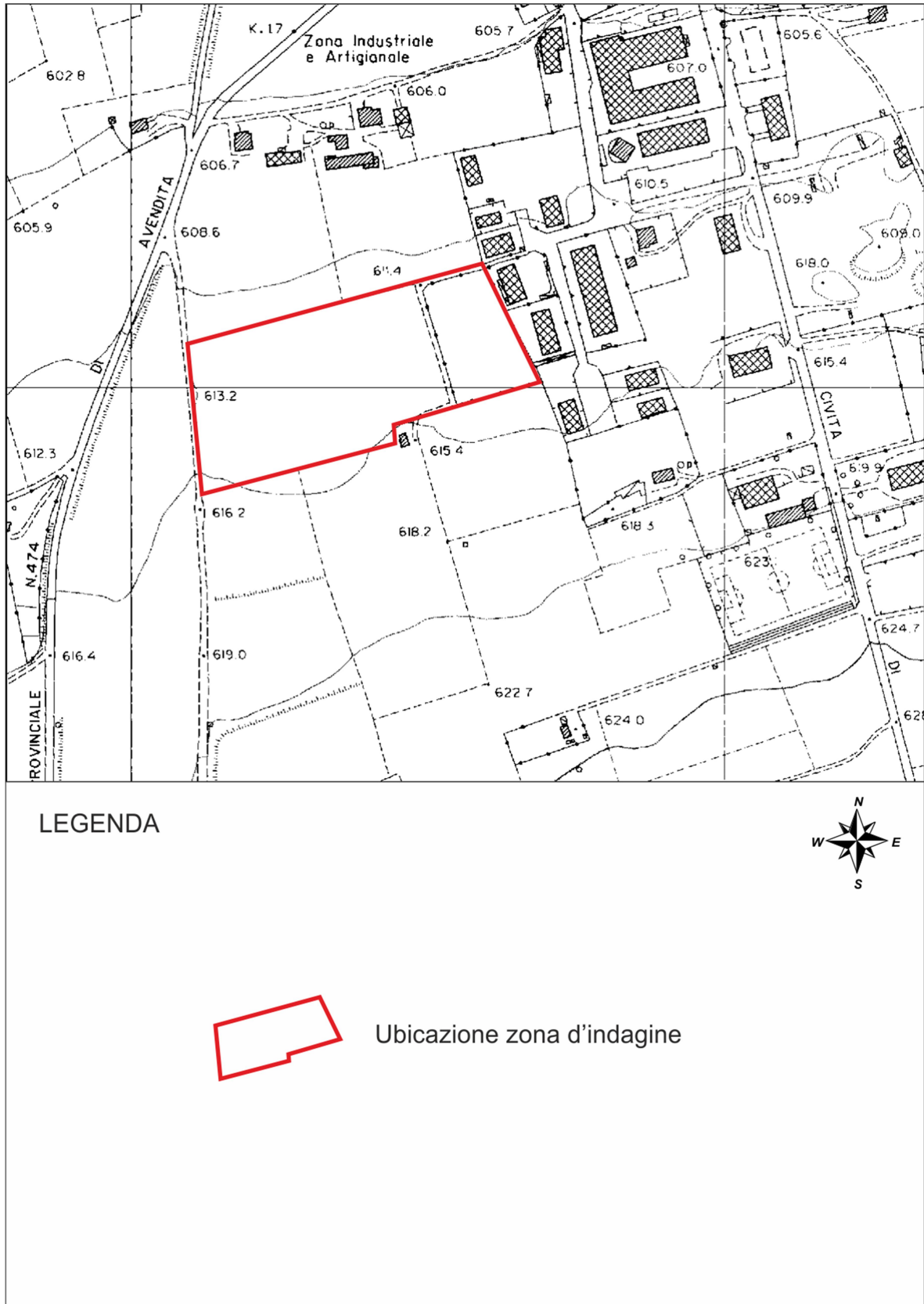
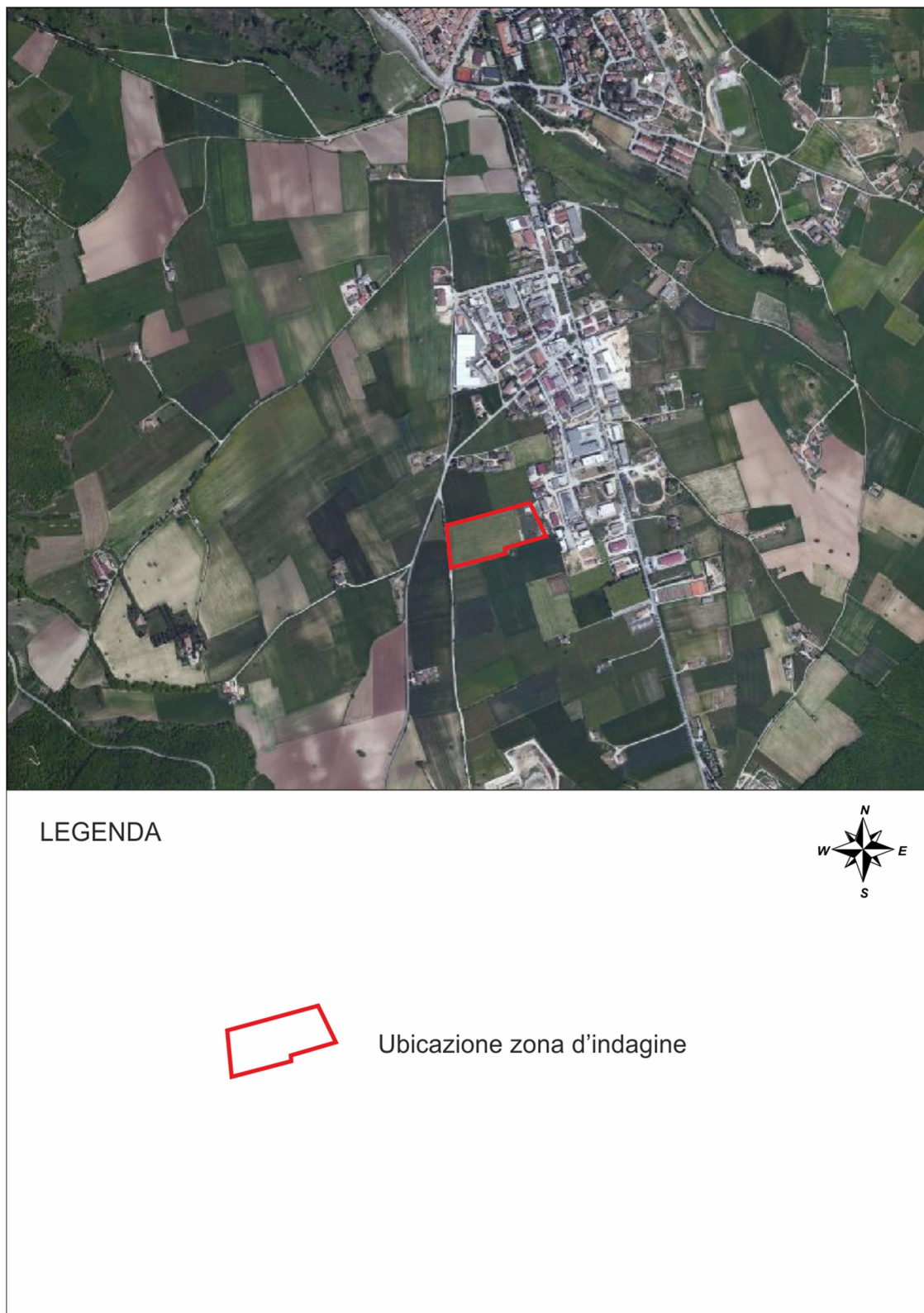


Fig.2 – CTR F° 337024 Norcia – scala 1:5.000



**Fig.3** – Ortofoto con ubicazione (da:bingmap) fuori scala

## 2) Metodi di indagine e normativa di riferimento

Lo studio è stato condotto secondo quanto previsto dalla normativa edilizia vigente:

**Legge 02 febbraio 1974, n. 64.** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

**Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988.** Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Coordinato con la Circolare del Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483 - Istruzioni per l'applicazione.

**D.P.R. 328 5 giugno 2001, art. 41.** Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni nonché della disciplina dei relativi ordinamenti (art.41 – attività professionali del geologo)

**DPR 6 giugno 2001, n.380.** Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)

**Ord.P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274.** Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. e documenti correlati.

**D.M. 14 gennaio 2008** Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Norme Tecniche per le Costruzioni

**Circolare 2 febbraio 2009**, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

**Circolare 11 dicembre 2009.** Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative



### **3) Indagini eseguite**

In accordo con il progettista, vista la consistenza delle opere (classe II), si è deciso di eseguire l'indagine mediante:

- a) il rilevamento geologico dell'area,
- b) l'esecuzione di n.2 prove geofisiche tipo MASW (foto 1), per la classificazione sismica del suolo,
- c) l'esecuzione di n° 4 prove DPSH (foto 2), per la valutazione dei parametri geotecnici, approfondite fino al rifiuto all'avanzamento,
- d) l'esecuzione di n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo (foto 3-5), per la ricostruzione litostratigrafica del sito, approfondito fino a 10 m dal p.c.,
- e) la consultazione della bibliografia esistente.

Di seguito viene riportata la planimetria delle indagini su pianta di progetto in scala 1:2.000 (fig. 4).



**Foto 1 - 2 Masw e DPSH**



Foto 3 – Sondaggio geognostico S1



Foto 4 - 5 – Cassette sondaggio S1 (0-10 m)



**Fig.4** – Pianta progetto con ubicazione indagini – scala 1:2.000

#### **4) Carta di inquadramento geologico e geomorfologico**

##### **4.1 Inquadramento geologico**

Dal punto di vista geologico la zona in esame ricade nell'Appennino Umbro Marchigiano ed in particolare nella depressione tettonica di Norcia.

L'Appennino Umbro Marchigiano è una catena neogenica costituita da un sistema di pieghe parallele e da sovrascorrimenti con vergenza adriatica. L'attuale assetto strutturale è il risultato di due importanti fasi tettoniche (compressiva e distensiva) che hanno interessato la sequenza sedimentaria stratigrafica meso-cenozoica.

La fase compressiva si è sviluppata dal Messiniano al Pliocene inferiore ed ha portato alla formazione di pieghe, faglie inverse e sovrascorrimenti, con conseguente accorciamento della copertura sedimentaria che in questo settore appenninico sembra essere rilevante.

La tettonica distensiva postorogenica ha avuto inizio probabilmente nel Pliocene superiore ed è quella che darà l'assetto morfostrutturale finale alla regione, in cui faglie dirette a prevalente direzione appenninica dislocano le precedenti strutture compressive.

Queste faglie, organizzate in fasci, hanno generalmente immersione ad W-SW, rigetti dell'ordine anche del migliaio di metri e una disposizione en-echelon (Calamita et alii, 1992); molto importanti sono il fascio M. Vettore-M. Bove dislocante il piano di sovrascorrimento dei M. Sibillini ed il più occidentale fascio M. Fema-Norcia, ad andamento NNW-SSE.

Il momento parossistico della fase distensiva si raggiunge con l'attivazione di faglie antitetiche ad andamento appenninico e di altre trasversali rispetto alle principali, che hanno portato alla formazione delle depressioni di Castelluccio e Norcia.

La configurazione finale è assimilabile ad una struttura a blocchi prismatici diversamente ribassati, in cui le aree depresse (graben) sono delimitate dagli altri elementi morfotettonici corrispondenti, cioè gli horst.

La depressione di Norcia o Piano di Santa Scolastica si sviluppa in direzione NW-SE per circa 7,5 km con una larghezza media di 4 km ed è un vero e proprio graben delimitato ad est da una importante faglia immergente a SW (Linea Nottoria-Preci) e ad W da una faglia antitetica di minore importanza.

Dal Pleistocene inferiore la conca ha costituito un'area subsidente, sede di una sedimentazione continentale, lacustre e fluviale, finchè il fiume Sordo, per erosione regressiva vi ha esteso il proprio bacino idrografico, portandola in erosione.

I depositi fluvio-lacustri poggiano sulla serie carbonatica e si raccordano sul lato NE agli affioramenti calcarei tramite importanti conoidi di deiezione attivi probabilmente fino al Pleistocene medio.

I processi deposizionali avvenivano contestualmente alla tettonica distensiva, fatto testimoniato dalla fagliazione e gradonatura delle conoidi di deiezione.

Nell'origine di queste imponenti conoidi ha avuto un ruolo fondamentale l'attività periglaciale Olocenica correlata alle principali fasi fredde, nel Pleistocene superiore (Wurm) e medio (Riss – Mindel), che hanno favorito la produzione di ingenti quantità di materiali detritici crioclastici.

Le faglie dirette, sono state attive per tutto il Quaternario, ed alcune di esse lo sono anche allo stato attuale, com'è deducibile dall'intensa sismicità presente nell'area (fig. 5-6).



**Fig.5** – Schema geologico-strutturale con ubicazione area

(da: Guida Geologica Appennino Umbro-Marchigiano, 1994)

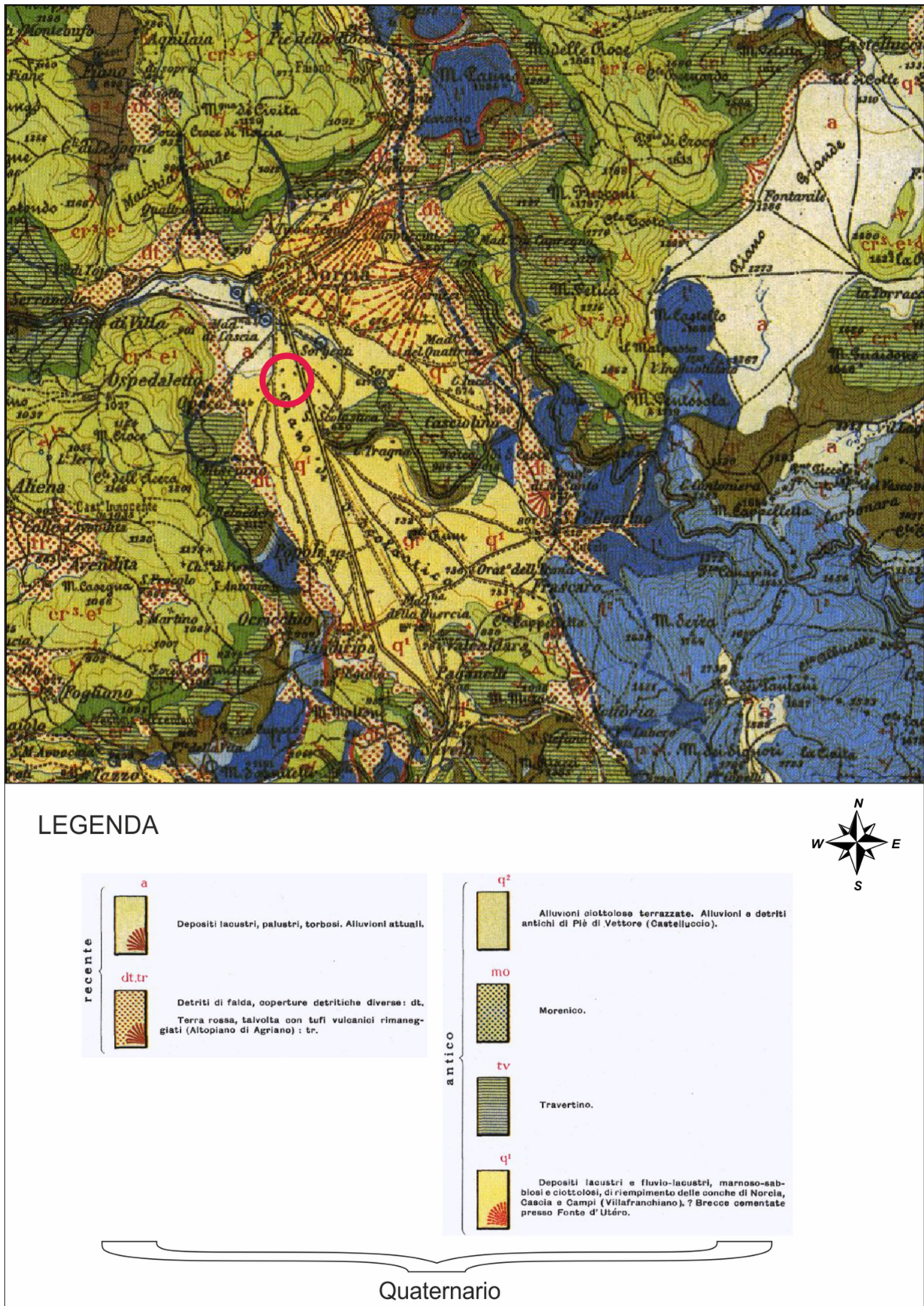


Fig.6 Stralcio carta geologica d'Italia F° 132 Norcia - scala 1:50.000

Il lotto d'indagine ricade nell'ampia area alluvionale di Norcia ed in particolare sulla formazione delle "alluvioni terrazzate" costituite da depositi ghiaiosi eterometrici di natura prevalentemente calcarea biancastra micritica (Maiolica), dotati di un grado di addensamento variabile e debole matrice sabbiosa, con intercalazioni di paleosuoli di colore bruno rossastro, ghiaiosi a matrice sabbio argillosa, di modesto spessore (fig. 8 – foto 10).

La potenza dei depositi alluvionali e detritici di versante, al di sopra del bedrock carbonatico, fu stimata da studi pregressi, prevalentemente geofisici (DPC-S4 Project 2007-2009), in circa 160 metri nel sito d'indagine (fig. 7a-7b).



**Foto 10** - Affioramento del deposito alluvionale conglomeratico in prossimità del centro abitato



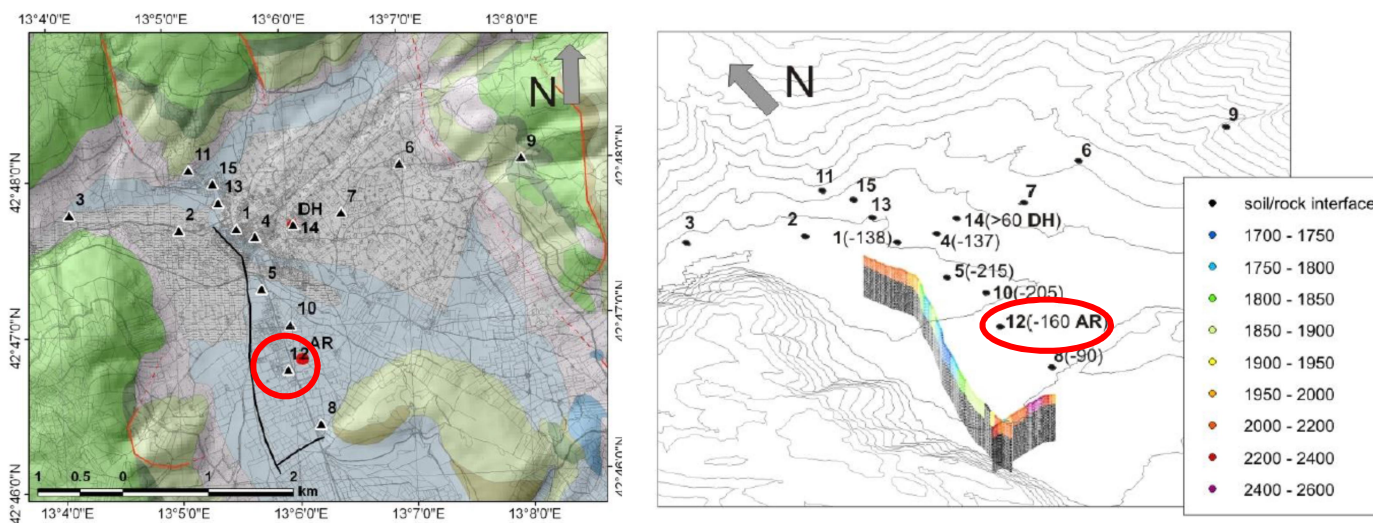


Fig. 7a - 7b – Indagini geofisiche (7a) (DPC-S4) e spessore copertura alluvionale su bedrock (7b)

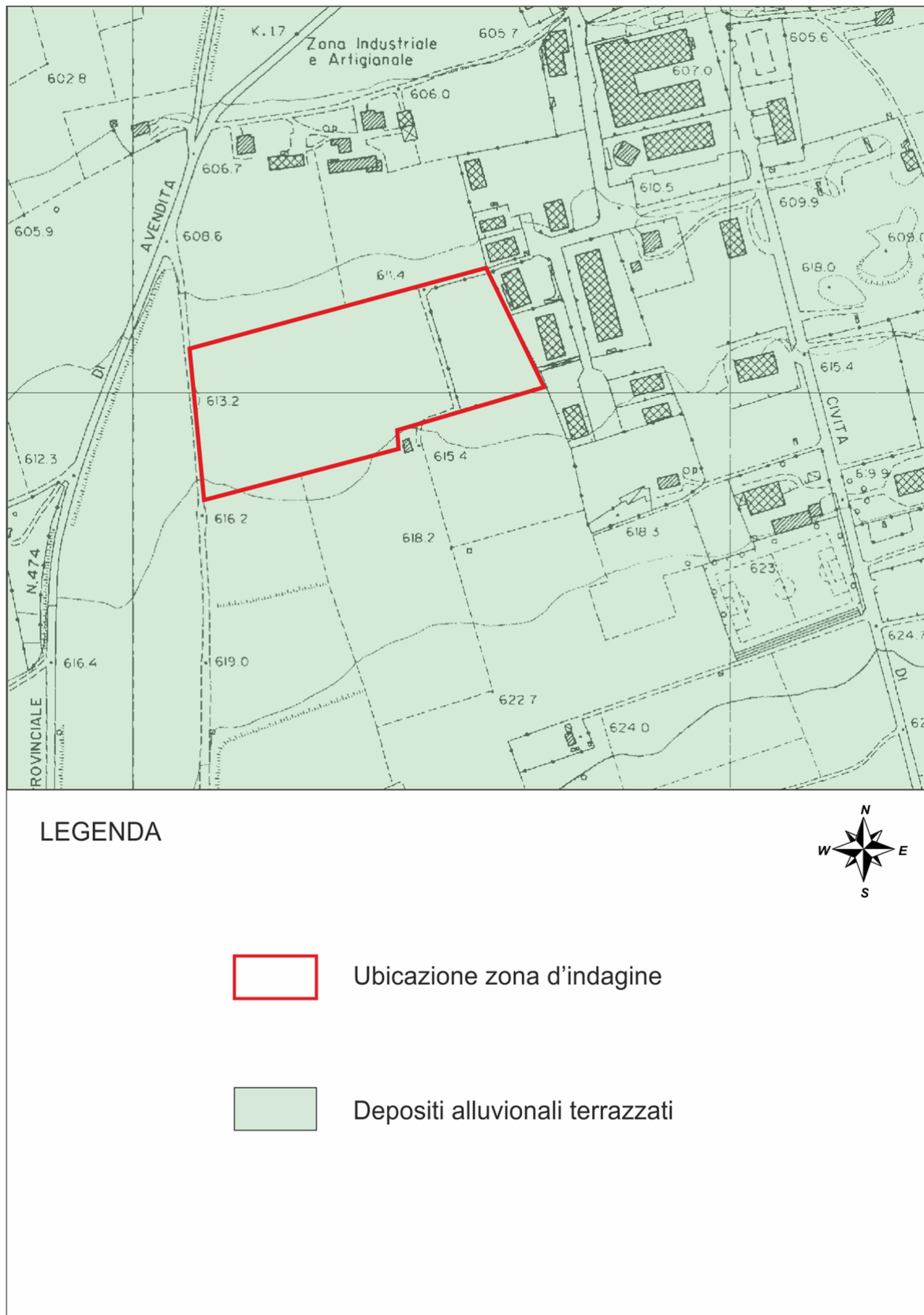


Fig.8 Carta geologica di dettaglio - scala 1:5.000

## 4.2 Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico la zona in esame ricade sul lato settentrionale dell'estesa piana di Santa Scolastica o conca di Norcia, area pianeggiante, delimitata dai rilievi della serie cretacea.

In particolare il lotto si trova in un'area interessata da un'estesa pianura alluvionale, con sedimenti antichi e recenti.

Il terreno si trova in un'area esposta in direzione N, a quote comprese tra un minimo di 611 m s.l.m. (lato nord) ed un massimo di circa 615 m s.l.m. (lato sud), con una pendenza media del 2,7% (circa 1,6°), classificabile in categoria topografica T1.

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	S <sub>t</sub>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ .	-	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ .	Sommità del pendio	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ .	Cresta del rilievo	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ .	Cresta del rilievo	1,40

Nel lotto e nelle zone limitrofe non si segnalano impluvi anche se il sito ricade sul versante sinistro del fiume Sordo, il cui alveo scorre circa 1 km di distanza a nord; il sito è pertanto al riparo da eventuali fenomeni di esondazione.

Essendo l'area sub pianeggiante e priva di scarpate non si segnala alcun fenomeno di dissesto franoso, né recente né passato.

La zona d'indagine risulta quindi stabile e non ricade in aree segnalate a rischio geomorfologico ed idraulico di alcun genere, come indicato nella cartografia PAI del Bacino del Tevere (fig. 9) ed in quella del progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Fransi in Italia) (fig.10).

Si segnala, comunque, che il lotto è classificato in zona di falda/cono detritico non attivo dal PAI del Bacino del Tevere.

Si raccomanda sempre la raccolta delle acque di ruscellamento superficiali e l'allontanamento delle stesse mediante idonee opere di captazione, al fine di evitare allagamenti e/o fenomeni di erosione.

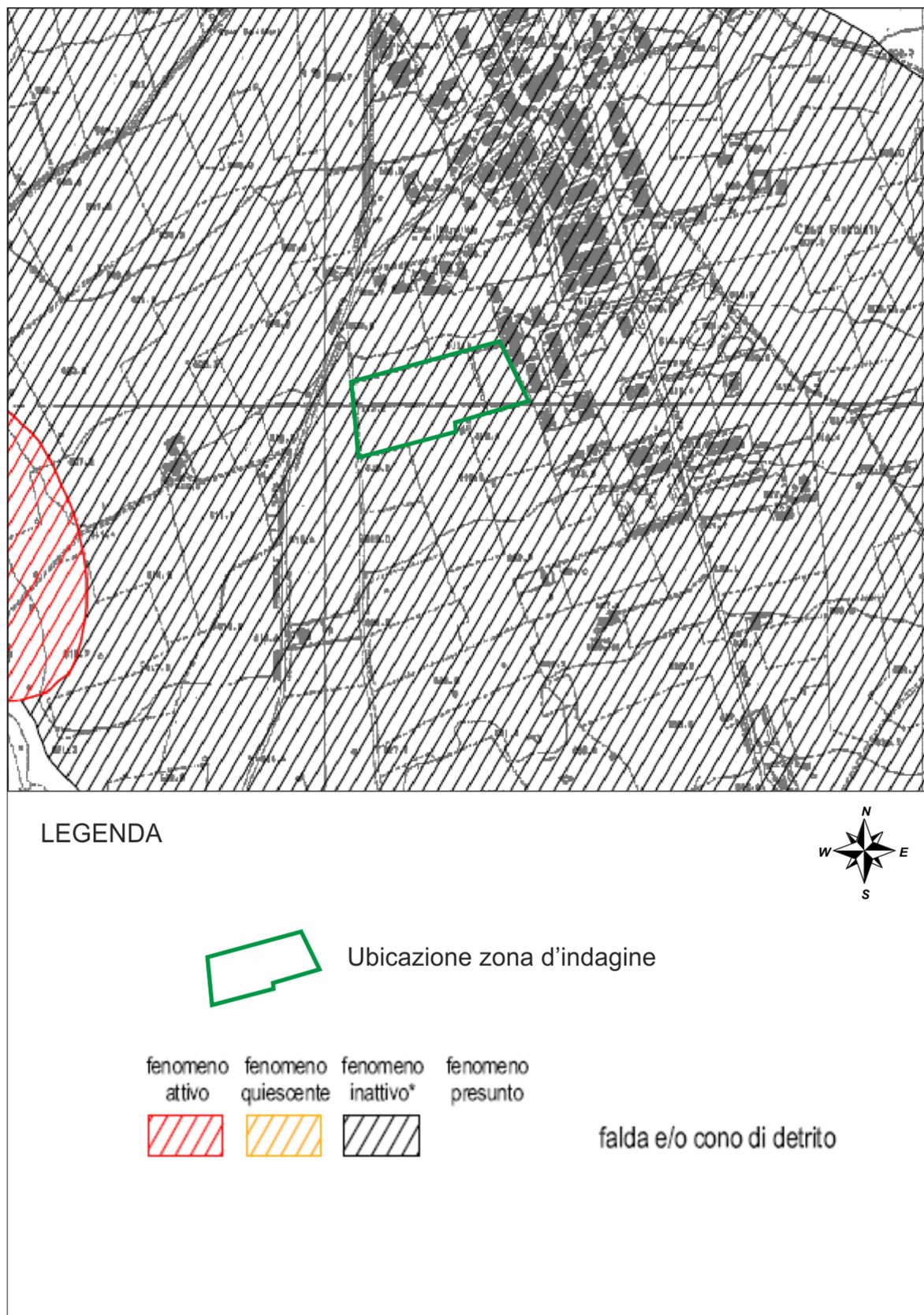
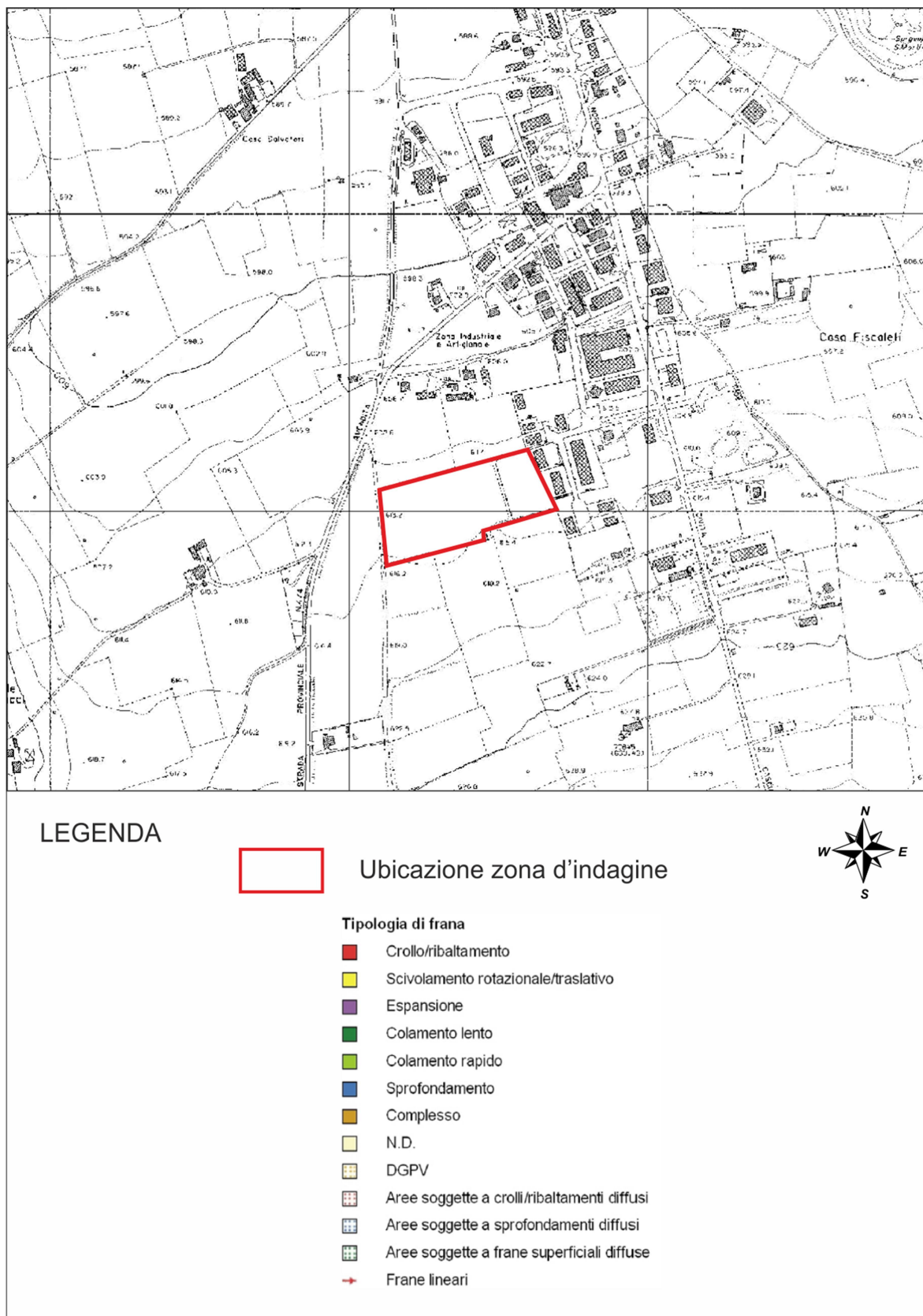


Fig.9 Stralcio PAI Bacino del Tevere – F° 186 sud - scala 1:10.000



**Fig.10** Stralcio cartografia IFFI - scala 1:10.000

### 5) Valutazione delle permeabilità dei terreni, localizzazione della falda idrica ed escursione del livello piezometrico rispetto al piano di campagna e tipologia di intervento

Dal punto di vista idrogeologico il tratto della piana di Norcia indagato è contraddistinto dalla presenza di una diffusa falda sotterranea alimentata dai rilievi carbonatici circostanti, dotati di una elevata permeabilità per fessurazione.

Le acque sotterranee fluiscono verso valle, attraversando le conoidi detritiche fino a raggiungere i depositi alluvionali terrazzati e recenti.

Le conoidi detritiche come le alluvioni sono dotate di elevati valori di permeabilità primaria per porosità, avendo una granulometria incoerente molto grossolana, prevalentemente ghiaiosa, a cui possono essere attribuiti valori di coefficienti di permeabilità elevata nel range  $10^{-2} < k < 10$  m/s (vedi tabella allegata).

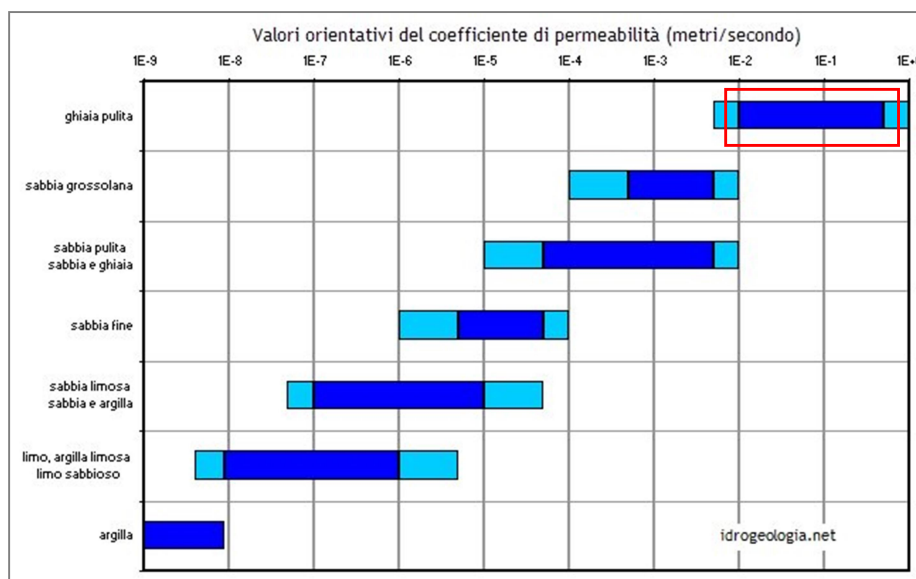


Tabella coefficiente di permeabilità k (da: [www.idrogeologia.net](http://www.idrogeologia.net))

Per tale lotto non sono disponibili dati idrogeologici di dettaglio e si ipotizza una falda acquifera freatica ad una profondità superiore ai 10 metri dal piano di campagna (quota inferiore ai 604 m s.l.m.) in quanto non è stata intercettata dal sondaggio geognostico.

## **6) Caratterizzazione litologico-geotecnica del terreno fondazionale ed acquisizione dei parametri necessari per la scelta e dimensionamento delle fondazioni e per la previsione dei cedimenti**

Per la caratterizzazione geotecnica e litostratigrafica del sito sono state eseguite, come già accennato, quattro prove penetrometriche dinamiche DPSH ed un sondaggio geognostico a carotaggio continuo, spinto sino a 10 metri dal p.c., nel volume di interesse significativo delle opere in progetto, riportati nella planimetria di progetto (fig.4).

Considerando l'uniformità geologica del sito, contraddistinta dalla formazione delle alluvioni terrazzate, dotate della potenza di molte decine di metri, a granulometria prevalentemente conglomeratica, debolmente sabbiosa, non si è potuto procedere al prelievo di campioni indisturbati ed analisi di laboratorio.

Quindi le principali proprietà geotecniche sono state desunte dalle prove DPSH ed in minor misura dalla bibliografia e dalla banca dati esaminati.

L'elaborazione delle prove penetrometriche, per l'identificazione dei principali parametri geotecnici, è stata condotta secondo le trattazioni di seguito elencate, idonee ai terreni rilevati:

### **Angolo di Attrito interno (Schmertmann)**

Questo metodo correla  $\phi$  con la densità relativa dello strato in funzione della sua composizione granulometrica. Il metodo è valido per sabbie e ghiaie in genere. Facendo riferimento ad un altro parametro, affetto generalmente da errore non trascurabile, i valori di  $\phi$  vengono ad essere quasi sempre sovrastimati.

$$\phi = 28 + 0,14 D_r \quad - \quad \text{Sabbia fine}$$

$$\phi = 31,5 + 0,11 D_r \quad - \quad \text{Sabbia media}$$

$$\phi = 34,5 + 0,10 D_r \quad - \quad \text{Sabbia grossa}$$

$$\phi = 38 + 0,08 D_r \quad - \quad \text{Ghiaia}$$

### **Densità relativa (Schempton)**

Il metodo è valido per le sabbie da fini a grossolane, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di  $D_r(\%)$  viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato. Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$D_r(\%) = 100 \sqrt{\frac{N_{spt} \sqrt{\frac{98}{\sigma}}}{32 + 0.288\sigma}}$$



**Modulo Young (D'Appollonia et al.)**

Il metodo di D'Appollonia è valido per sabbia+ghiaia e sabbie sovraconsolidate. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di  $N_{spt}$  ad una diminuzione di  $E$  con la profondità.

$$E(Kg / cmq) = 7,71N_{spt} + 191(\text{ghiaia} + \text{sabbia})$$

**Modulo di deformazione di taglio (Crespellani e Vannucchi)**

Il metodo di Crespellani e Vannucchi, valido per le sabbie in generale, si basa sulla seguente relazione:

$$G_0(t / mq) = 794N_{spt}^{0,611}$$

**Modulo Edometrico (Menzebach e Malcev).**

Il metodo di Menzebach e Malcev è valido per le sabbie in genere. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di  $N_{spt}$  ad una diminuzione di  $M$  con la profondità.

$$M(kg / cmq) = 3,54N_{spt} + 38 \text{ (Sabbia fine)}$$

$$M(kg / cmq) = 4,46N_{spt} + 38 \text{ (Sabbia media)}$$

$$M(kg / cmq) = 10,46N_{spt} + 38 \text{ (Sabbia + ghiaia)}$$

$$M(kg / cmq) = 11,84N_{spt} + 38 \text{ (Sabbia ghiaiosa)}$$

I valori delle prove penetrometriche sono stati sottoposti ad analisi statistica preliminare, per la definizione dei **parametri caratteristici** (basata su campione di dati limitato, con  $t$  di Student).

$$\varphi_k = \varphi_m - t_{n-1}^{0,05} \left( \frac{S_\varphi}{\sqrt{n}} \right)$$

dove:

$\varphi_k$	= valore caratteristico dell'angolo di resistenza al taglio;
$\varphi_m$	= valore medio dell'angolo di resistenza al taglio;
$n$	= numero di misure;
$S_\varphi, S_c$	= deviazione = standard del campione;
$t_{n-1}^{0,05}$	= $t$ di Student per $n-1$ gradi di libertà e probabilità di superamento del 5%

Le indagini in situ hanno permesso quindi la ricostruzione di un modello geotecnico, formato da **tre livelli**, nel volume significativo dell'opera, i cui parametri, da considerare come caratteristici, sono riportati nelle seguenti tabelle.

Il **Livello A**, superficiale, è formato dalla coltre di alterazione pedogenizzata delle alluvioni antiche, un terreno conglomeratico sabbioso, mediamente addensato, dello spessore medio di circa 1,6 m.

Il **Livello B** è formato da una ghiaia debolmente sabbiosa di modesto spessore (inferiore al metro) addensata, seguito dal **Livello C** costituito da una ghiaia ben addensata su cui hanno rifiutato tutte e quattro le prove DPSH, attraversato dal sondaggio fino a 10 m di profondità.

Lo spessore del livello C potrebbe superare varie decine di metri come indicato dalle indagini sismiche Masw; la potenza complessiva della coltre detritica/alluvionale della piana di Norcia raggiunge localmente i 160 metri, come già descritto in precedenza nella relazione.

Di seguito alla relazione vengono allegati i dati e grafici delle prove DPSH e le stratigrafie dei sondaggi geognostici.

<b>LIVELLO A – Suolo ghiaioso sabbioso mediam. addensato</b>	
Profondità dal p.c. (m)	0 m
Spessore medio	1,6 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_K = 42^\circ$
Coesione drenata	$c'_K = 0 \text{ kg/cm}^2$
Peso di volume naturale *	$\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 52 \%$
Modulo Young	$E = 130 \text{ kg/cm}^2$
Modulo edometrico	$E_d = 115 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di taglio	$G = 248 \text{ kg/cm}^2$
$N_{SPT}$ equivalente medio	$N_{SPT} = 6$
Velocità onde S #	$V_s = 230 \text{ m/s}$
Modulo reazione verticale terreno Winkler	$K = 10-25 \text{ kg/cm}^2$
# da Masw * da bibliografia	

<b>LIVELLO B – Ghiaia debolm. sabbiosa addensata</b>	
Profondità media dal p.c. (m)	1,6 m
Spessore medio	0,8 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_K = 44^\circ$
Coesione drenata	$c'_K = 0 \text{ kg/cm}^2$
Peso di volume naturale *	$\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 78 \%$
Modulo Young	$E = 450 \text{ kg/cm}^2$
Modulo edometrico	$E_d = 304 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di taglio	$G = 532 \text{ kg/cm}^2$
$N_{SPT}$ equivalente	$N_{SPT} = 22$
Velocità onde S #	$V_s \approx 400 \text{ m/s}$
# da Masw * da bibliografia	

<b>LIVELLO C – Ghiaia addensata</b>	
Profondità media dal p.c. (m)	2,4 m
Spessore minimo investigato	7,6 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_K = 45^\circ$
Coesione drenata	$c'_K = 0 \text{ kg/cm}^2$
Peso di volume naturale *	$\gamma = 1,95 \text{ t/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 85 \%$
Modulo Young	$E = 965 \text{ kg/cm}^2$
Modulo edometrico	$E_d = 609 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di taglio	$G = 848 \text{ kg/cm}^2$
$N_{SPT}$ equivalente	$N_{SPT} = 48$
Velocità onde S #	$V_s \approx 600 \text{ m/s}$
# da Masw * da bibliografia	

## **7) Valutazione del coefficiente di sottofondo Kr per il dimensionamento delle opere di fondazione su terreno elastico alla Winkler**

Il coefficiente di Winkler per il dimensionamento delle opere di fondazione è stato stimato in base alla bibliografia ed alla granulometria dei terreni rinvenuti in sito, su cui andranno ad insistere le opere.

Per tale lotto, contraddistinto da ghiaie sabbiose mediamente addensate, si è stimato un coefficiente  $10 < K_r < 25 \text{ Kg/cm}^3$ .

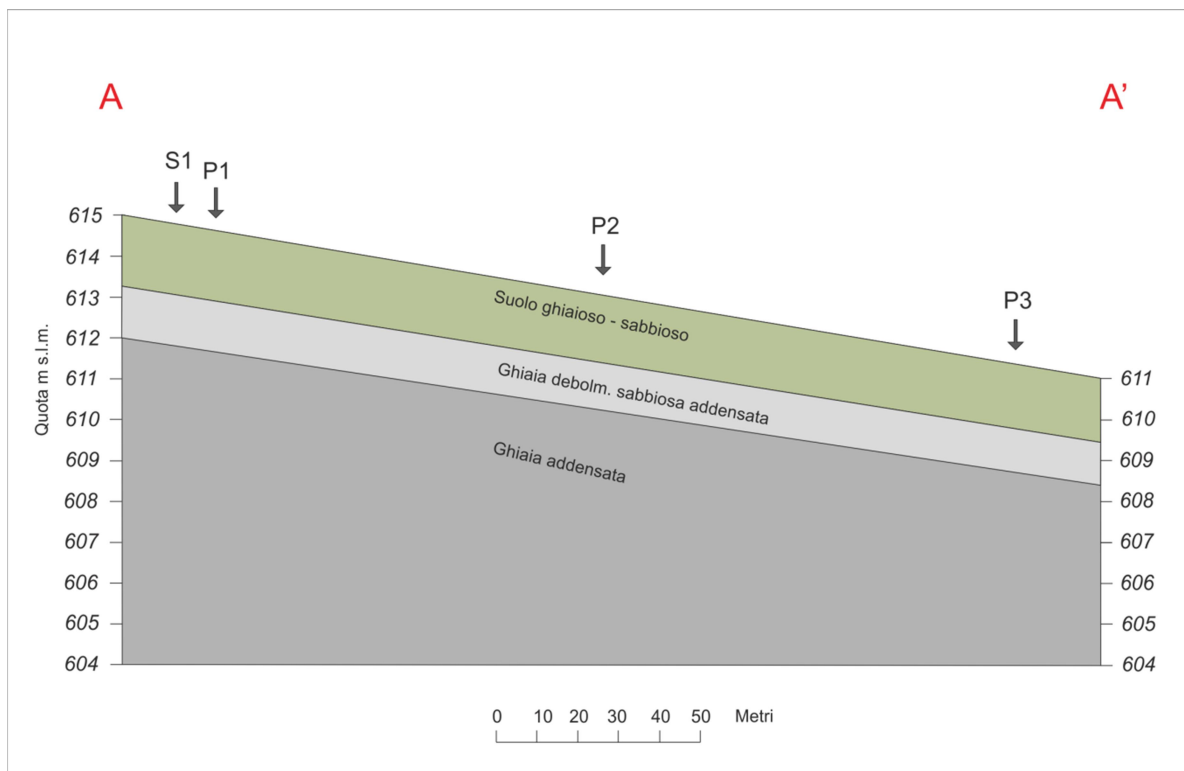
<b>MODULO DI REAZIONE “VERTICALE” DEL TERRENO [WINKLER]</b>	
<i>NATURA DEL TERRENO</i>	<i>K (Kg/cm<sup>3</sup>)</i>
torba leggera.....	0.6 ~ 1.2
torba pesante.....	1.2 ~ 1.8
terra vegetale.....	1.0 ~ 1.5
depositi recenti.....	1.0 ~ 2.0
sabbia di mare, fina.....	1.5 ~ 2.0
sabbia poco coerente.....	2.0 ~ 4.0
terra molto umida.....	2.0 ~ 3.5
terra poco umida.....	3.0 ~ 6.0
terra secca.....	5.0 ~ 10.0
argilla con sabbia.....	8.0 ~ 10.0
argilla grassa.....	10.0 ~ 12.0
sabbia compatta.....	8.0 ~ 15.0
ghiaia con sabbia.....	10.0 ~ 25.0
ghiaia compatta.....	20.0 ~ 30.0

Tabella coefficiente Kr Winkler (da: Fondazioni – J.E. Bowles)

## 8) Profili litologici-stratigrafici con correlazioni tra i diversi punti sondati e localizzazione delle falde idriche

La successione litologico stratigrafica desunta dalle prove in sito e dalla caratterizzazione dei parametri geotecnici dei vari livelli, nel volume significativo interessato dalle fondazioni, evidenzia una buona uniformità litologica ed è stata rappresentata schematicamente nella seguente sezione geologica A-A' che attraversa il lotto da sud ovest ad nord est (fig. 11).

In questo sito non è stata rinvenuta la falda acquifera entro i 10 metri di profondità dal piano campagna.



**Fig.11 – Sezione Geologica**

## **9) Valutazione della tipologia di terreno ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo le NTC 2008**

Dal punto di vista sismico, il territorio comunale di Norcia ricade in una delle aree più a rischio dell'Italia centrale, con epicentri in sito e nelle aree limitrofe, anche di forte magnitudo.

Il territorio ricade nella zona sismogenetica ZS 47 (fig.12) orientata in direzione nord ovest - sud est, lungo la fascia appenninica.

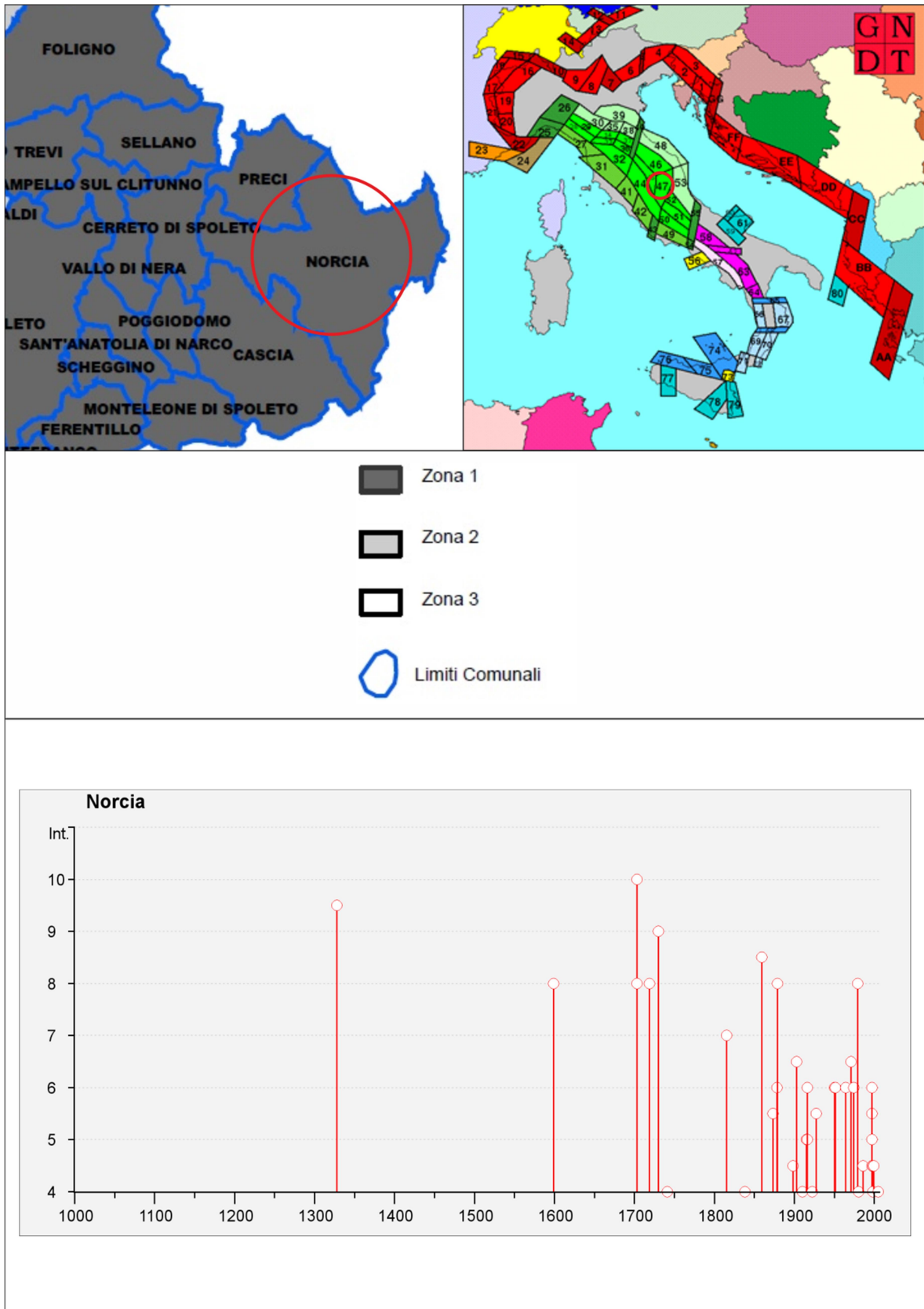
In base all'O.P.C.M. n° 3274 ed alla sua parziale modifica da parte della Regione Umbria (D.G.R. n. 1111 del 18/09/2012) il comune di Norcia è stato classificato in zona 1.

Al fine di evidenziare gli eventi sismici che hanno raggiunto il sito, sono stati estratti i terremoti dal Catalogo INGV – CPTI11, dove sono riportate le intensità sismiche al sito ( $I_s$ ) di tutti i principali eventi sismici catalogati, per i quali vengono indicati anche l'anno, il mese, il giorno, l'intensità massima epicentrale in scala MCS ( $I_0$ ) e la Magnitudo Momento (MW) (vedi fig. 10 e tabella allegata).

Nel comune di Norcia sono presenti ben due strutture sismogenetiche (faglie attive) responsabili di eventi sismici di magnitudo superiore a 5.5., come indicato nella cartografia DISS 3.2.0 (Database of Individual Seismogenic Source) dell' INGV (fig.13).

Una di queste lambisce il centro abitato, nel settore nord orientale, dove si nota la sua suddivisione in due rami paralleli orientati in direzione appenninica, NW-SE (fig. 13).

Da quanto riportato nello stralcio della carta di microzonazione sismica MS1, il lotto d'interesse non ricade in nessuna area soggetta a particolari amplificazioni sismiche o in prossimità di tratti di faglie attive (fig.14)



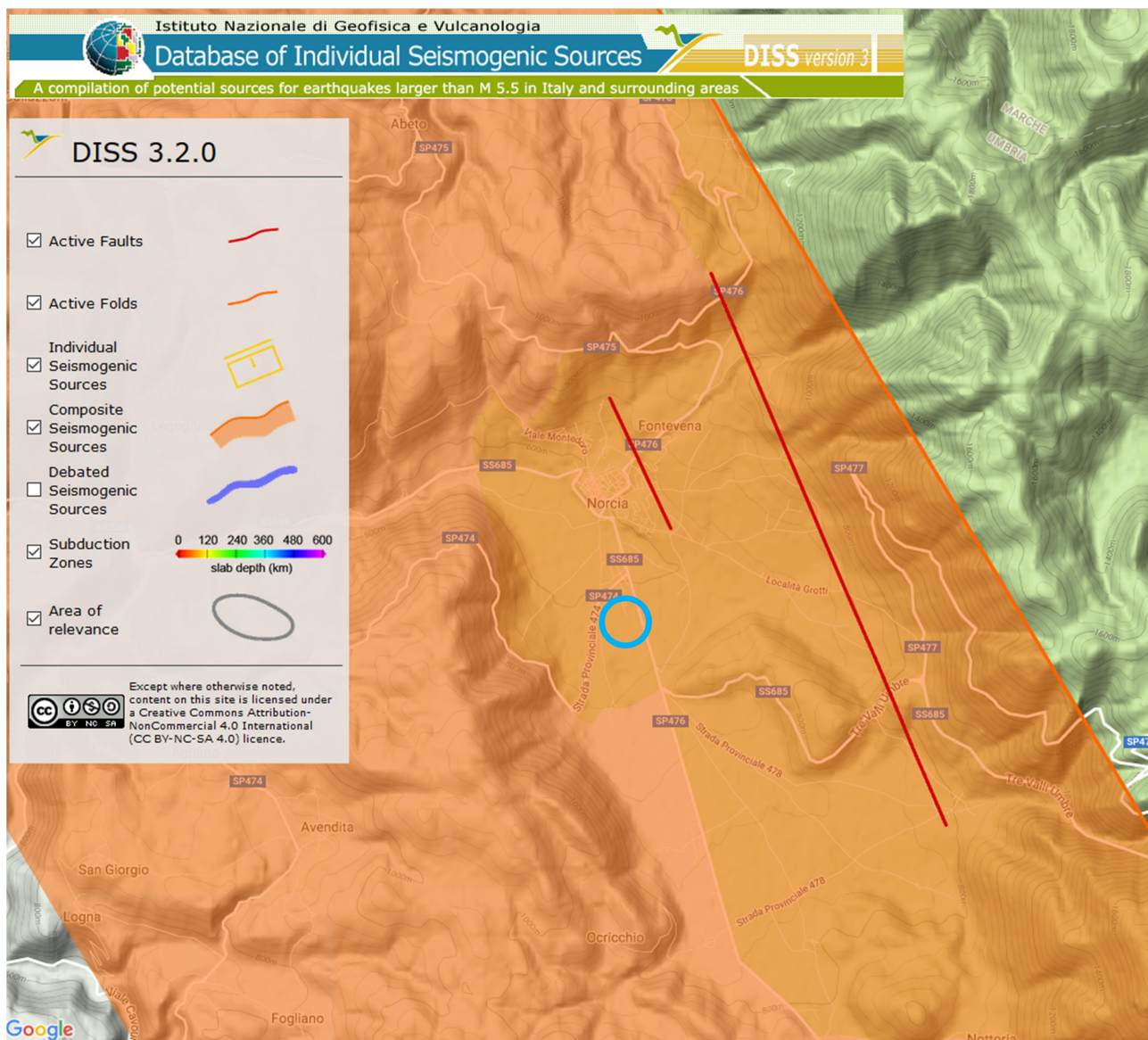
**Fig.12** – Inquadramento sismico comune Norcia

<b>Seismic history of Norcia lat. 42.793. long.</b>					
Total number of earthquakes: 61					
Effects	Earthquake occurred:				
Is	Date/time	Site	ID	Io	Mw
9-10	1328 12 01	NORCIA	13	10	6.38 ±0.41
8	1599 11 06	Valnerina	20	9	5.99 ±0.32
NF	1639 10 07	AMATRICE	39	9-10	5.93 ±0.40
10	1703 01 14	Appennino umbro-reatino	199	11	6.74 ±0.11
8	1703 01 16	Appennino umbro-reatino	22		
8	1719 06 27	Alta Valnerina	16	8	5.53 ±0.31
9	1730 05 12	Valnerina	115	9	5.92 ±0.16
4	1741 04 24	FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13
3-4	1743 01 21	Bagnoregio (VT)	22	7	5.01 ±0.46
F	1785 10 09	Umbria meridionale	33	8-9	5.66 ±0.25
7	1815 09 03	Valnerina	24	8	5.45 ±0.30
4	1838 02 14	Valnerina	25	8	5.32 ±0.48
8-9	1859 08 22	NORCIA	20	8-9	5.53 ±0.32
5-6	1873 03 12	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
6	1878 09 15	Valle del Clitunno	34	8	5.42 ±0.28
8	1879 02 23	Valnerina	15	8	5.57 ±0.37
4-5	1898 06 27	RIETI	186	8	5.49 ±0.12
3-4	1898 09 12	Alta Valnerina	16		
6-7	1903 11 02	Valnerina	33	6	4.89 ±0.26
4	1910 06 29	MUCCIAFORA	58	7	4.86 ±0.33
5	1915 01 13	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
3	1916 05 17	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
5	1916 07 04	MONTI SIBILLINI	23	6-7	5.02 ±0.22
6	1916 11 16	REATINO	40	8	5.53 ±0.22
4	1922 06 08	CALDAROLA	52	6	4.89 ±0.19
5-6	1927 08 16	CASTEL SANT'ANGELO	17	6	4.56 ±0.27
3	1936 12 09	CALDAROLA	32	6-7	4.79 ±0.22
6	1950 09 05	GRAN SASSO	386	8	5.68 ±0.07
F	1951 08 08	Gran Sasso	94	7	5.30 ±0.14
6	1951 09 01	SARNANO	81	7	5.34 ±0.20
6	1964 08 02	PRECI	25	6	5.09 ±0.25
6-7	1971 10 04	NORCIA	43		4.99 ±0.16
6	1974 12 02	Valnerina	28	7-8	4.76 ±0.17
8	1979 09 19	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
4	1980 11 23	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
4-5	1986 10 13	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6	4.65 ±0.09
3	1987 07 03	PORTO SAN GIORGIO	359		5.09 ±0.09
2	1993 06 04	Nocera Umbra	90	5-6	4.50 ±0.13
2	1993 06 05	GUALDO TADINO	326	6	4.74 ±0.09
4-5	1997 09 03	Appennino umbro-marchigiano	171	5-6	4.56 ±0.09
2	1997 09 07	Appennino umbro-marchigiano	57	5-6	4.38 ±0.15
NF	1997 09 09	Appennino umbro-marchigiano	39	5-6	4.07 ±0.18
NF	1997 09 10	Appennino umbro-marchigiano	47	5	4.16 ±0.18
5-6	1997 09 26	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
5-6	1997 09 26	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
5	1997 10 03	Appennino umbro-marchigiano	490		5.25 ±0.09
5-6	1997 10 06	Appennino umbro-marchigiano	437		5.46 ±0.09
6	1997 10 14	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
3-4	1997 10 23	Appennino umbro-marchigiano	56		4.31 ±0.25
5	1997 11 09	Appennino umbro-marchigiano	180	5-6	4.90 ±0.09
4	1998 02 07	Appennino umbro-marchigiano	62	5-6	4.43 ±0.09
2-3	1998 02 16	Appennino umbro-marchigiano	33	5	4.03 ±0.19
4-5	1998 03 21	Appennino umbro-marchigiano	141	6	5.03 ±0.09
4-5	1998 03 26	Appennino umbro-marchigiano	408	6	5.29 ±0.09
4	1998 04 05	Appennino umbro-marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
2	1998 08 15	MONTI REATINI	233	5-6	4.45 ±0.09
4-5	1999 11 29	APPENNINO CENTRALE	62	5-6	4.38 ±0.13
NF	2004 12 09	Zona Teramo	224	5-6	4.18 ±0.09
NF	2005 04 12	Maceratese	137	4-5	4.16 ±0.14
4	2005 12 15	Valle del Topino	361	5-6	4.66 ±0.09
NF	2006 04 10	Maceratese	211	5	4.51 ±0.10

This file has been downloaded from INGV - DBMI11

Tabella terremoti commune di Norcia





**Fig.13** – Faglie attive nel comune di Norcia (da: <http://diss.rm.ingv.it/dissGM/>)

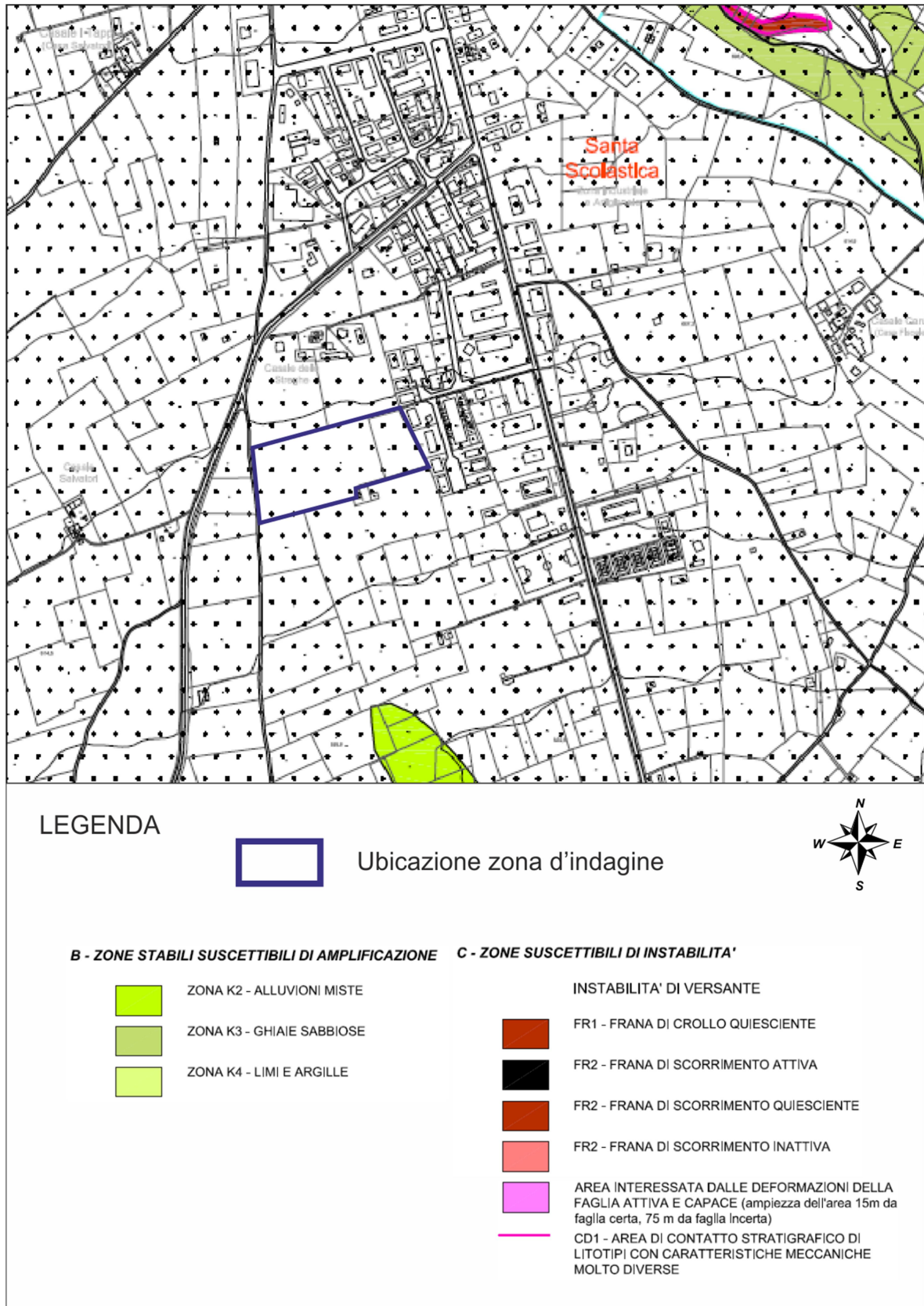


Fig.14 – Stralcio carta microzonazione sismica 1° livello PRG – scala 1:10.000

Al fine di classificare correttamente il sito, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (NTC 2008 e OPCM n. 3274), sono state eseguite due indagini sismiche tipo Masw (Multichannel Analysis of Surface Waves).

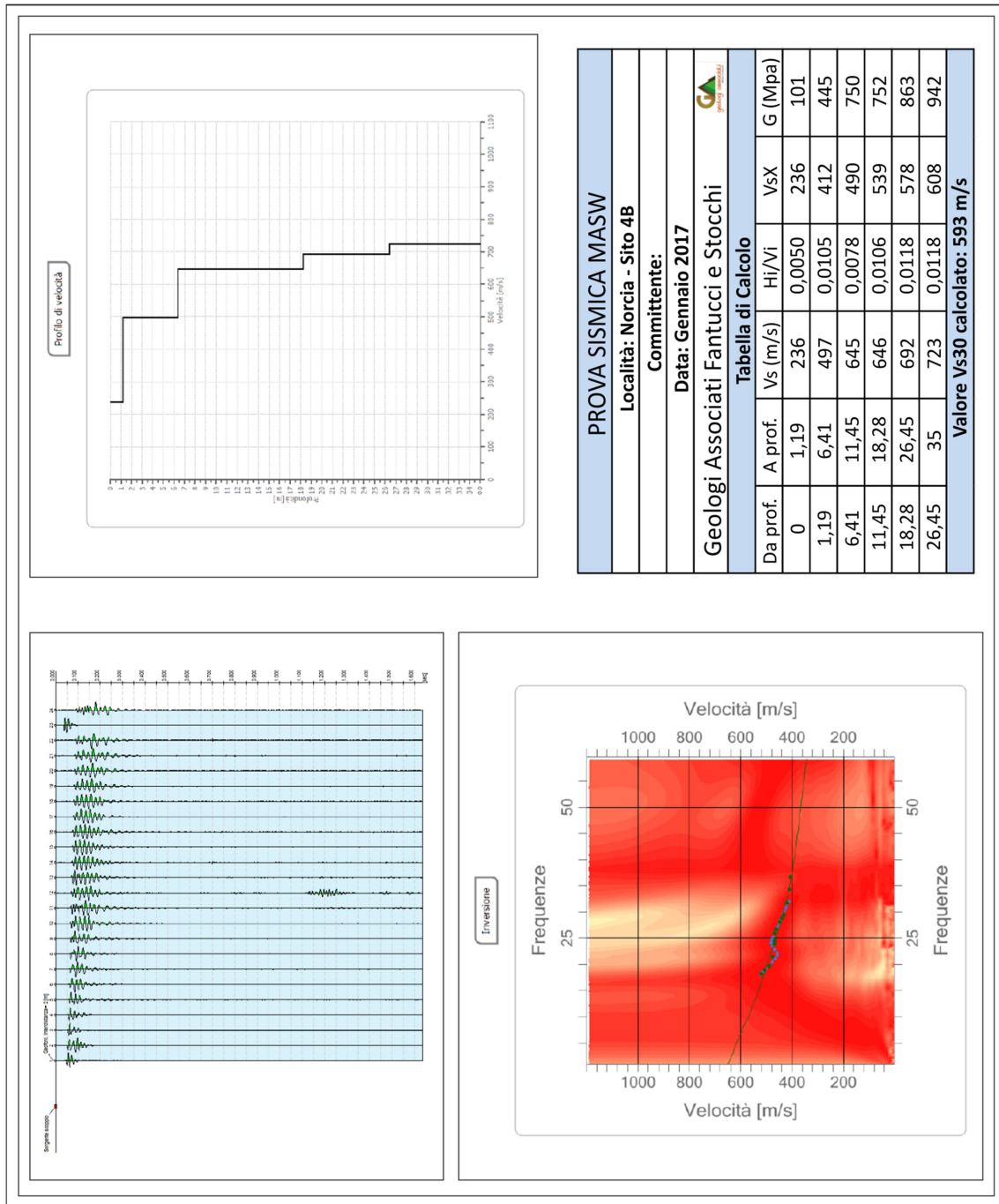
La MASW 1 (fig.15) ha mostrato un valore di  $V_{s30} = 593 \text{ m/s}$ , la Masw 2 (fig.16) un valore di  $V_{s30} = 611 \text{ m/s}$ , pertanto il lotto ha un valore medio di  $V_{s30}=602 \text{ m/s}$  e può essere inserito nella categoria di suolo B.

In funzione delle coordinate geografiche medie del lotto ED50 (Lat N 42,778638° – Long E 13,094777°) sono stati calcolati i parametri sismici  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ ,  $k_h$ ,  $k_v$  ed  $a_{max}$  per i diversi tempi di ritorno  $T_R$  (da 30 a 975 anni); nel calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata un'opera di Classe II, un terreno di fondazione (suolo B), un assetto topografico (categoria T1) ed una vita nominale  $V_n$  pari a 50 anni.

#### TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	Tr (Anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_c^*$ (s)	$C_c$	$T_b$ (s)	$T_c$ (s)	$T_d$ (s)	$S_s$	$S_T$	S
SLO	30	0,079	2,390	0,272	1,427	0,129	0,388	1,914	1,200	1,000	1,200
SLD	50	0,104	2,317	0,279	1,420	0,132	0,396	2,014	1,200	1,000	1,200
SLV	475	0,256	2,372	0,336	1,368	0,153	0,460	2,624	1,157	1,000	1,157
SLC	975	0,329	2,404	0,355	1,354	0,160	0,480	2,915	1,084	1,000	1,084

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,017	0,030	0,092	0,110
kv	0,008	0,015	0,046	0,055
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,924	1,218	2,903	3,492
Beta	0,180	0,240	0,310	0,310



**PROVA SISMICA MASW**

**Località: Norcia - Sito 4B**

**Committente:**

**Data: Gennaio 2017**

**Geologi Associati Fantucci e Stocchi**

**Tabella di Calcolo**

Da prof.	A prof.	Vs (m/s)	Hi/Vi	VsX	G (Mpa)
0	1,19	236	0,0050	236	101
1,19	6,41	497	0,0105	412	445
6,41	11,45	645	0,0078	490	750
11,45	18,28	646	0,0106	539	752
18,28	26,45	692	0,0118	578	863
26,45	35	723	0,0118	608	942

**Valore Vs30 calcolato: 593 m/s**

Fig.15 – MASW 1

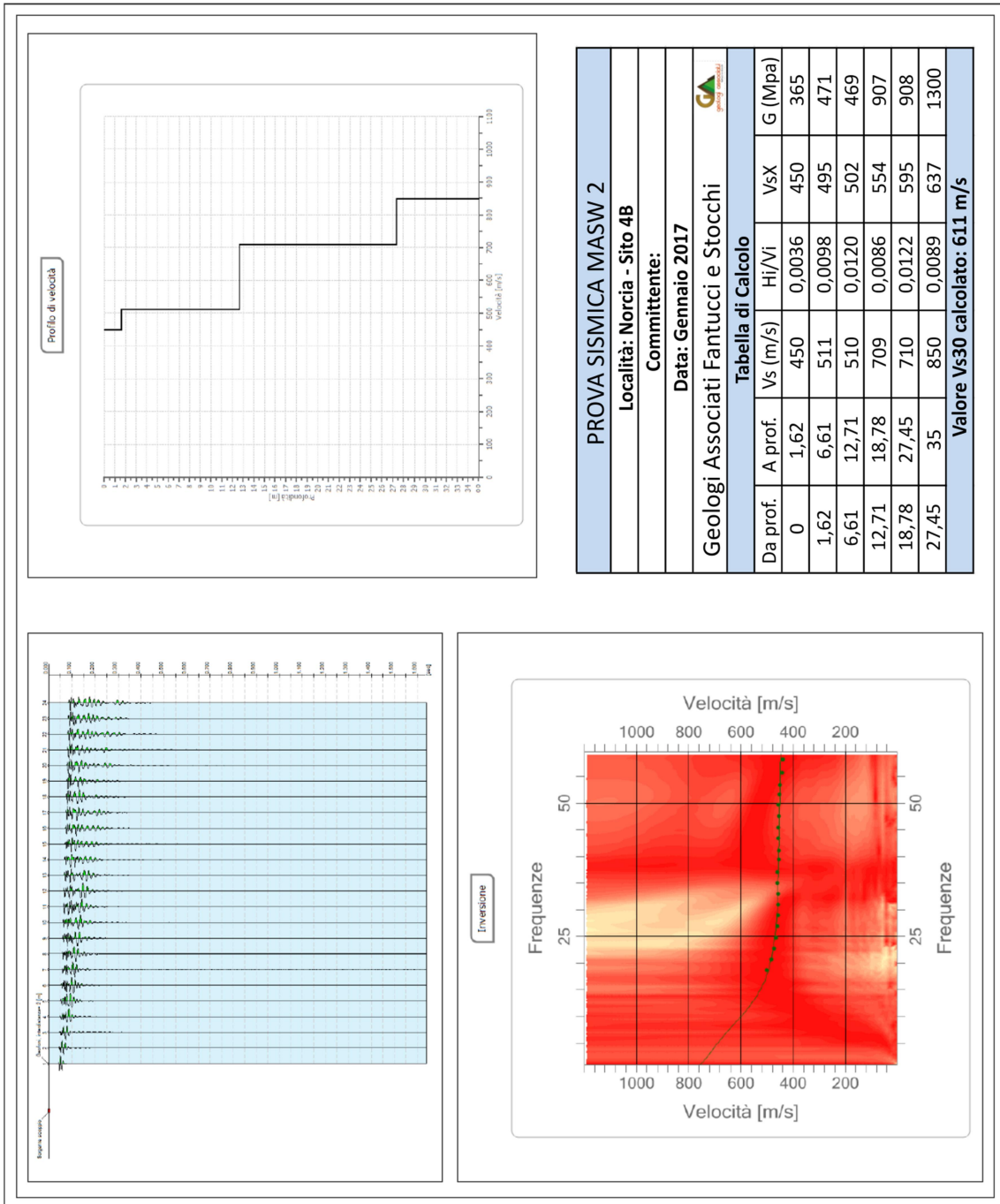


Fig.16 – MASW 2

## **10) Note conclusive e bibliografia**

Da quanto sopra esposto si possono quindi riassumere schematicamente le seguenti note conclusive:

- Il lotto 4B è localizzato in un'area sub pianeggiante, con una pendenza del 2,7 % in direzione settentrionale, priva di segni di dissesto geomorfologico franoso ed al riparo da rischi di esondazione; il terreno è classificabile in categoria topografia T1.
- Nel lotto affiorano le alluvioni terrazzate, contraddistinte da una coltre di varie decine di metri di conglomerati debolmente sabbiosi, con uno strato superficiale pedogenizzato, inferiore ai due metri, con grado di addensamento da medio ad elevato, idoneo al progetto S.A.E.; si segnalano nella fascia orientale del lotto degli accumuli di riporti.
- La falda freatica è stimata ad una profondità superiore ai 10 metri dal p.c. e non va ad interferire con le opere in progetto;
- Dal punto di vista sismico, il sito non ricade in aree soggette a fenomeni di amplificazione, come indicato nella cartografia della MS1 di Norcia, le Masw hanno classificato il suolo in categoria B, con un valore medio delle  **$V_{s30} = 602 \text{ m/s}$** .
- Si raccomanda la regimazione delle acque meteoriche ed il loro convogliamento a valle della zona S.A.E., al fine di evitare fenomeni di allagamento e/o erosione.
- Il sito risulta quindi idoneo alle opere in progetto, senza particolari prescrizioni ad esclusione della messa in opera di un efficace sistema di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche superficiali.

## Bibliografia

- Blumetti A.M., Dramis F., Michetti A.M.(1993): Fault-generated mountain fronts in the central Apennines (Central Italy): geomorphological features and seismotectonic implications. *Earth Surface Proc. And Land. 18, 203-223.*
- Calamita F., Coltorti M., Deiana G., Dramis F., Pambianchi G. (1982): Neotecnocnic evolution and geomorphology of the Cascia and Norcia Depressions (Umbria- Marche Appennine), *Geog. Fis. Dinam. Quat. 5,263-276.*
- Calamita F., Pizzi A., Roscioni M. (1992): I fasci di faglie recenti ed attive di M. Vettore-M. Bove e di M. Castello-M.Cardosa (Appennino Umbro-Marchigiano). *Studi Geol. Camerti, vol. speciale, 28, 81-95.*
- Carta Geologica d'Italia F°132 Norcia
- Guida Geologica Regionale – Appennino Umbro-Marchigiano (1994). *Soc. Geol. Italiana.*
- Regione Umbria – Servizio Geologico: Relazione geologica-geofisica sulle indagini effettuate e sulle caratteristiche sismiche per le aree individuate per il posizionamento delle strutture abitative di emergenza (SAE) a Norcia a seguito del terremoto del 24/08/2016 ( Settembre 2016)
- Regione Umbria – Comune Norcia – Cartografie tematiche geologiche PRG (Maggio 2016)
- Prove Geotecniche In Situ di A. Bruschi

**Dott. Geol. Rosanna Fantucci**



**Dott. Geol. Vittorio Stocchi**



## **ALLEGATI INDAGINI IN SITU**



## STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 50      Pagina 1/1

Riferimento: Norcia (PG)	Sondaggio: S1
Località: Lotto: 4B	Quota: 614,5 m slm
Impresa esecutrice: Geologi Associati Fantucci e Stocchi	Data: Dicembre 2016
Coordinate:	Redattore:
Perforazione:	

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1	Suolo ghiaioso sabbioso avana									
				2	Conglomerato con ciottoli calcarei biancastri (prevalentemente maiolica) di diametro compreso tra 1-2 cm fino a 10 cm debolmente sabbioso avana								1,8	
				3										
				4										
				5										
				6										
				7										
				8										
				9										
				10									10,0	

Falda assente



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)

C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:

Località: Norcia - Sito 4B

Data: 03/01/2017

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

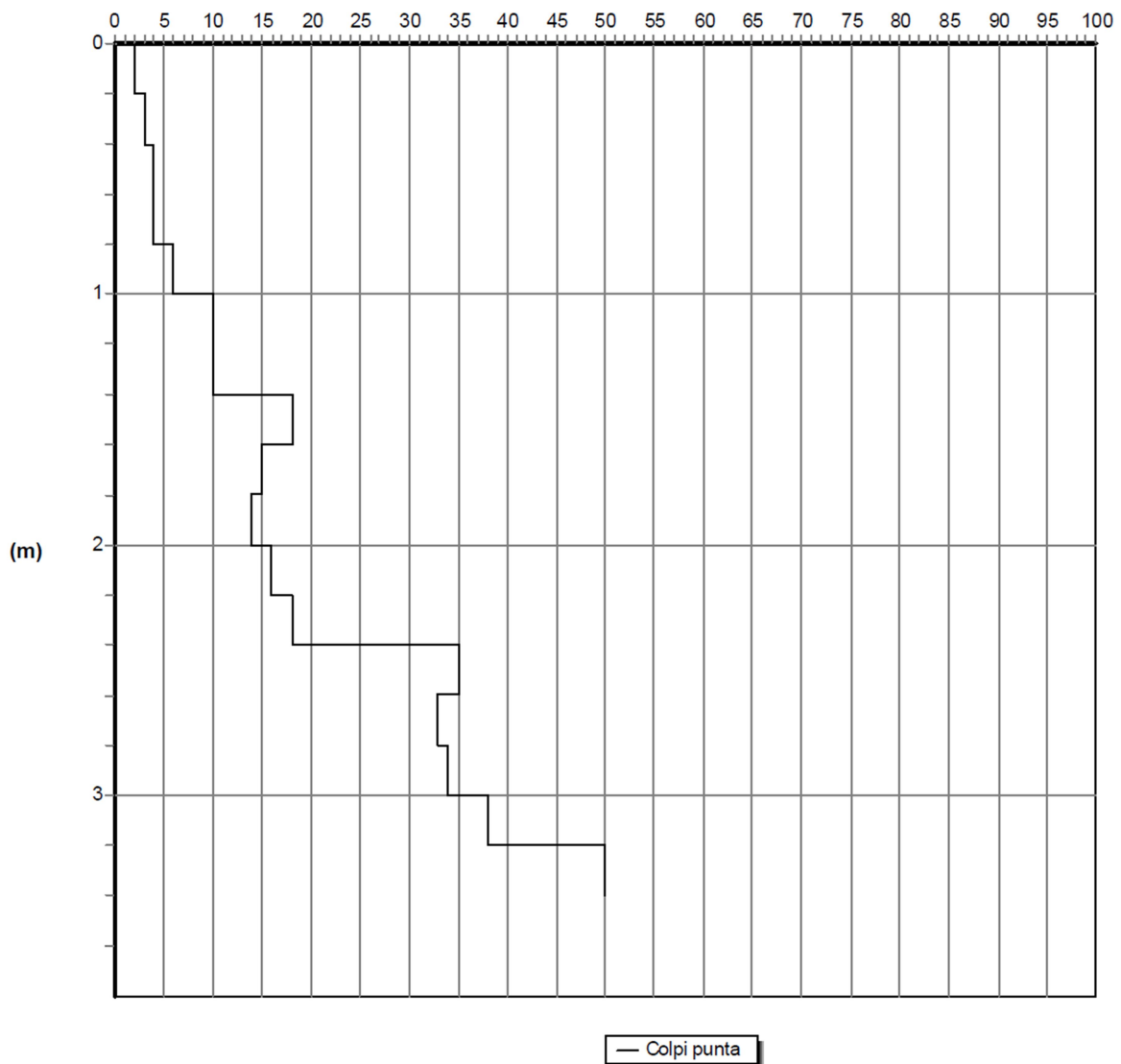
Note:

Quota(m): 614,0

Sigla: \P1

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): 0,0

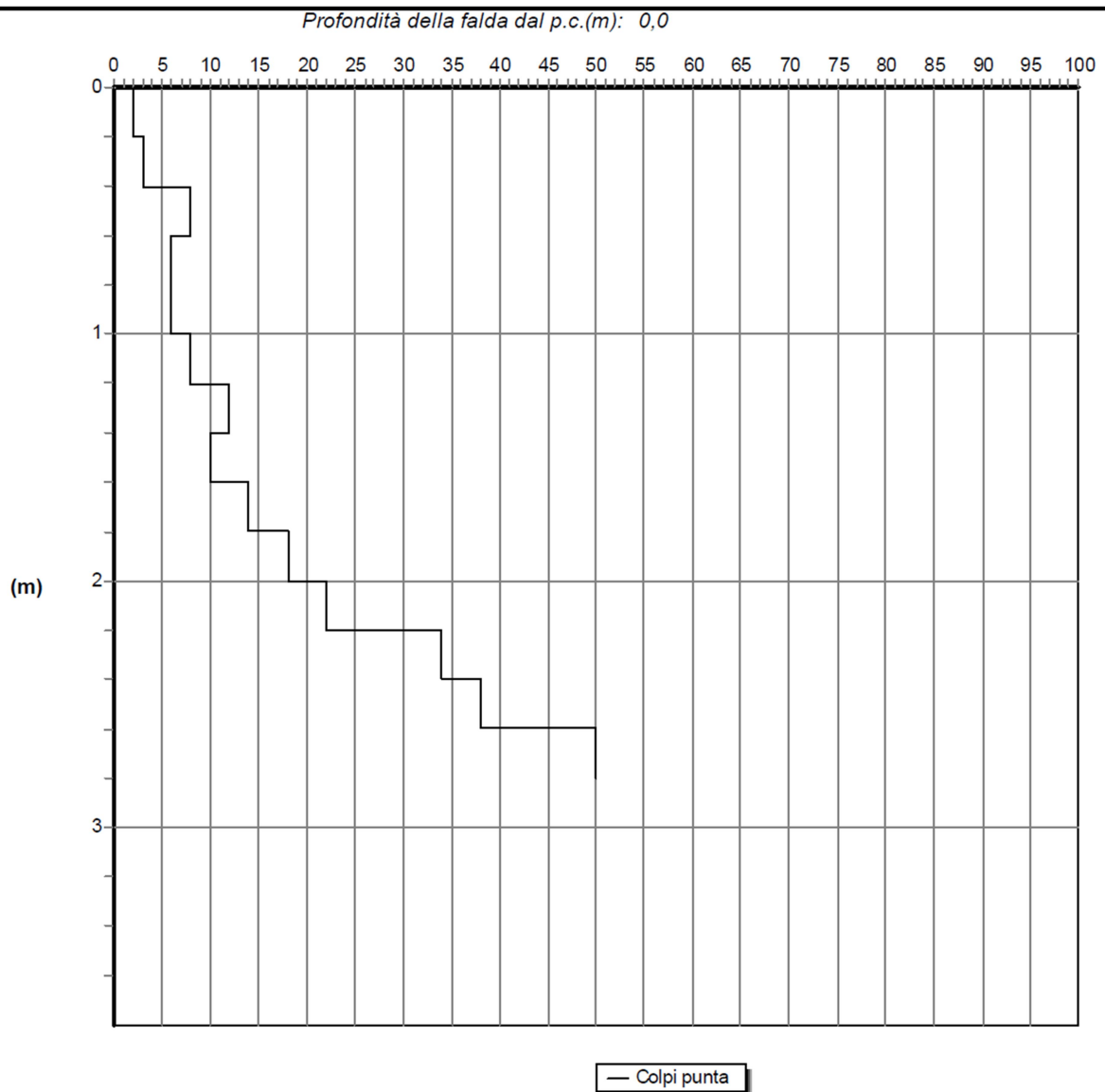




Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:  
Località: Norcia - Sito 4B  
Data: 03/01/2017      Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA  
Note:  
Quota(m): 612,8      Sigla: \P2

### Grafico della prova



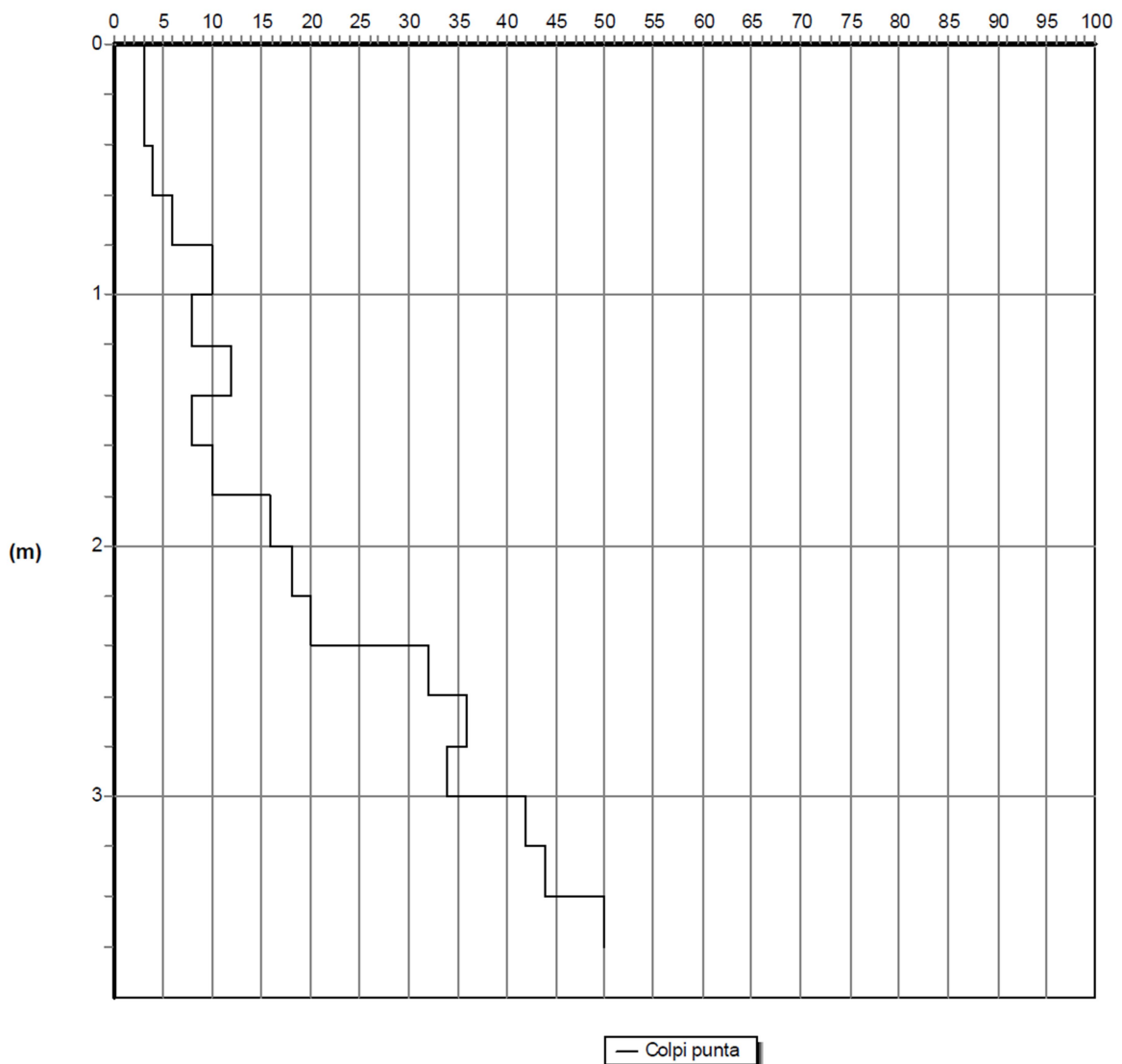


Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:  
Località: Norcia - Sito 4B  
Data: 03/01/2017      Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA  
Note:  
Quota(m): 612,0      Sigla: \P3

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



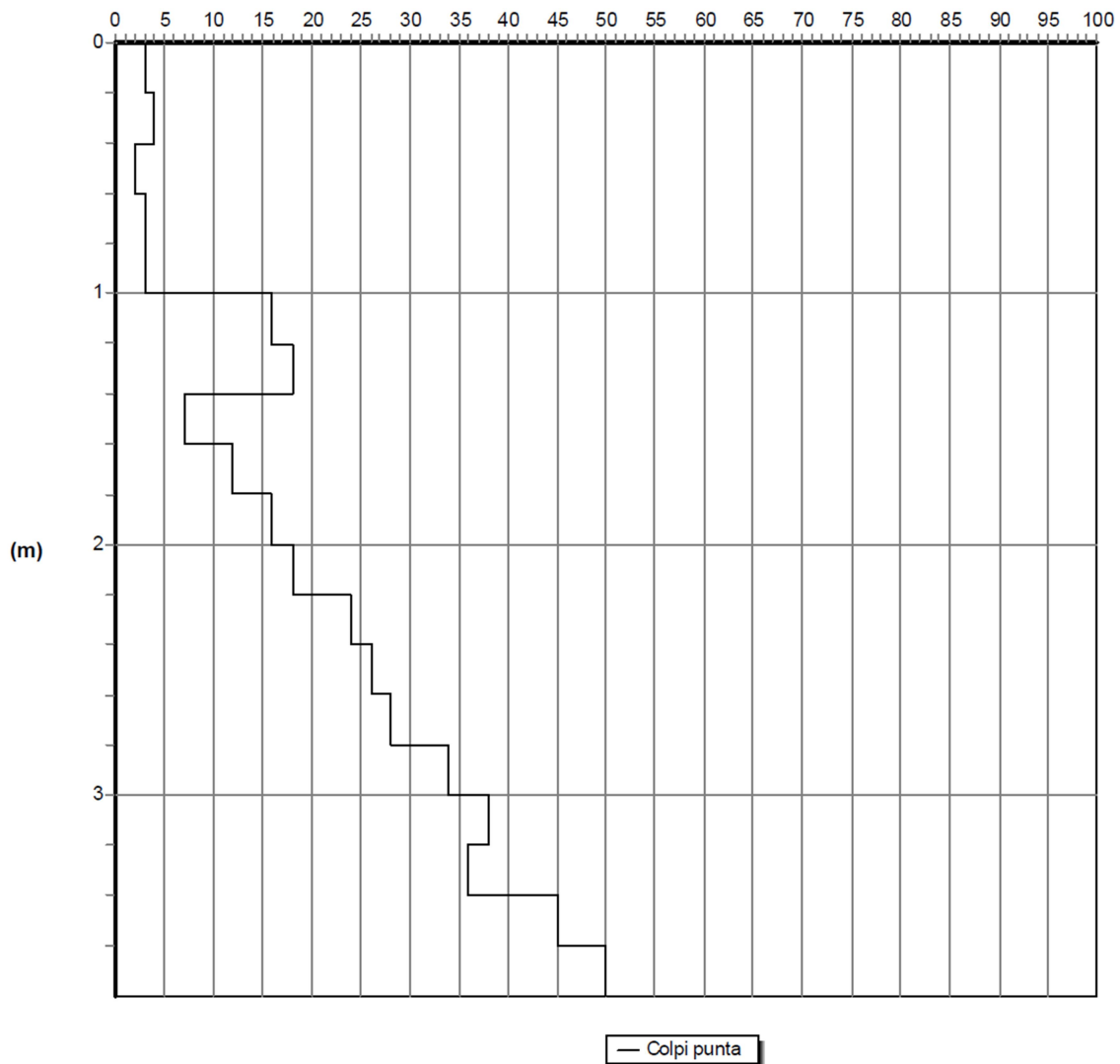


Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:  
Località: Norcia - Sito 4B  
Data: 03/01/2017      Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA  
Note:  
Quota(m): 614,0      Sigla: \P4

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)

C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:

Località: Norcia - Sito 4B

Data: 03/01/2017

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 614,0

Sigla: \P1

### Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	2		3	
0,4	3		4	
0,6	4		6	
0,8	4		6	
1	6		9	
1,2	10		15	
1,4	10		15	
1,6	18		26	
1,8	15		22	
2	14		21	
2,2	16		24	
2,4	18		26	
2,6	35		51	
2,8	33		49	
3	34		50	
3,2	38		56	
3,4	50		74	



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)

C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:

Località: Norcia - Sito 4B

Data: 03/01/2017

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 612,8

Sigla: \P2

### Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	2		3	
0,4	3		4	
0,6	8		12	
0,8	6		9	
1	6		9	
1,2	8		12	
1,4	12		18	
1,6	10		15	
1,8	14		21	
2	18		26	
2,2	22		32	
2,4	34		50	
2,6	38		56	
2,8	50		74	



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)

C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:

Località: Norcia - Sito 4B

Data: 03/01/2017

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 612,0

Sigla: \P3

### Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	3		4	
0,4	3		4	
0,6	4		6	
0,8	6		9	
1	10		15	
1,2	8		12	
1,4	12		18	
1,6	8		12	
1,8	10		15	
2	16		24	
2,2	18		26	
2,4	20		29	
2,6	32		47	
2,8	36		53	
3	34		50	
3,2	42		62	
3,4	44		65	
3,6	50		74	





Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:

Località: Norcia - Sito 4B

Data: 03/01/2017

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 614,0

Sigla: \P4

### Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,2	3		4	
0,4	4		6	
0,6	2		3	
0,8	3		4	
1	3		4	
1,2	16		24	
1,4	18		26	
1,6	7		10	
1,8	12		18	
2	16		24	
2,2	18		26	
2,4	24		35	
2,6	26		38	
2,8	28		41	
3	34		50	
3,2	38		56	
3,4	36		53	
3,6	45		66	
3,8	50		74	



Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:  
Località: Norcia - Sito 4B  
Data: 03/01/2017      Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA  
Note:  
Quota(m): 614,0      Sigla: \P1

### Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Mod. edom. incoerenti (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Mod.edom. coesivi (kg/cmq)	Densità relativa (%)	Modulo di Young (kg/cmq)	Mod.dinamico di taglio incoerenti (kg/cmq)	Mod.dinamico di taglio coesivi (kg/cmq)	Rapporto di sovra consolidazione
1,4	Schmertmann - ghiaia	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa			Skempton 1986	Schmertmann Ghiaia	Crespellani e Vannucchi		
2,4	Schmertmann - ghiaia	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa			Skempton 1986	Schmertmann Ghiaia	Crespellani e Vannucchi		
3,4	Schmertmann - ghiaia	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa			Skempton 1986	Schmertmann Ghiaia	Crespellani e Vannucchi		



Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:  
Località: Norcia - Sito 4B  
Data: 03/01/2017      Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA  
Note:  
Quota(m): 614,0      Sigla: \P1

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Mod.edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Mod. dinamico di taglio (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
1,4	5	Suolo ghiaia sabbioso	120	0,12	42	1,85	48	100	97				212	0,13
2,4	22	Ghiaia debil. sabbiosa addens.	188	0,38	44	1,9	79	440	298				525	0,35
3,4	48	Ghiaia addensata	234	0,71	45	1,95	85	960	606				846	0,55

Profondità della falda (m): non rilevata



Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:  
Località: Norcia - Sito 4B  
Data: 03/01/2017      Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA  
Note:  
Quota(m): 612,8      Sigla: \P2

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Mod.edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Mod. dinamico di taglio (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
1,6	7	Suolo ghiaia sabbioso	130	0,16	42	1,85	55	140	121				261	0,15
2,2	20	Ghiaia con sabbia addens.	139	0,35	44	1,9	75	400	275				495	0,35
2,8	46	Ghiaia addensata	169	0,72	45	1,95	85	920	583				824	0,47

Profondità della falda (m): non rilevata



Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:

Località: Norcia - Sito 4B

Data: 03/01/2017      Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 612,0      Sigla: IP3

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Mod.edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Mod. dinamico di taglio (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
1,8	8	Suolo sabbio ghiaioso	136	0,17	43	1,85	57	160	133				283	0,17
2,4	24	Ghiaia debol. sabbiosa addensata	195	0,4	44	1,9	80	480	322				554	0,39
3,6	51	Ghiaia addensata	238	0,75	45	1,95	85	1020	642				878	0,56

Profondità della falda (m): non rilevata



Geologi Associati Fantucci e Stocchi  
Via Vasiano snc - 01037 Ronciglione (VT)  
C.so Cavour 73 - 01027 Montefiascone 0761/625484

Committente:

Località: Norcia - Sito 4B

Data: 03/01/2017      Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 614,0      Sigla: IP4

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Mod.edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Mod. dinamico di taglio (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
1,8	6	Suolo ghiaio sabbioso	97	0,13	42	1,85	50	120	109				237	0,17
2,6	24	Ghiaia deb. sabbiosa addens.	147	0,4	44	1,9	79	480	322				554	0,41
3,8	48	Ghiaia addensata	179	0,68	45	1,95	85	960	606				846	0,6

Profondità della falda (m): non rilevata