

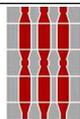


PRESIDENZA DEL
CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO
PROTEZIONE CIVILE



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
AREA INDUSTRIALE 'A'- LOTTI 1 - 2

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:



Viale Regina Margherita, 37
00198 ROMA
www.euleroeng.com
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:

dicembre 2016

Rev.:

00

DIRETTORE DEI LAVORI:

R.P. ACCORDO QUADRO :

Arch. ALESSANDRO FAMILIARI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Arch. FILIPPO BATTONI

DIRETTORE ESECUZIONE CONTRATTO

Geom. PAOLO MANCINELLI

Regione Umbria - Comune di Norcia (PG)



Relazione Geologica

Lotto: Norcia – IV lotto Zona Industriale



Progetto esecutivo per S.A.E. (Soluzioni Abitative d'Emergenza)



Timbro e firma

Redatto: *Dr. Geol. Vittorio Stocchi* *Dr. Geol. Rosanna Fantucci*



Dott. Geol. Vittorio Stocchi



Data: 19/12/16

Geologi Associati Fantucci e Stocchi – Ronciglione (VT) – Via Vasiano snc – PEC: geologiassociati@epap.sicurezza postale.it
Tel-fax: 0761 – 625484; Cell: 339 - 7040030; email: v.stocchi@alice.it; web: www.geologiassociati.com – p.iva 01889080568

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) Planimetria con ubicazione delle indagini su pianta di progetto</i>	<i>Pag. 8</i>
<i>4) Carta di inquadramento geologico e geomorfologico</i>	<i>Pag. 14</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.23</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. 26</i>
<i>7) Valutazione del coefficiente di sottofondo K_r per il dimensionamento delle opere di fondazione su terreno elastico alla Winkler</i>	<i>Pag. 30</i>
<i>8) Profili litologici-stratigrafici con correlazioni tra i diversi punti sondati e localizzazione delle falde idriche</i>	<i>Pag. 31</i>
<i>9) Valutazione della tipologia di terreno ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo le NTC 2008</i>	<i>Pag. 32</i>
<i>10) Note conclusive e bibliografia</i>	<i>Pag. 40</i>
<i>Relazione di 41 pagine + allegati per totale di pag. 54</i>	

1) Premesse e localizzazione del sito

Nel mese di Dicembre 2016 è stato eseguito uno studio su un sito ubicato in prossimità 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 IV – Zona Industriale” è ubicato circa 400 metri a sud del centro storico di Norcia, tra la S.P. 476 ad est e la strada comunale Ocrichio ad ovest.

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).

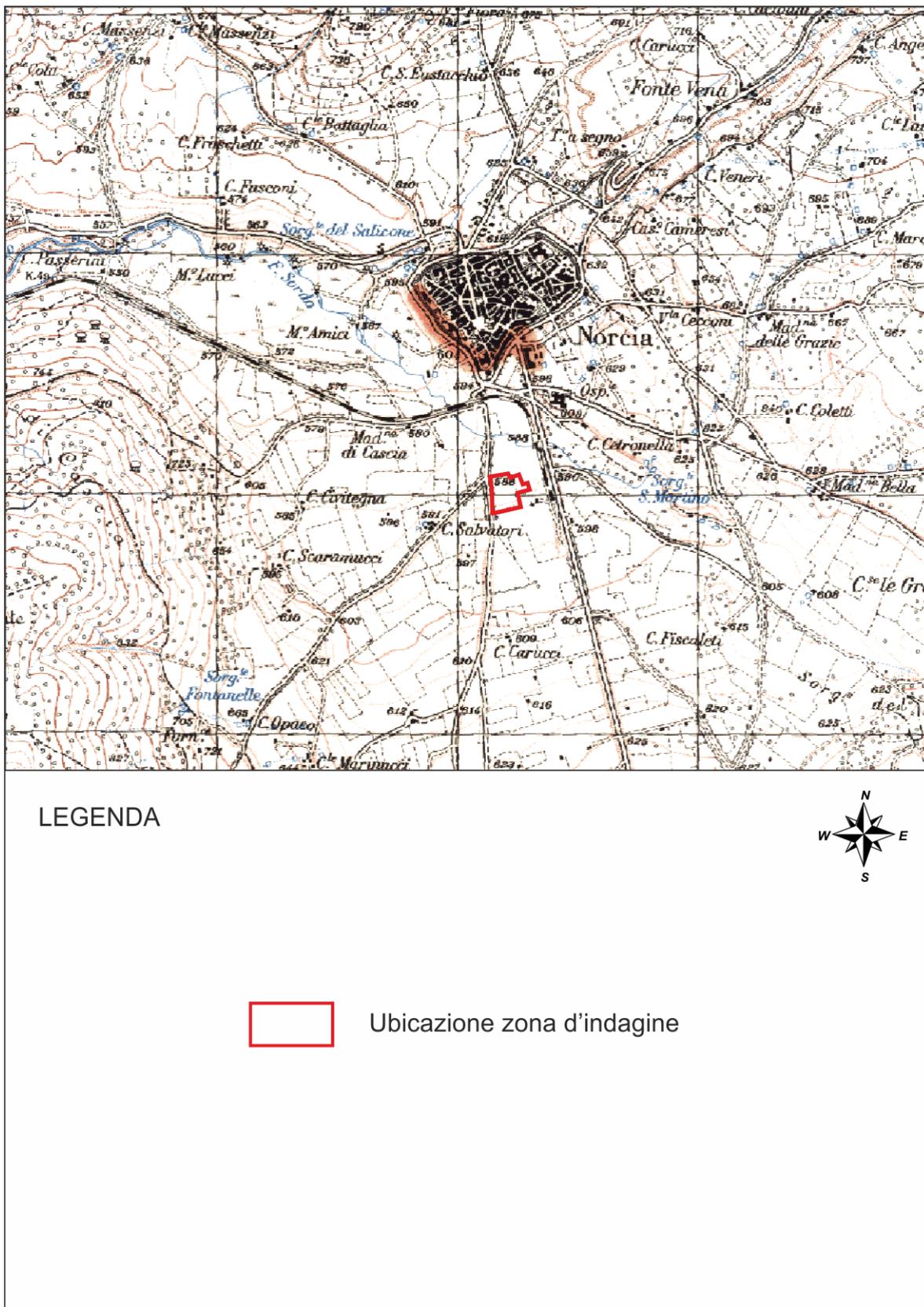


Fig.1 – IGM F° 132 III NE Norcia – scala 1:25.000

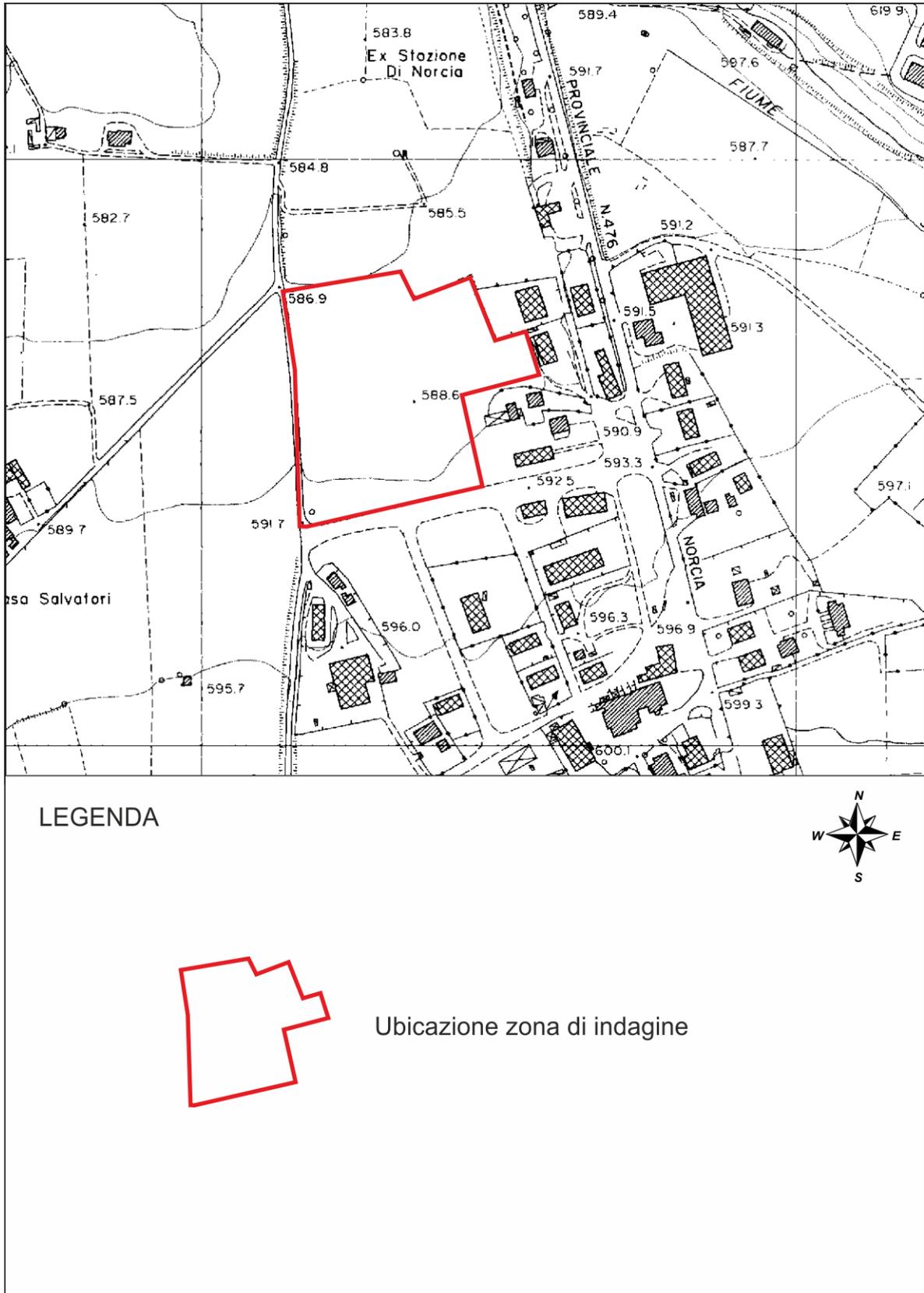


Fig.2 – CTR F° 337024 Norcia – scala 1:5.000



Fig.3 – Ortofoto con ubicazione (da:googleearth) 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) Planimetria con ubicazione delle indagini su pianta di progetto

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°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (foto 3-6), per la ricostruzione litostratigrafica del sito, approfonditi 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

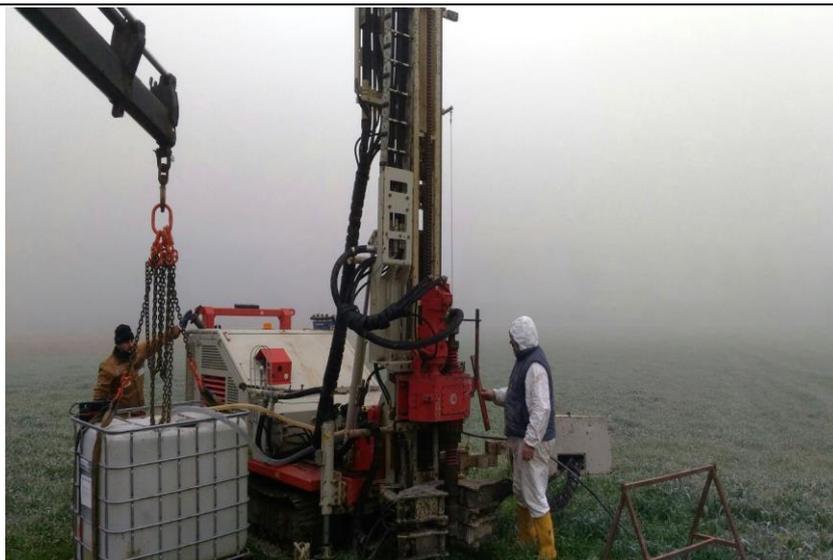


Foto 3 - 4 – Sondaggi geognostici S1 ed S2



Foto 5 - 6 – Cassette sondaggio S1 (0-10 m)

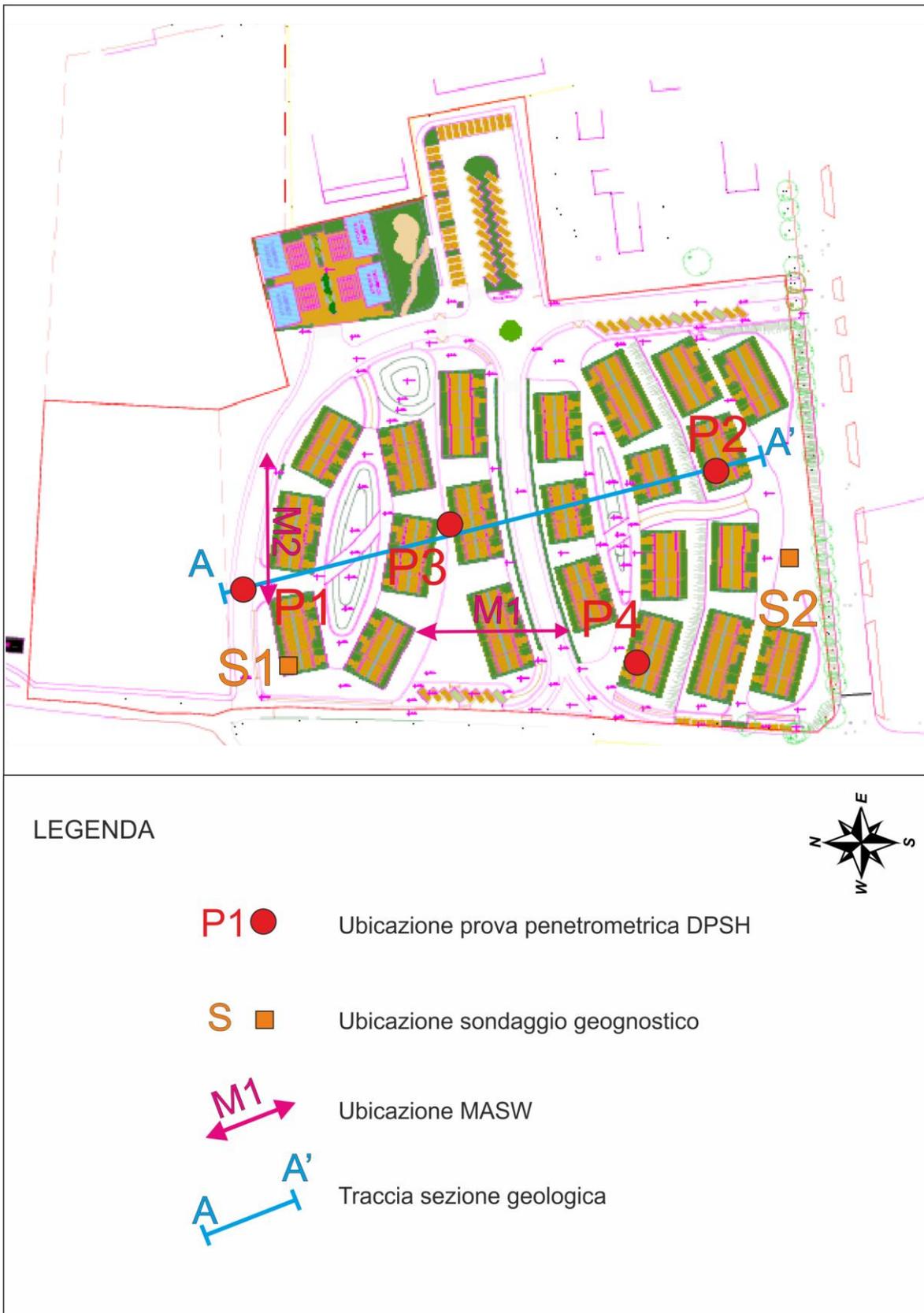


Fig.4 – Pianta progetto con ubicazione indagini – scala 1:2.000

4) Carta di inquadramento geologico e geomorfologico

4.1 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico la zona in esame ricade nell'ampio Appennino Umbro Marchigiano (A.U.M.) ed in particolare nella depressione tettonica di Norcia.

L'A.U.M. 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)

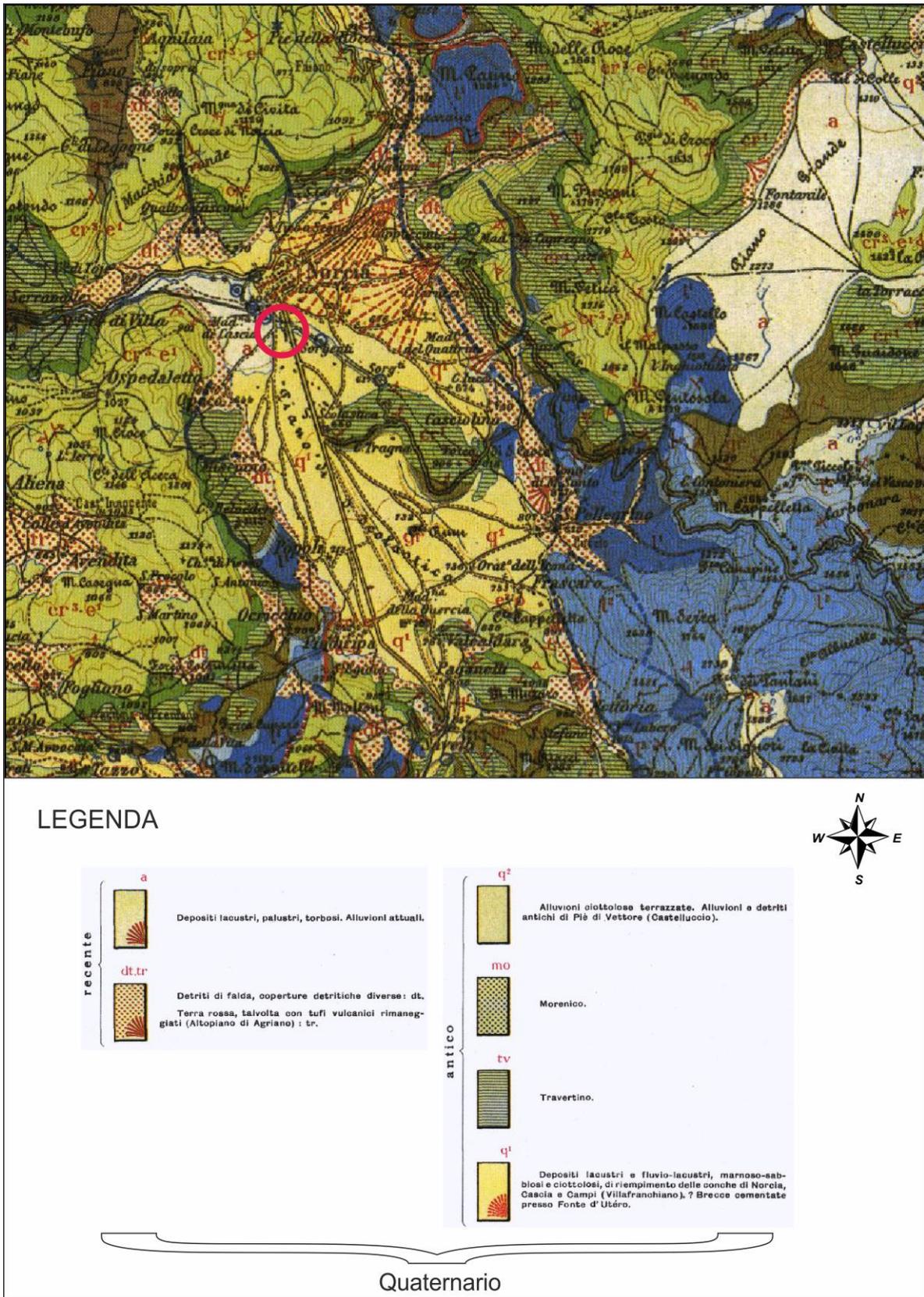


Fig.6 Stralcio carta geologica d'Italia F° 132 Norcia - scala 1:50.000

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 esaminata stimata da studi pregressi, prevalentemente geofisici (DPC-S4 Project 2007-2009), in circa 215 metri nel sito d'indagine (fig. 7a-7b).



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

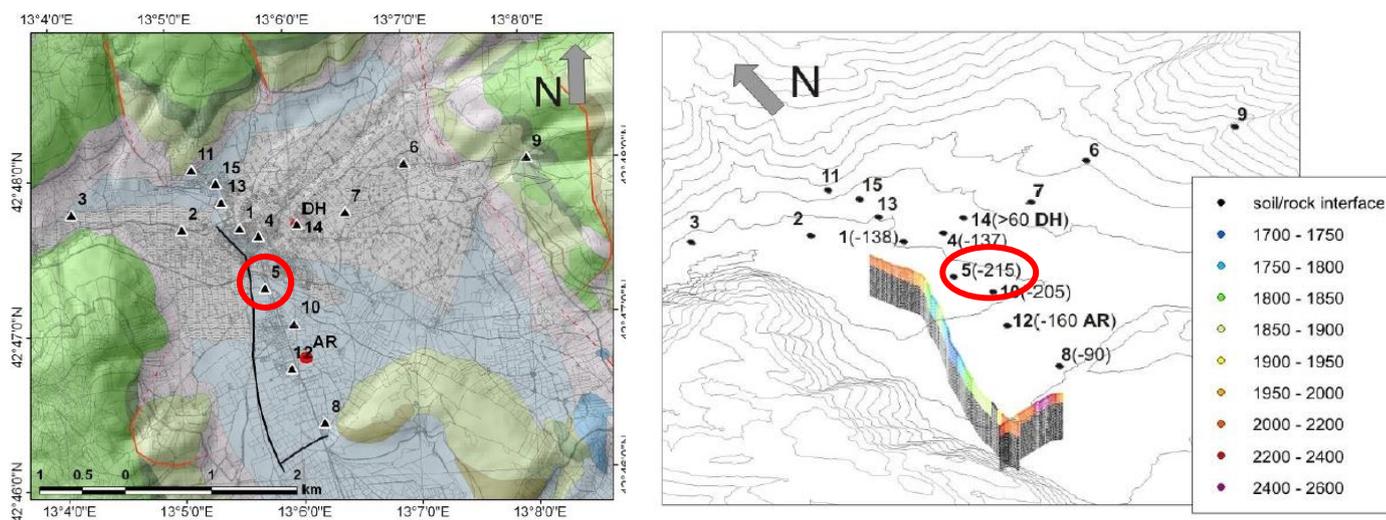


Fig. 7a - 7b – Indagini geofisiche (7a) (DPC-S4) e spessore copertura alluvionale su bedrock (7b)

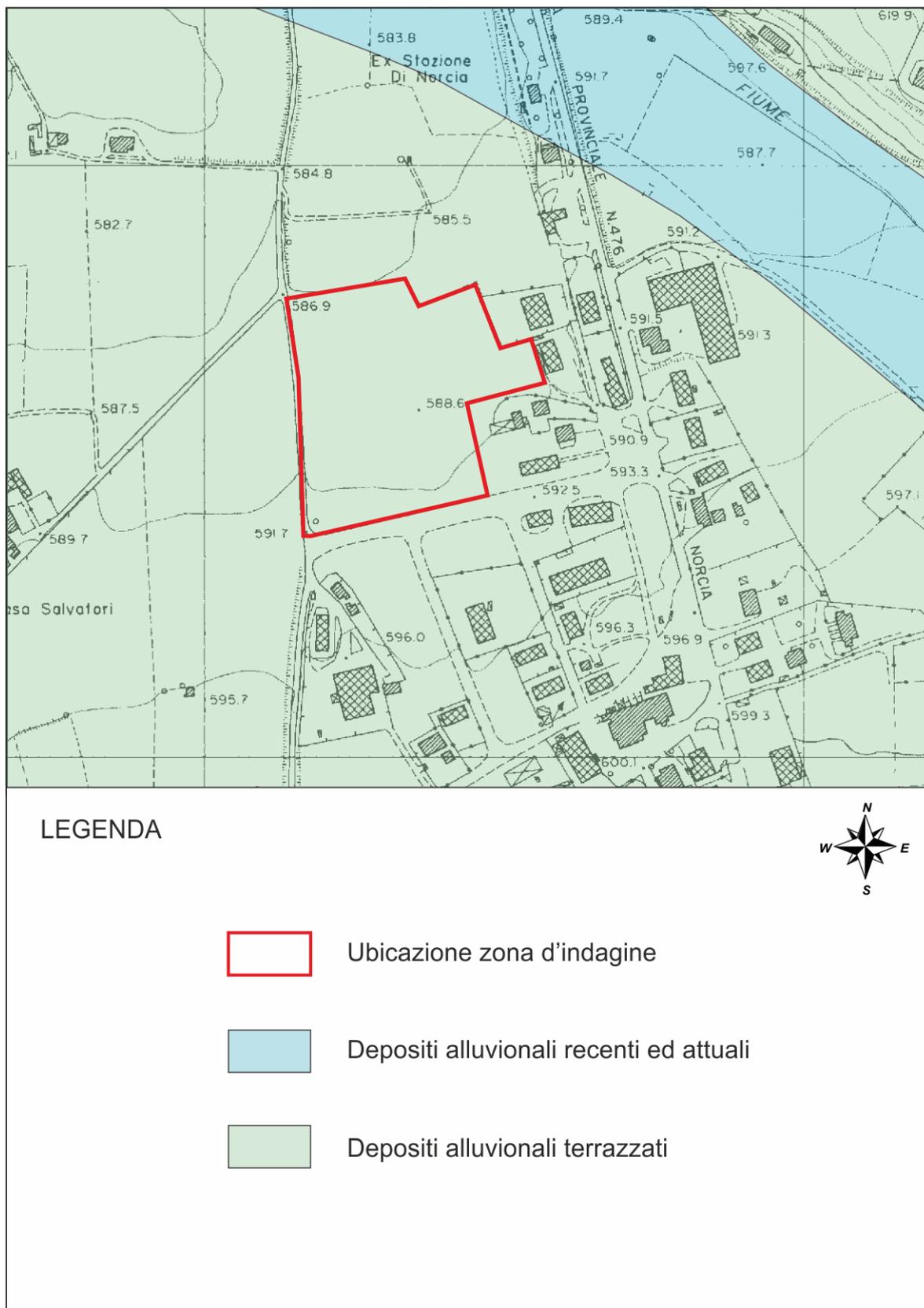


Fig.8 Carta geologica di dettaglio - scala 1:5.000

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 i 592 m (lato sud) ed i 587 m (lato nord), con una pendenza del 2,5 % (circa 1,5°), classificabile in categoria topografica T1.

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	S _t
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

A nord del lotto si segnala la presenza di un impluvio, allungato all'incirca in direzione E – W che costituiva un ramo del fiume Sordo che attraversava la S.P. 476, per proseguire in direzione est.

L'asse dell'impluvio è localizzato ad una distanza di circa 100 -130 m a nord del lotto, ad una quota intorno ai 583 m s.l.m.

Da testimonianze raccolte in sito, l'area adiacente al lato settentrionale del lotto è soggetta ad allagamenti, specie dopo l'ultimo evento sismico del 30/10/2106 che potrebbe aver riattivato il deflusso idrico in questa zona.

Dal punto di vista morfologico, il lotto sembra avere una distanza ed una differenza di quota con l'impluvio (ex alveo fiume Sordo), tali da essere considerato al riparo da eventuali fenomeni di esondazione.

Essendo l'area sub pianeggiante, 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 di alcun genere, come indicato nella cartografia PAI del Bacino del Tevere (fig.9) ed in quella del progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) (fig.10).

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

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

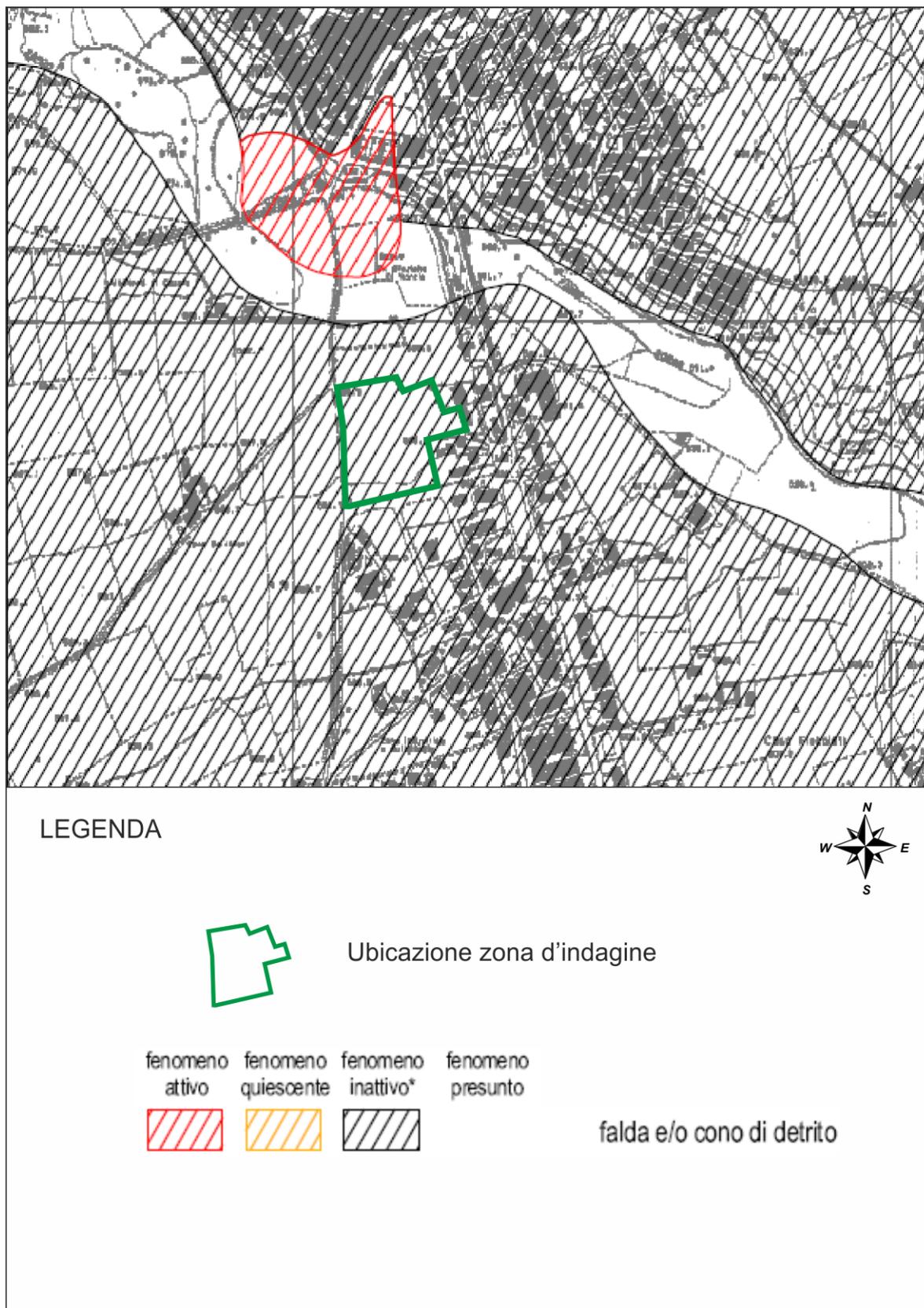


Fig.9 Stralcio PAI Bacino del Tevere – F° 186 sud - scala 1:10.000

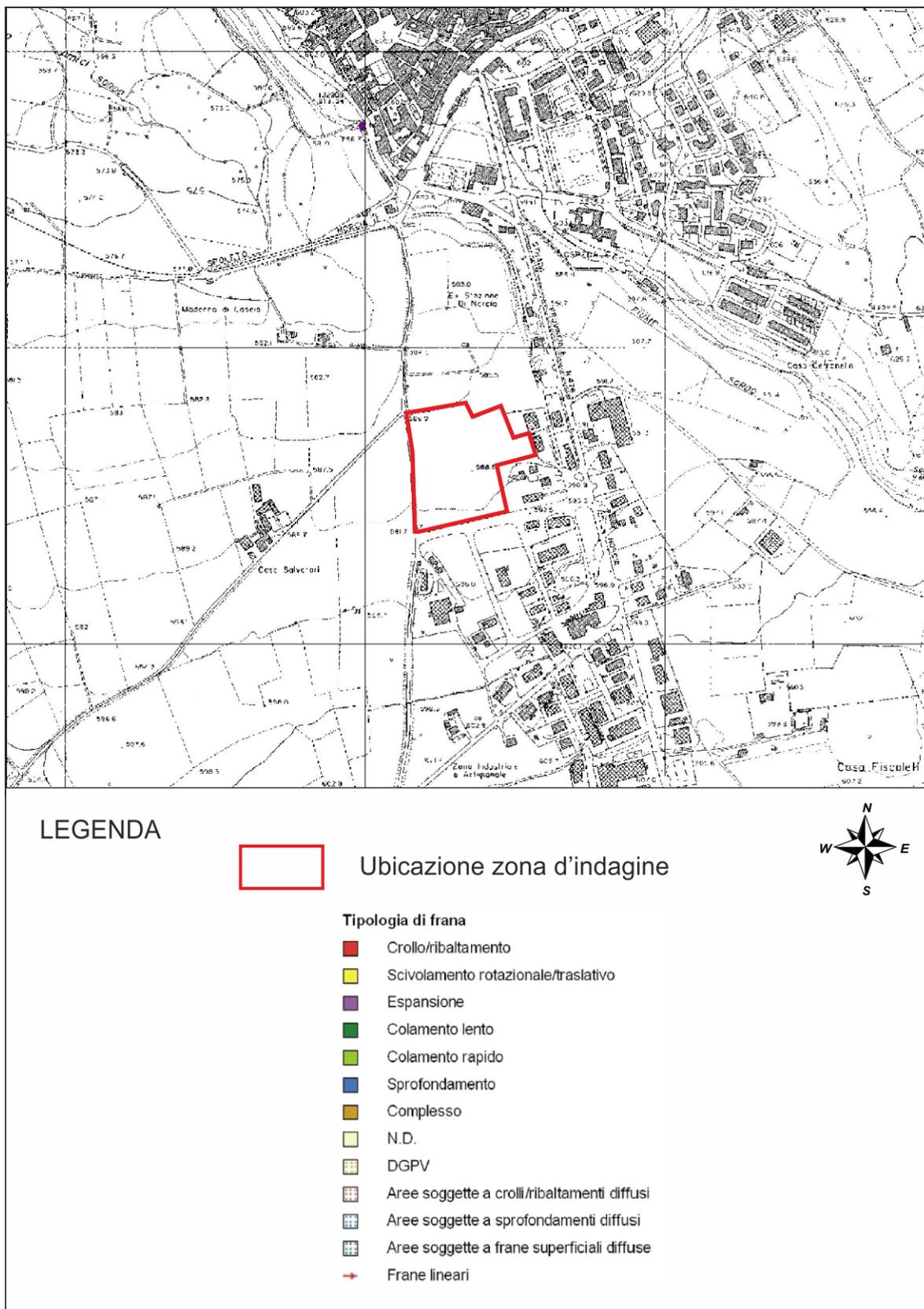


Fig.10 Stralcio cartografia IFFI - scala 1:10.000

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 nel range $10^{-2} < k < 10$ m/s (vedi tabella allegata).

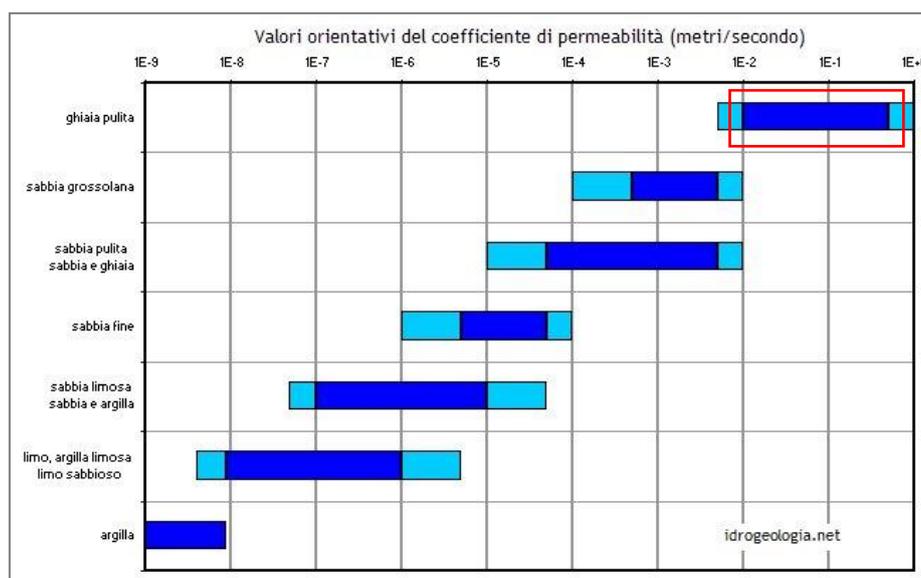


Tabella coefficiente di permeabilità k (da: www.idrogeologia.net)

Al fine di ricostruire una carta idrogeologica di dettaglio è stata esaminata la cartografia disponibile del PRG, gentilmente fornita dal comune di Norcia, dalla quale sono stati estratti i dati dei pozzi prossimi al sito, integrati dai risultati delle indagini geognostiche in sito.

L'impluvio a nord del lotto, costituisce una zona più depressa della falda idrica, con isopieze intorno ai 576 m s.l.m., verso il quale drenano le acque sotterranee, in modo conforme al deflusso idrico superficiale.

In particolare, nel lotto investigato la falda freatica si attesta ad una quota intorno ai 582 m s.l.m., corrispondente ad una profondità media di 4-5 m dal piano di campagna, con direzione di flusso verso nord (fig. 11).

Si segnala, circa 500 metri ad est del lotto, la presenza delle "sorgenti di San Martino", segnalate nella corografia IGM (fig.1), che nascono ai piedi dei conoidi detritiche dei torrenti di Capregna e Scirca, alla quota di circa 609 m s.l.m., con una portata inferiore ad 1 l/s e temperatura costante di circa 10-11°C.

La quota del livello statico dell'acquifero freatico è soggetta ad oscillazioni stagionali ipotizzate in pochi metri; si consiglia quindi di non eseguire sbancamenti importanti sul lotto al fine di mantenere un franco di almeno 3 metri dalla falda acquifera stessa.

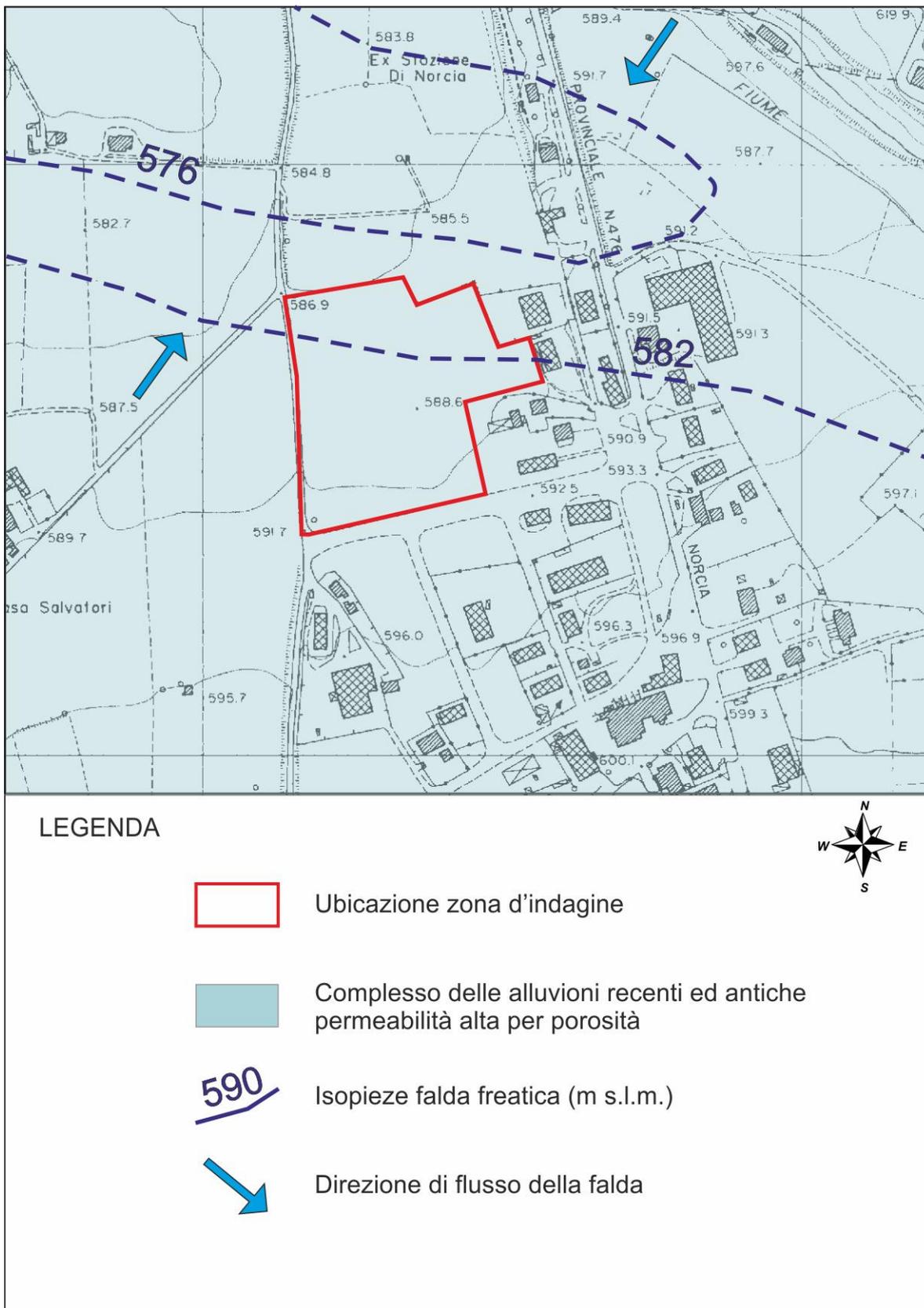


Fig.11 Carta idrogeologica dettaglio - scala 1:5.000

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 e due sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti 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 ϕ 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 ϕ 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:

φ_k	= valore caratteristico dell'angolo di resistenza al taglio;
φ_m	= valore medio dell'angolo di resistenza al taglio;
n	= numero di misure;
S_φ, 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 **due 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, da sciolto a poco addensato.

Lo spessore medio del Livello A è di circa 3 m come rilevato sia nelle prove DPSH sia nei sondaggi geognostici, con un minimo di 2,2 m ed un massimo di 3,2 m.

Il **Livello B** su cui hanno rifiutato tutte e quattro le prove DPSH, rinvenuto in entrambe i sondaggi fino a 10 m di profondità è costituito da un conglomerato debolmente sabbioso, molto addensato.

Si segnala nel livello B la presenza della falda acquifera freatica a circa 4-5 m dal p.c.

Lo spessore di questo livello B sembra raggiungere la decina di metri (fino a circa 13 m dal p.c.) per poi passare ad un terreno ancora più addensato, dalle indagini sismiche Masw; la potenza complessiva della coltre detritica della piana di Norcia supera localmente i duecento 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.

LIVELLO A – Suolo ghiaioso sabbioso poco addensato	
Profondità dal p.c. (m)	0 m
Spessore medio	2,7 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_{\kappa} = 41^{\circ}$
Coesione drenata	$c'_{\kappa} = 0 \text{ kg/cm}^2$
Peso di volume naturale *	$\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 39 \%$
Modulo Young	$E = 224 \text{ kg/cm}^2$
Modulo edometrico	$E_d = 88 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di taglio #	$G = 80 \text{ Mpa}$
N_{SPT} equivalente medio	$N_{SPT} = 4$
Velocità onde S #	$V_s = 230 \text{ m/s}$
Modulo reazione verticale terreno Winkler	$K = 10-20 *$
# da Masw * da bibliografia	

LIVELLO B – Ghiaia debolm. sabbiosa addensata	
Profondità media dal p.c. (m)	2,7 m
Spessore minimo stimato *#	10 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_{\kappa} = 45^{\circ}$
Coesione drenata*	$c'_{\kappa} = 0 \text{ kg/cm}^2$
Peso di volume naturale *	$\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 85 \%$
Modulo Young	$E = 540 \text{ kg/cm}^2$
Modulo edometrico	$E_d = 574 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di taglio #	$G = 250 \text{ Mpa}$
N_{SPT} equivalente	$N_{SPT} = 44$
Velocità onde S #	$V_s = 230-380 \text{ m/s}$
Modulo reazione verticale terreno Winkler	$K = 20-30 *$
# 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 poco addensate, si è stimato un coefficiente $10 < K_r < 20 \text{ Kg/cm}^3$.

MODULO DI REAZIONE “VERTICALE” DEL TERRENO [WINKLER]	
<i>NATURA DEL TERRENO</i>	<i>K (Kg/cm³)</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, è stata rappresentata schematicamente nella seguente sezione geologica A-A' che attraversa il lotto da nord a sud, che evidenzia una buona uniformità litologica (fig. 12).

Si segnala alla quota assoluta di circa 582 m s.l.m. la presenza della falda freatica, rilevata sia nei sondaggi geognostici, sia nella prova DPSH P1, corrispondente ad una profondità variabile da un massimo di ...m sul lato sud ad un minimo di circa ...m sul lato nord.

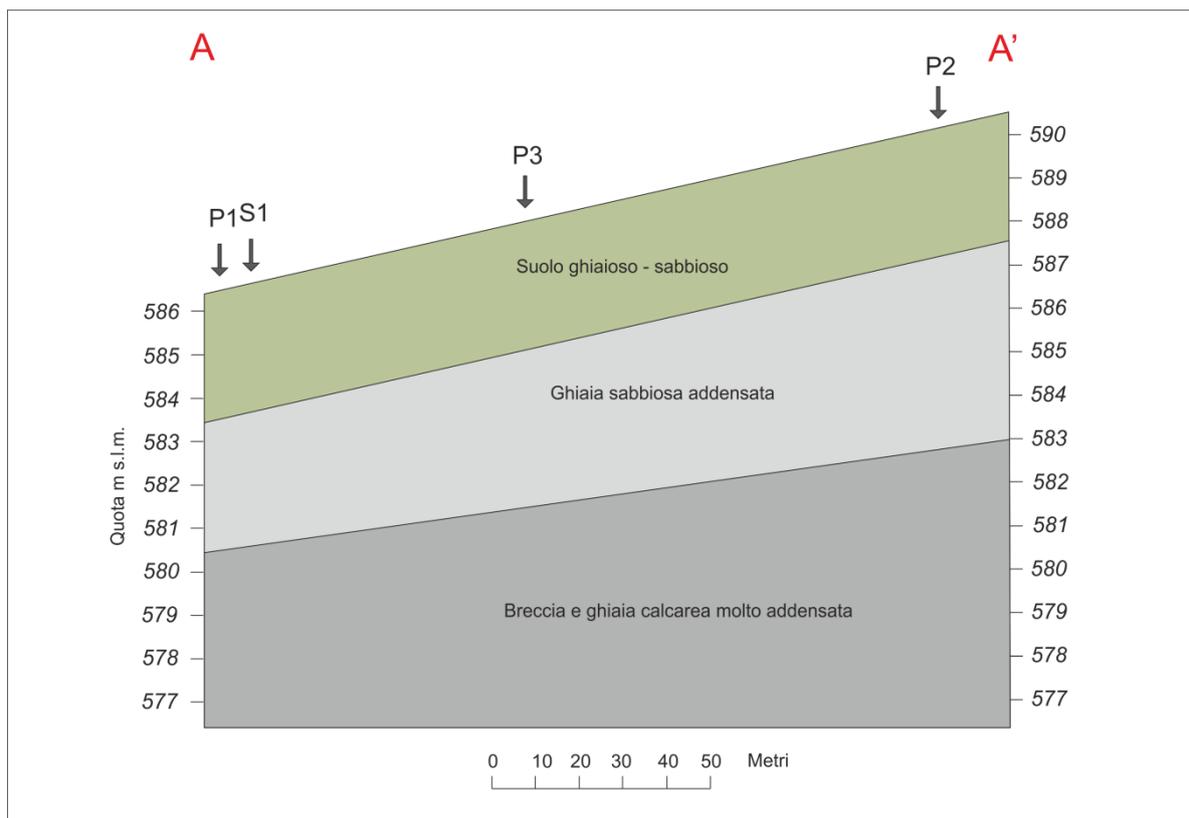


Fig.11 – Sezione Geologica

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, interessata da numerosi terremoti, 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_o) 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, come indicato anche nella carta di dettaglio della microzonazione sismica 1° livello del PRG, dove si nota la sua suddivisione in due rami paralleli orientati in direzione appenninica, NW-SE (fig. 14).

Da quanto riportato in quest'ultima cartografia, il lotto d'interesse non ricade in nessuna area soggetta a particolari amplificazioni sismiche, anche se è prossimo ai segmenti di faglia sopra citati.

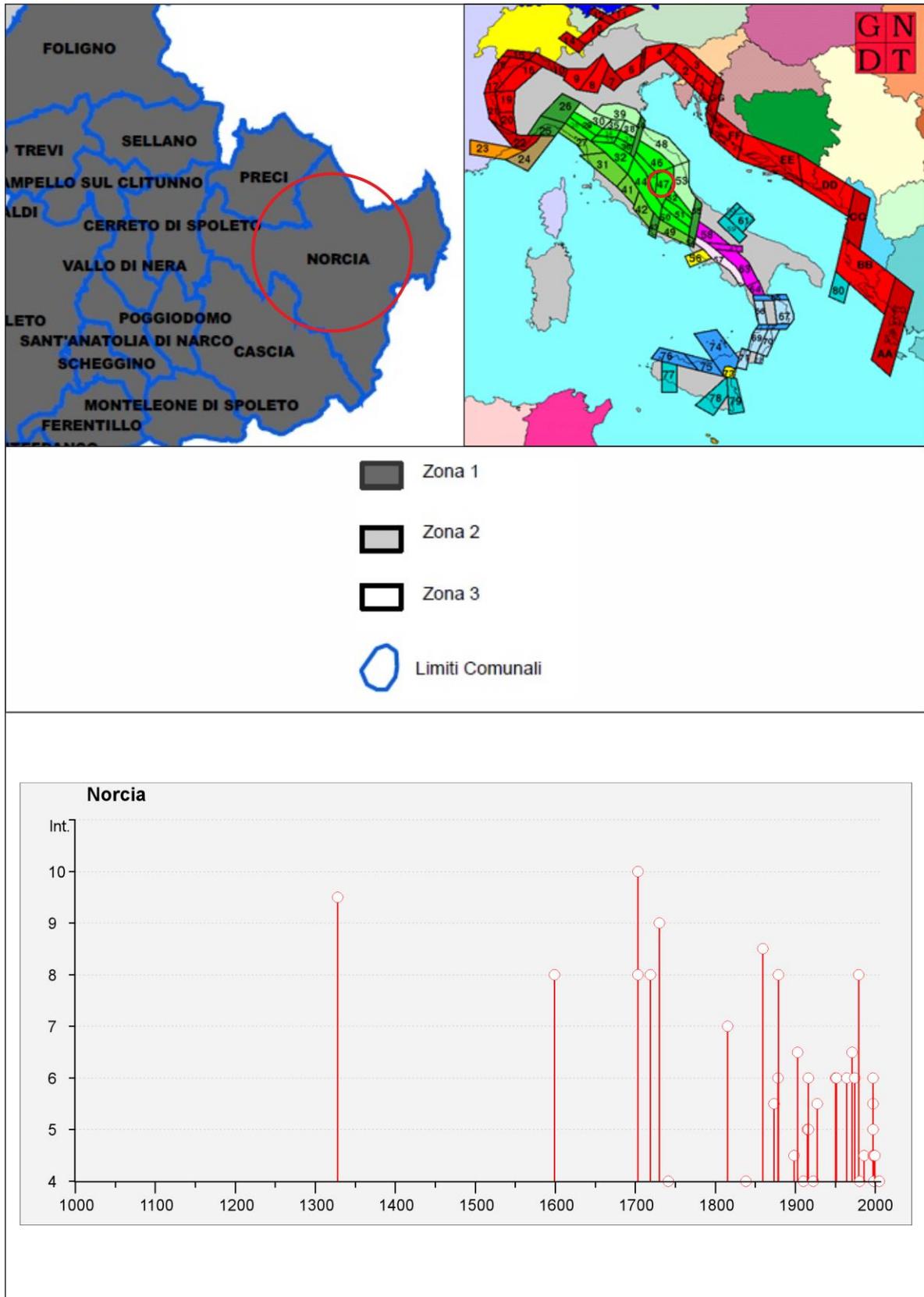


Fig.12 – Inquadramento sismico comune Norcia

Seismic history of Norcia lat. 42.793. long.					
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	Baconoregio (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	RIFTI	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 SANTANGELO	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	Iroinia-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

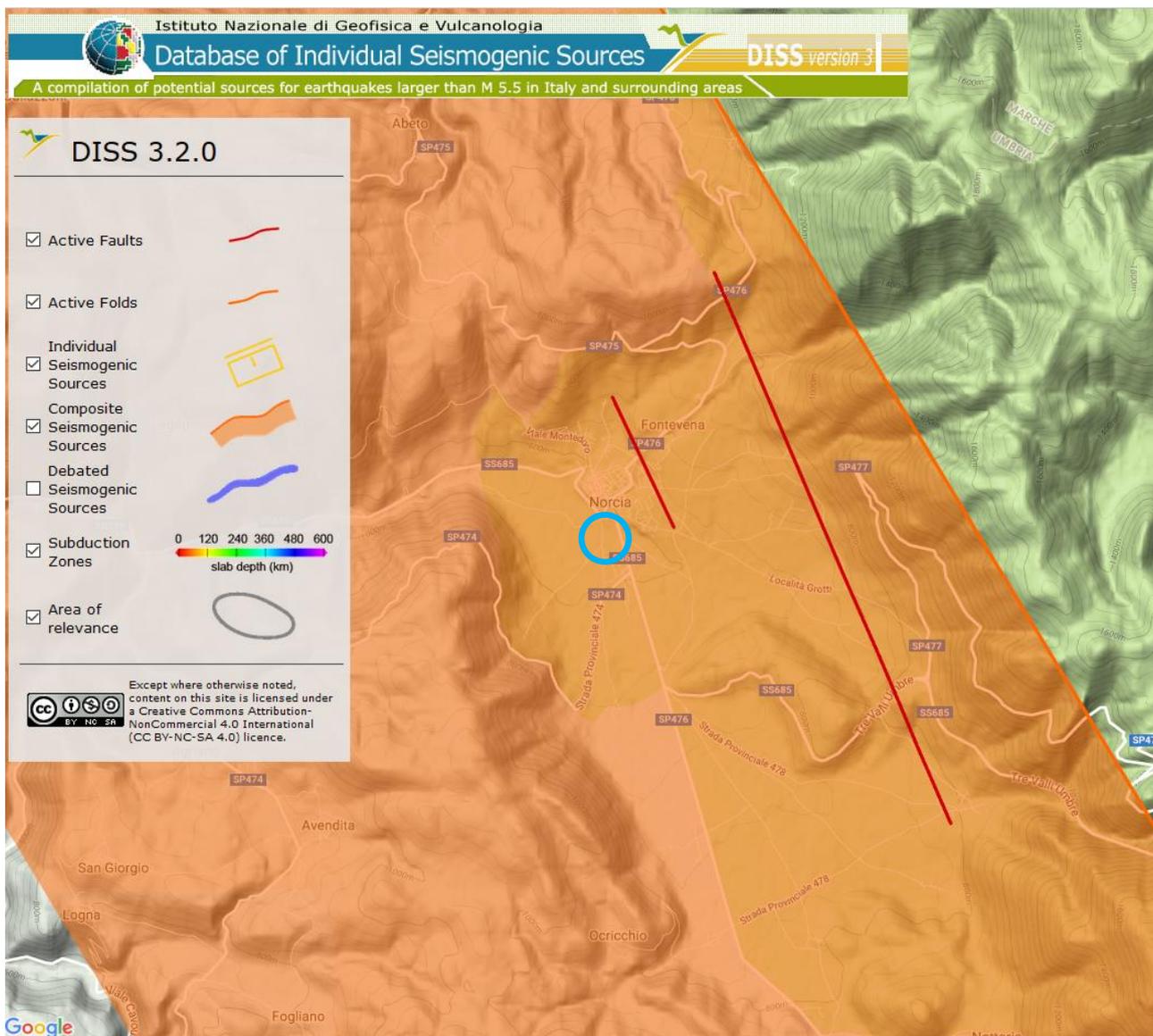


Fig.13 – Faglie attive nel comune di Norcia (da: <http://diss.rm.ingv.it/dissGM/>)

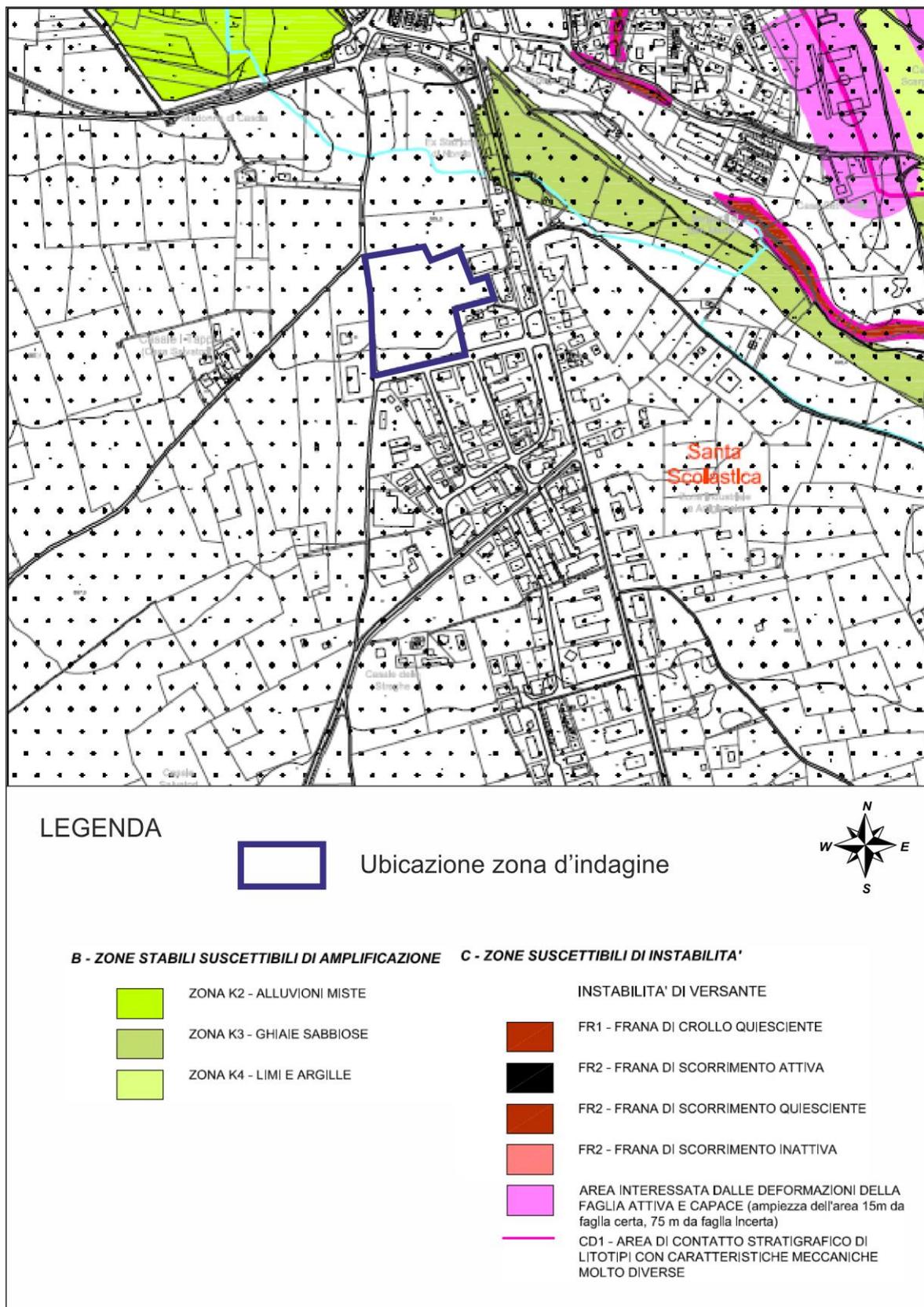


Fig.14 – Stralcio carta microzonazione sismica 1° livello PRG – scala 1:10.000

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 $V_{s30} = 436 \text{ m/s}$, la Masw 2 (fig.16) un valore di $V_{s30} = 419 \text{ m/s}$, pertanto il lotto ha un valore medio di $V_{s30}=427 \text{ m/s}$ e può essere inserito nella categoria di suolo B.

In funzione delle coordinate geografiche medie del lotto ED50 (Lat N 42,786969° – Long E 13,095959°) 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	2,388	0,272	1,427	0,129	0,388	1,914	1,200	1,000	1,200
SLD	50	0,103	2,322	0,279	1,420	0,132	0,396	2,013	1,200	1,000	1,200
SLV	475	0,255	2,375	0,335	1,369	0,153	0,459	2,620	1,158	1,000	1,158
SLC	975	0,327	2,408	0,353	1,355	0,159	0,478	2,909	1,085	1,000	1,085

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,017	0,030	0,091	0,110
k_v	0,008	0,015	0,046	0,055
$A_{max} \text{ [m/s}^2\text{]}$	0,923	1,213	2,893	3,479
Beta	0,180	0,240	0,310	0,310

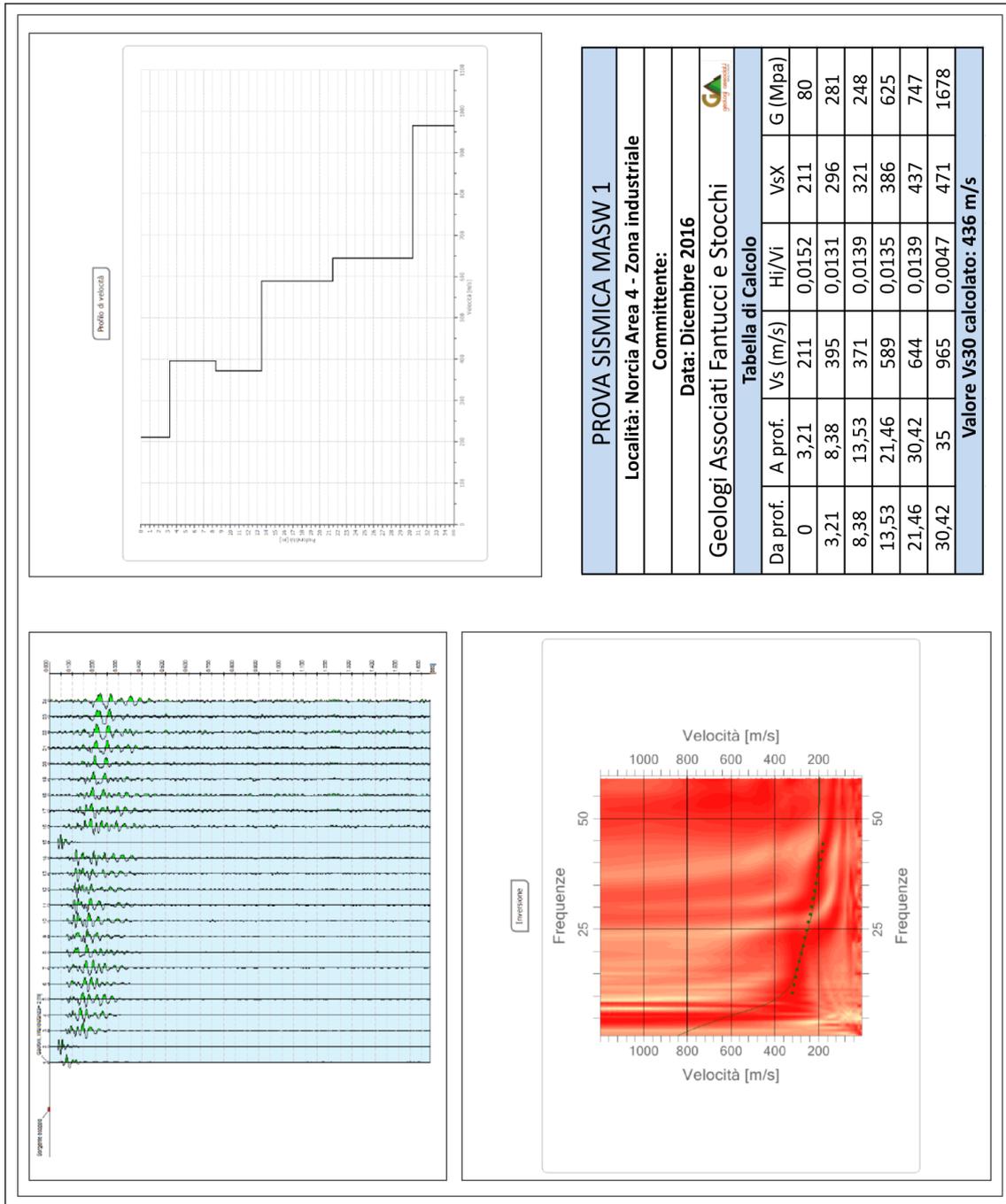


Fig.15 – MASW 1

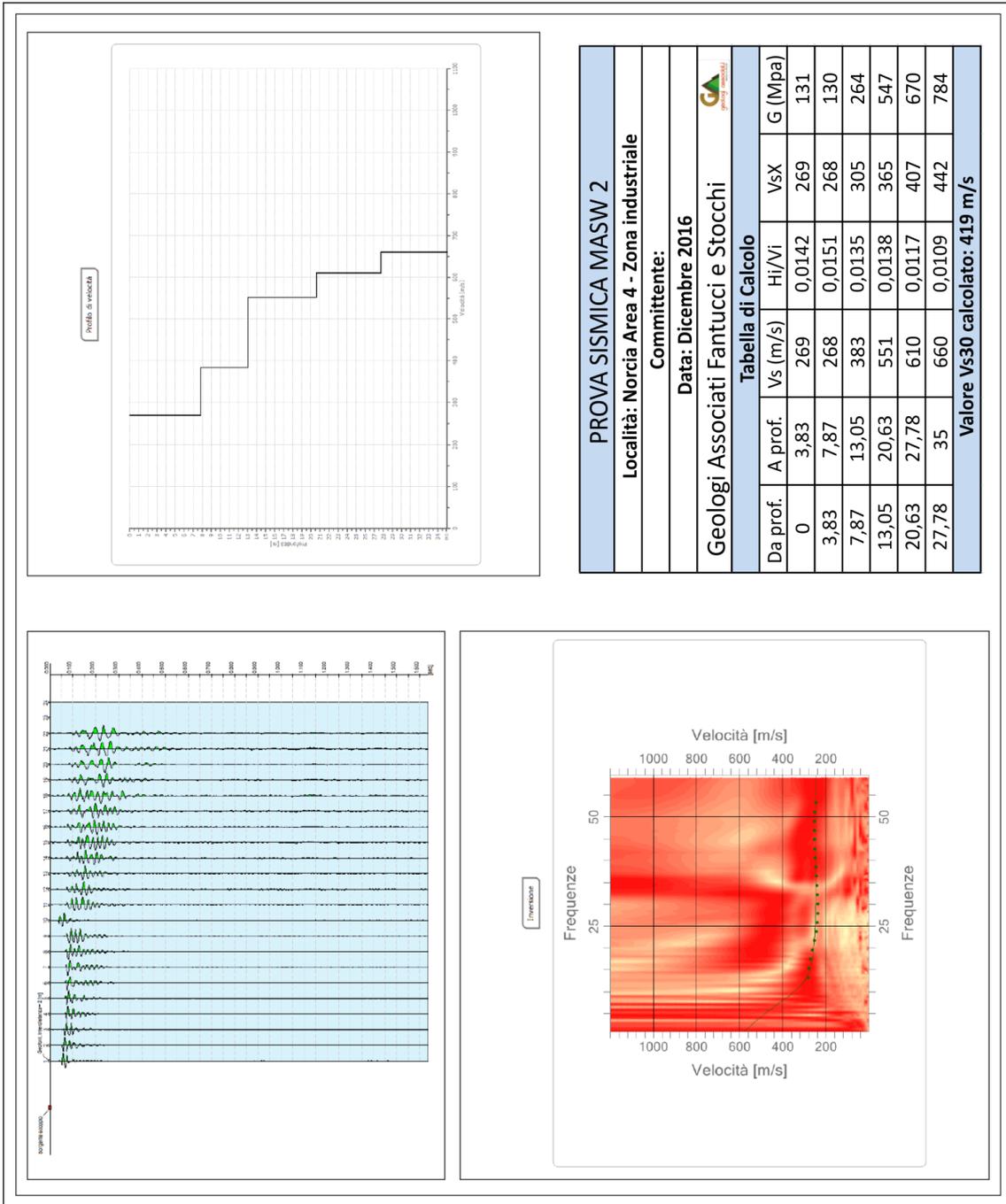


Fig.16 – MASW 2

10) Note conclusive e bibliografia

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

- Il lotto IV Zona Industriale è localizzato in un'area sub pianeggiante, con una modestissima pendenza del 2,5 % in direzione settentrionale, priva di segni di dissesto geomorfologico franoso ma prossima ad un'area esondabile da parte del fiume Sordo, della quale si rende necessario verificare, con precisione, la reale estensione. Il terreno è classificabile in categoria topografia T1.
- Nel lotto affiorano le alluvioni terrazzate, contraddistinte da una coltre di varie decine di metri di materiali conglomeratici debolmente sabbiosi, con uno stato superficiale pedogenizzato non trascurabile (circa 2.80 metri) e grado di addensamento che migliora nettamente con la profondità, idonee al progetto S.A.E.; la falda freatica è poco profonda (circa 4.50 m 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 sito in categoria di suolo B, con un valore medio delle $V_{s30} = 427 \text{ m/s}$.
- 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 concentrata o diffusa.
- In sito risulta quindi idoneo alle opere in progetto, con la prescrizione di verificare l'estensione dell'area esondabile, posta al limite settentrionale del lotto indagato e di progettare un efficace sistema di raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali, al fine di evitare allagamenti.

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 IV: Zona industriale	Quota: 586,8
Impresa esecutrice: Geologi Associati Fantucci e Stocchi	Data:
Coordinate:	Redattore:
Perforazione:	

o mm	R v	A r	Pz s	metri bat	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1	Suolo ghiaioso sabbioso marrone									
				2										
				3									3.0	Ghiaie debolmente sabbiose con intercalazioni sabbiose
				4										
				5										
				6									6.0	Breccia e ghiaia calcarea
				7										
				8										
				9										
				10									10.0	

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 50 Pagina 1/1

Riferimento: Norcia (PG)	Sondaggio: S2
Località: Lotto IV: Zona industriale	Quota: 590,6
Impresa esecutrice: Geologi Associati Fantucci e Stocchi	Data:
Coordinate:	Redattore:
Perforazione:	

o mm	R v	A r	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT S.P.T.	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1	Suolo ghiaioso sabbioso marrone								
				2									
				3	Ghiaie debolmente sabbiose con intercalazioni sabbiose							2,8	
				4									
				5									
				6									
				7	Breccia e ghiaia calcarea							6,9	
				8									
				9									
				10								10,0	



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

Committente:

Località: Norcia Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

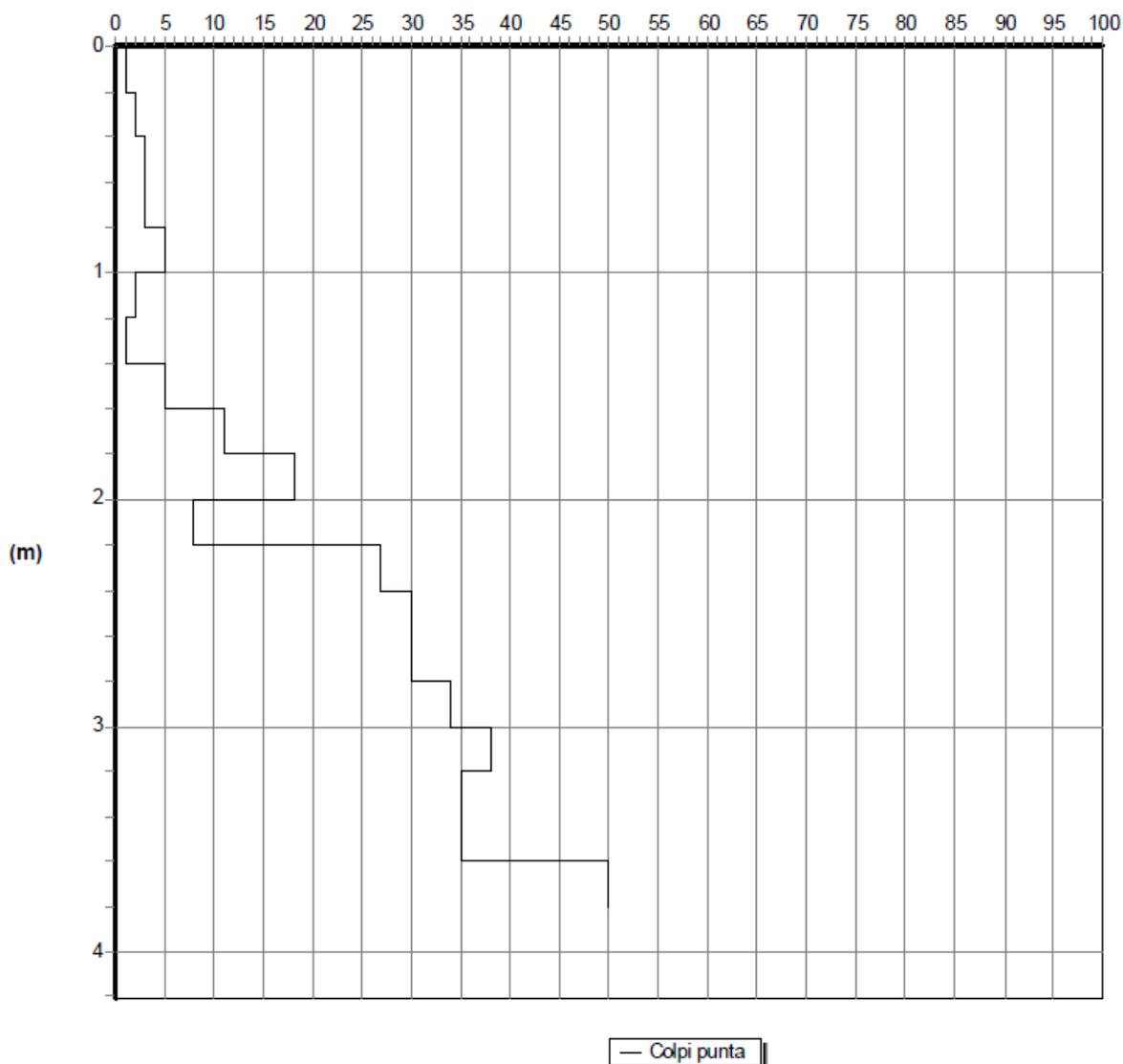
Note:

Quota(m): 586,4

Sigla: \P1

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): 3,0





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

Committente:

Località: Norcia Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016

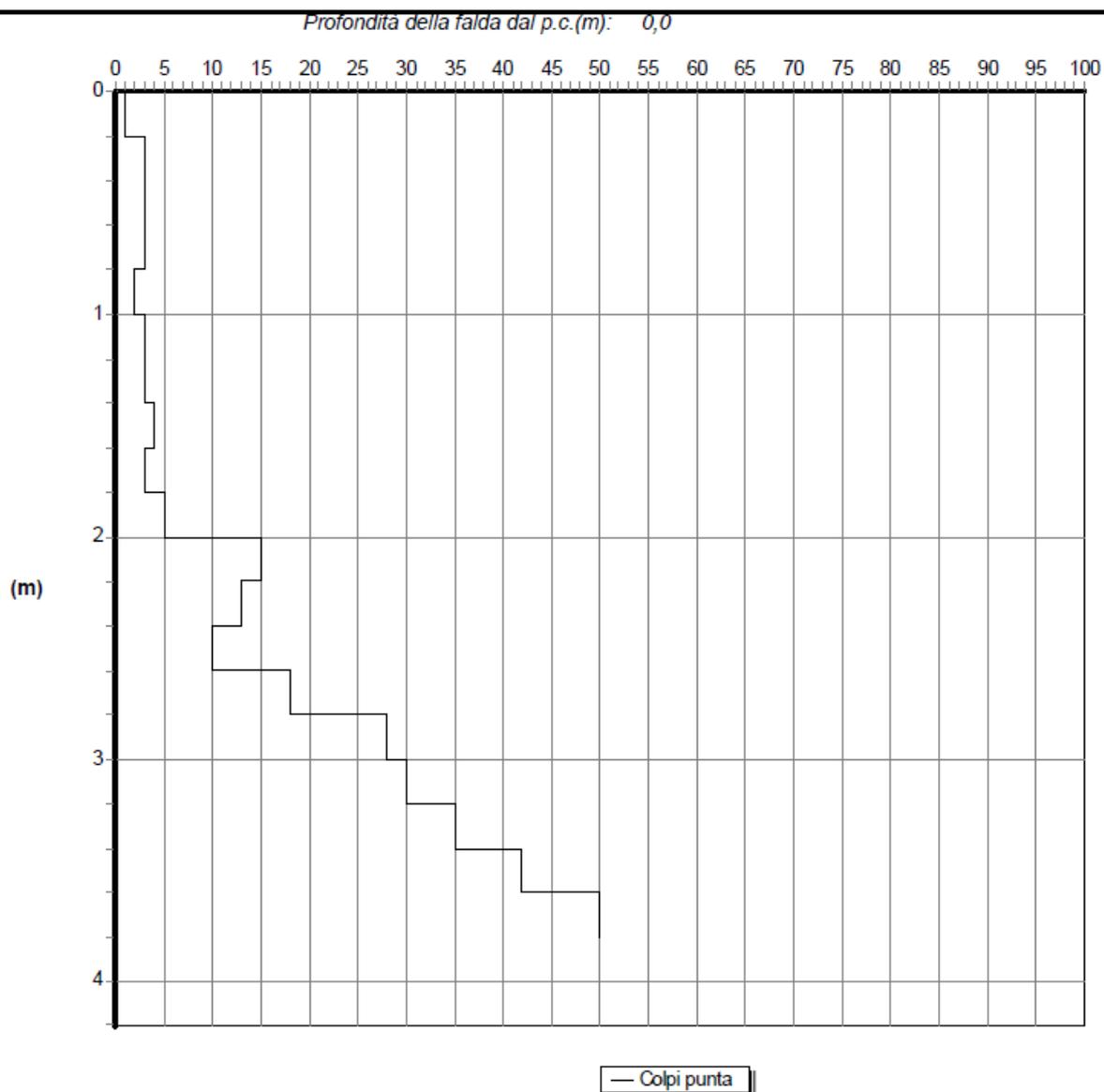
Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 590,4

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 Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

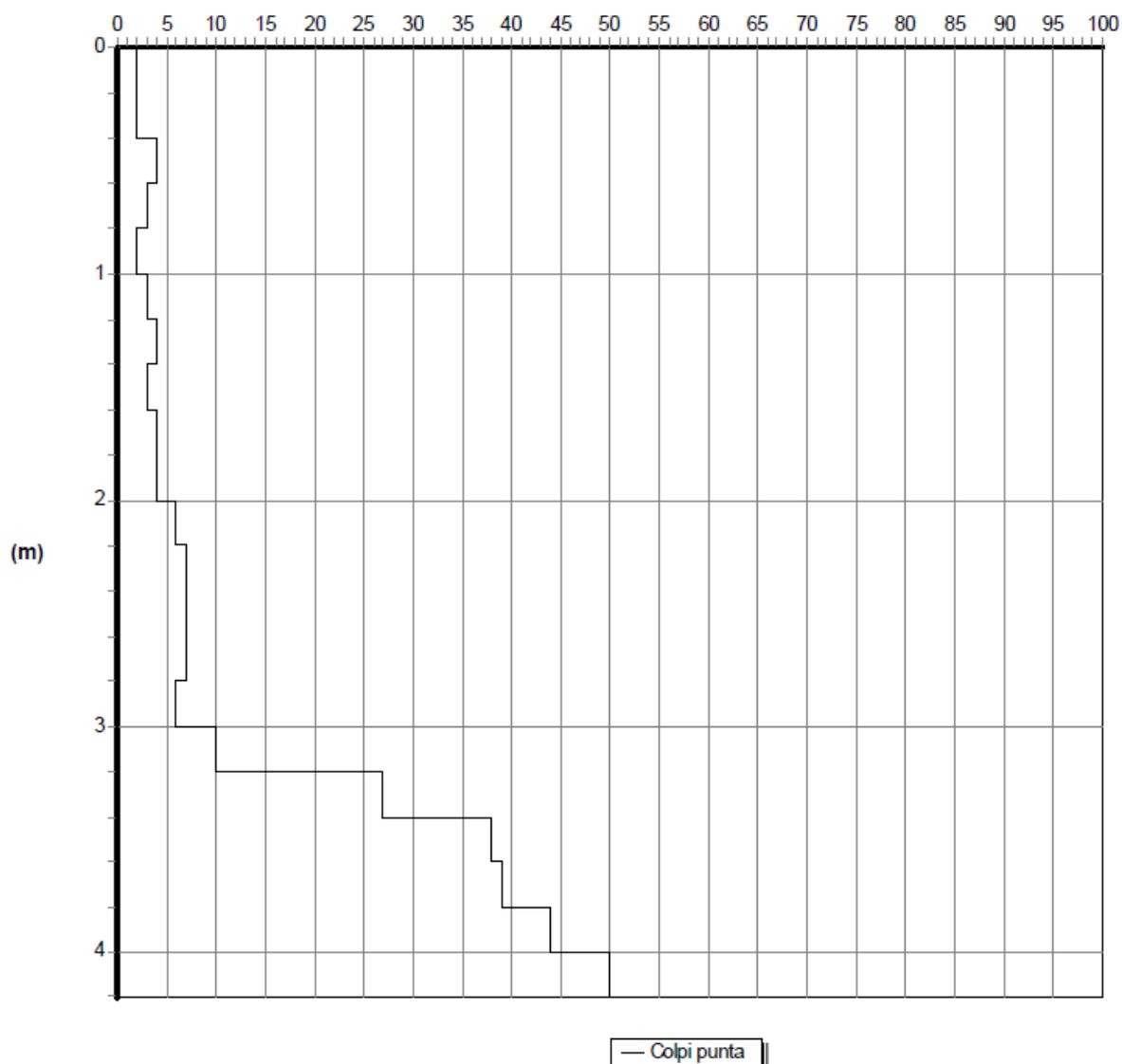
Note:

Quota(m): 588,2

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 Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

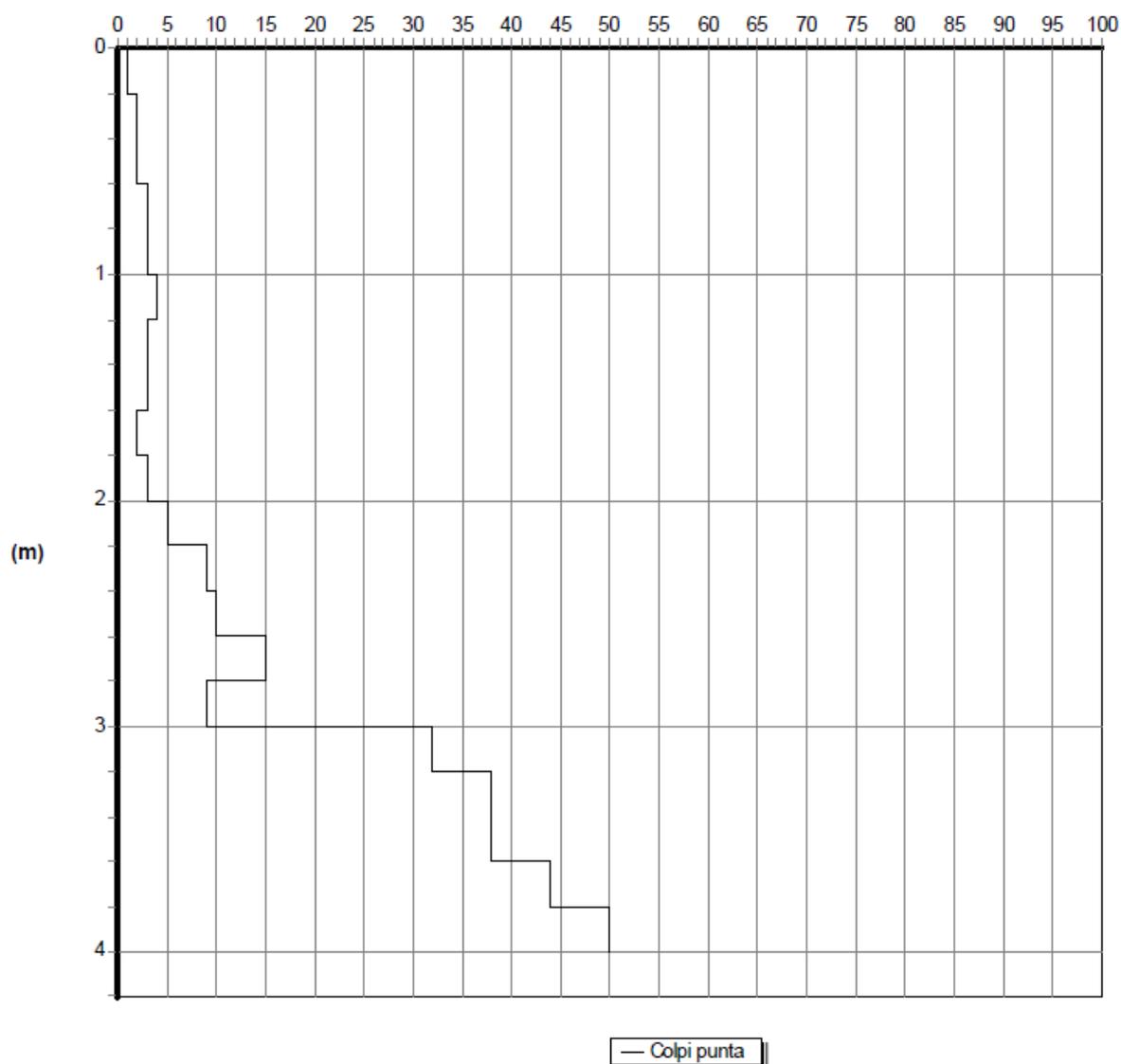
Note:

Quota(m): 589,4

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 Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 586,4

Sigla: \P1

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	1		1	
0,4	2		3	
0,6	3		4	
0,8	3		4	
1	5		7	
1,2	2		3	
1,4	1		1	
1,6	5		7	
1,8	11		16	
2	18		26	
2,2	8		12	
2,4	27		40	
2,6	30		44	
2,8	30		44	
3	34		50	
3,2	38		56	
3,4	35		51	
3,6	35		51	
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 Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 590,4

Sigla: \P2

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	1		1	
0,4	3		4	
0,6	3		4	
0,8	3		4	
1	3		4	
1,2	3		4	
1,4	3		4	
1,6	4		6	
1,8	3		4	
2	3		4	
2,2	3		4	
2,4	2		3	
2,6	5		7	
2,8	10		15	
3	15		22	
3,2	13		19	
3,4	9		13	
3,6	35		51	
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 Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 588,2

Sigla: \P3

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	2		3	
0,4	2		3	
0,6	4		6	
0,8	3		4	
1	2		3	
1,2	3		4	
1,4	4		6	
1,6	3		4	
1,8	4		6	
2	4		6	
2,2	6		9	
2,4	7		10	
2,6	7		10	
2,8	7		10	
3	6		9	
3,2	10		15	
3,4	27		40	
3,6	38		56	
3,8	39		57	
4	44		65	
4,2	50		74	



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

Committente:

Località: Norcia Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 589,4

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	1		1	
0,4	2		3	
0,6	2		3	
0,8	3		4	
1	3		4	
1,2	4		6	
1,4	3		4	
1,6	3		4	
1,8	2		3	
2	3		4	
2,2	5		7	
2,4	9		13	
2,6	10		15	
2,8	15		22	
3	9		13	
3,2	32		47	
3,4	38		56	
3,6	38		56	
3,8	44		65	
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 Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 586,4 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
2,2	Schmertmann - ghiaia	Menzelbach e Malcev Sabbia ghiaiosa			Skempton 1986	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC	Crespellani e Vannucchi		
3,8	Schmertmann - ghiaia	Menzelbach e Malcev Sabbia ghiaiosa			Skempton 1986	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC	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 Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 586,4 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)
2,2	4	Suolo sabbio ghiaioso sciolto	126	0,08	41	1,85	38	222	85				185	0,2
3,8	45	Ghiaia sabbiosa addensata	233	0,66	45	1,9	85	538	571				813	0,56

Profondità della falda (m):



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

Committente:

Località: Norcia Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 590,4 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)
2,6	4	Suolo ghiaio sabbioso poco add.	130	0,1	41	1,85	43	222	85				185	0,11
3,8	37	Ghiaia sabbiosa addensata	228	0,7	45	1,9	85	476	476				721	0,27

Profondità della falda (m):



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

Committente:

Località: Norcia Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 588,2 Sigla: \P3

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)
3,2	5	Suolo ghiaio sabbioso poco add.	141	0,09	41	1,85	39	230	97				212	0,3
4,2	48	Ghiaia sabbiosa addensata	245	0,64	45	1,9	85	561	606				846	0,69

Profondità della falda (m):



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

Committente:

Località: Norcia Area4 - Zona Industriale - Sito 1

Data: 23/11/2016 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 589,4 Sigla: \P4

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)
3	4	Suolo ghiaio sabbioso poco addens.	134	0,08	41	1,85	36	222	85				185	0,28
4	51	Ghiaia sabbiosa ben addensata	245	0,7	45	1,9	85	584	642				878	0,65

Profondità della falda (m):