

GEOLOGO DOTT. LUCA LATELLA

Studio Tecnico: Via G. di Vitalone n° 18 - 05100 Terni

Tel.0744 – 402427 ; 347 - 6355500

REGIONE UMBRIA

PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI TERNI

RELAZIONE GEOLOGICA - SISMICA
IDROGEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA -
IDRAULICA

OGGETTO: ADEGUAMENTO SISMICO PALESTRA
SCUOLA DON MILANI

LOCALITA': CASALI DI PAPIGNO – TERNI

COMMITTENTE: COMUNE DI TERNI

APRILE 2020

Il Geologo
LUCA LATELLA

1. PREMESSA

In data Aprile 2020 per conto del Comune di Terni è stato eseguito uno studio geomorfologico, geologico, idrogeologico e geotecnico con relative indagini geognostiche realizzate nell'area in esame, ovvero nella Scuola Materna ed Elementare Don Milani sita in Località Casali di Papigno (Comune di Terni), per L' ADEGUAMENTO SISMICO PALESTRA SCUOLA DON MILANI.

L'ampiezza dell'area investigata è stata definita in funzione delle sue caratteristiche litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche.

Scopo del lavoro è stato quello di accertare ed analizzare in prospettiva sismica:

- gli aspetti idrologici e morfologici del territorio;
- le condizioni litologiche locali;
- i parametri geotecnici delle terre in situ.

Le considerazioni riportate sono basate sui dati acquisiti tramite un rilevamento geologico di superficie e sull'analisi delle indagini effettuate in situ:

- 1) Esecuzione di n° 1 prova penetrometrica dinamica in data Agosto 2012.
- 2) Esecuzione di n° 1 indagine MASW *Multi-channel Analysis of Surface Waves* in data Agosto 2012.
- 3) Esecuzione di n°2 sondaggi a carotaggio continuo, con alcune prove in sito a fondo foro (tipo S.P.T.), in data 16/06/2003 dalla Ditta Ge. Ar. Sas. per conto del Comune di Terni.

In allegato si riportano le stratigrafie dei due sondaggi, fornite allo scrivente dal Comune di Terni.

2. GEOMORFOLOGIA E GEOLITOLOGIA

L'area in oggetto è ubicata lungo la Strada Statale n.79, ad Est della città di Terni , ad una quota topografica media di circa 217 metri s.l.m.

La zona esaminata risulta stabile dal punto di vista geologico, non sono infatti presenti fenomeni gravitativi attivi e/o quiescenti , il tutto è confermato dall'analisi della **tavola n°132 del P.A.I. del Comune di Terni.**

L'intero settore è compreso nella stretta fascia di fondovalle del fiume Nera, in particolare la zona oggetto di studio si colloca ad Ovest dell'abitato di Papigno, a circa 1 km da quest'ultimo, che poggia su un ampio terrazzamento artificiale rialzato rispetto al corso del fiume e delimitato dal sistema collinare. L'assetto geologico generale dell'area è riconducibile a una struttura rilevata, costituita dal Calcare Massiccio e Corniola (Monte Pennarossa-S. Angelo 611 m s.l.m.), in contatto tettonico con litotipi calcareo-selciferi e calcarei (Calcari Diasprigni e Maiolica) a causa della presenza di una faglia orientata in direzione N-S.

Nel dettaglio l'area in esame è caratterizzata da formazioni di età Pleistocenica, ovvero travertini a consistenza da litoide a terrosa, in bancate, talvolta con intercalazioni sabbioso-argillose, come confermato dal **foglio n°138 della Carta Geologica d'Italia, Scala 1:100.000.**

Anche dalla consultazione della Carta Geologica del PRG del Comune di Terni in scala 1:10.000 (**C.T.R. 347010 Collestatte**) risulta la presenza dei travertini litoidi in giacitura massiva o grossolanamente stratificati del Pleistocene-Olocene.

3. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

L'idrografia del settore è incentrata sulla presenza del Fiume Nera che scorre a Nord della zona in studio, dirigendosi verso il bacino ternano; esso raccoglie le acque di modesti impluvi naturali.

Localmente non vi è la presenza di piccoli fossi, ciò determina una densità di drenaggio medio-bassa, condizionata anche dai litotipi presenti nella zona quali calcari e travertini talora con intercalazioni sabbioso-argillose, quest'ultimi rappresentano il materiale di superficie della zona studiata, la cui permeabilità risulta media, con un coefficiente K stimato pari a circa 10^{-4} cm/sec.

Nelle vicinanze dell'edificio scolastico non vi è la presenza di corsi d'acqua, pertanto non esistono pericoli di esondazione.

Le indagini realizzate nell'area studio n°1 prova penetrometrica dinamica non ha messo in evidenza la presenza della falda acquifera. Se ne stima la presenza oltre i 15 metri dal piano attuale di campagna.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Di seguito verranno riportati, in maniera cautelativa, i parametri geotecnici basati sugli elementi reperiti nel corso del rilevamento geologico nonché attraverso l'analisi dei dati ottenuti grazie all'esecuzione di n°1 prova penetrometrica dinamica.

4.1 PROVE PENETROMETRICHE

TIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturato Saturato (t/m ³)	Angolo di resistenz a al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Kg/cm ³ K (Coefficiente di sottofondo)
[1] - Terreno di riporto	1,3	8,96	Coesivo Incoerente	1,93	---	21,56	0,15	1.00
[2] - Limi sabbiosi addensati	1,5	45,28	Incoerente	2,22	2,50	37,94	--	15.00

4.2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

(In allegato si riportano le stratigrafie dei due sondaggi realizzati in data 16/06/200 e fornite allo scrivente dal Comune di Terni)

STRATIGRAFIA SONDAGGIO N°1

- **Terreno di riporto limoso-sabbioso, sciolto, con detriti calcarei.**
- **Limi sabbiosi, leggermente argillosi, addensati, con detriti calcarei di piccola pezzatura, di colore marrone.**
- **Limi sabbiosi di natura travertinosa, addensati, di colore giallastro.**

STRATIGRAFIA SONDAGGIO N°2

- **Terreno di riporto limoso-sabbioso, sciolto, con detriti calcarei.**
- **Limi sabbiosi, leggermente argillosi, addensati, con detriti calcarei di piccola pezzatura, di colore marrone.**
- **Limi sabbiosi di natura travertinosa, addensati, di colore giallastro.**

Si riportano le elaborazioni delle indagini SPT (Standard Penetration Test) eseguite in durante i sondaggi S1 e S2.

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
1,25	7
1,40	8
1,55	11
5,15	13
5,30	12
5,45	15
8,15	15

8,30	18
8,45	22

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturato (t/m³)	Ango lo di resist enza al taglio (°)
Strato (1) Strato	0.00- 1,55	19	Incoerente	2,18	2,35	38.02
Strato (2) Strato	5.00- 5,45	27	Incoerente	2,20	2,50	42.03
Strato (3) Strato	8.00- 8,45	40	Incoerente	2,30	2,50	44.00

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,15	8
2,30	12
2,45	11
6,15	15
6,30	13
6,45	16

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturato (t/m³)	Ango lo di resist enza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)
Strato (1) Strato	0.00- 2,45	23	Incoerente	2,22	2,50	38.50	--
Strato (2) Strato	6.00- 6,45	29	Incoerente	2,25	2,50	45.00	--

Dalla stima dei parametri geotecnici medi delle prove penetrometriche DPM e SPT si è giunti ad una stratigrafia con i parametri medi dei vari terreni attraversati.

Terreno di riporto: presente a partire dal piano campagna sino alla profondità di circa – 1,30 metri e caratterizzato dai seguenti parametri tecnici:

γ_n (densità naturale):	1,90 t/m ³
ϕ_r (angolo di attrito):	22°
c' (coesione)	-- Kg/cm ²
C_u (coesione non drenata)	0,15 Kg/cm ²
κ (Coefficiente di sottofondo)	1,00 Kg/cm ³

Limi sabbiosi addensati: presenti a partire dalla quota – 1,30 metri a – 4.40 metri di profondità, caratterizzati dai seguenti parametri tecnici:

γ_n (densità naturale):	2,20 t/m ³
ϕ_r (angolo di attrito):	38°
c' (coesione)	0,00 Kg/cm ²
C_u (coesione non drenata)	0,00 Kg/cm ²
K (Coefficiente di sottofondo)	15,00 Kg/cm ³

Limi sabbiosi di natura travertinosa addensati: presenti a partire dalla quota – 4.40 metri a – 10.00 metri di profondità, caratterizzati dai seguenti parametri tecnici:

γ_n (densità naturale):	2,30 t/m ³
ϕ_r (angolo di attrito):	44.00°
c' (coesione)	0,00 Kg/cm ²

Cu (coesione non drenata)	0,00 Kg/cm ²
K (Coefficiente di sottofondo)	15,00 Kg/cm ³

4.3 INDAGINE MASW

Al fine di determinare la categoria di sottosuolo è stato realizzato uno stendimento MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*). L'indagine è consistita nell'esecuzione di n. 1 stendimento della lunghezza di 23 metri, utilizzando 24 geofoni con intervallo geofonico pari a 1 metro ed effettuando tre battute con offset a 2.00 a 5.00 e 10.00 metri.

L'interpretazione dei dati tramite il software WINMASW 4.1 Pro ha indicato che la velocità delle onde **V_{Seq}** risulta di 389 m/s.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, dalla normativa (NTC 2018) il terreno in oggetto ricade nella categoria di sottosuolo:

“B” - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s..

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)
1	148	1.3
2	248	4.1
3	175	2.9
4	615	21.7

E' da tener presente, tuttavia, che le Vs EQ, e la relativa categoria di sottosuolo risultante, si riferiscono ai 30 metri di profondità a partire dal piano campagna o al raggiungimento del bedrock sismico.

5. DESCRIZIONE DELLA'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto sono state definite in primo luogo dalla valutazione della pericolosità sismica di base

□ riferita al

La normativa adottata (NTC 2018) suddivide il territorio nazionale in un reticolo di punti di coordinate geografiche assegnate.

Per ogni punto del reticolo vengono assegnate le 9 terne di valori.

Per i periodi di ritorno (T_R) di riferimento dove:

a_g = L'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo di riferimento rigido.

F_o = il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T^*_c = è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Comune di Terni

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.057	2.504	0.269
50	0.071	2.489	0.281
72	0.081	2.498	0.288
101	0.095	2.450	0.295
140	0.107	2.438	0.302
201	0.124	2.414	0.308
475	0.168	2.448	0.321
975	0.210	2.479	0.333
2475	0.273	2.502	0.348

Valutazione tempo di ritorno T_r

Per la scelta del periodo di ritorno da utilizzare, intervengono 2 fattori: la valutazione del periodo di riferimento (V_r) e la probabilità di superamento dello stato limite di progetto, in altre parole la richiesta prestazionale che la struttura deve soddisfare.

Periodo di riferimento V_r

Il periodo di riferimento (V_r) dell'evento sismico viene definito come prodotto tra la vita nominale (V_n) ed il coefficiente d'uso (C_u) ottenendo:

$$V_r = V_n \times C_u = 1.50$$

Classe D'uso III e V_n 50 anni

Definizione della terna di valori a_g , F_0 , T^*C

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.068	2.492	0.279
SLD	75	0.083	2.492	0.289
SLV	712	0.190	2.465	0.328
SLC	1462	0.235	2.489	0.340

Effetto della risposta sismica locale

Occorre valutare le condizioni geomorfologiche del sito che interessa le opere. Le NTC 18, individuano 2 parametri amplificativi dell'azione sismica, riferiti al tipo di sottosuolo ed alla condizione topografica.

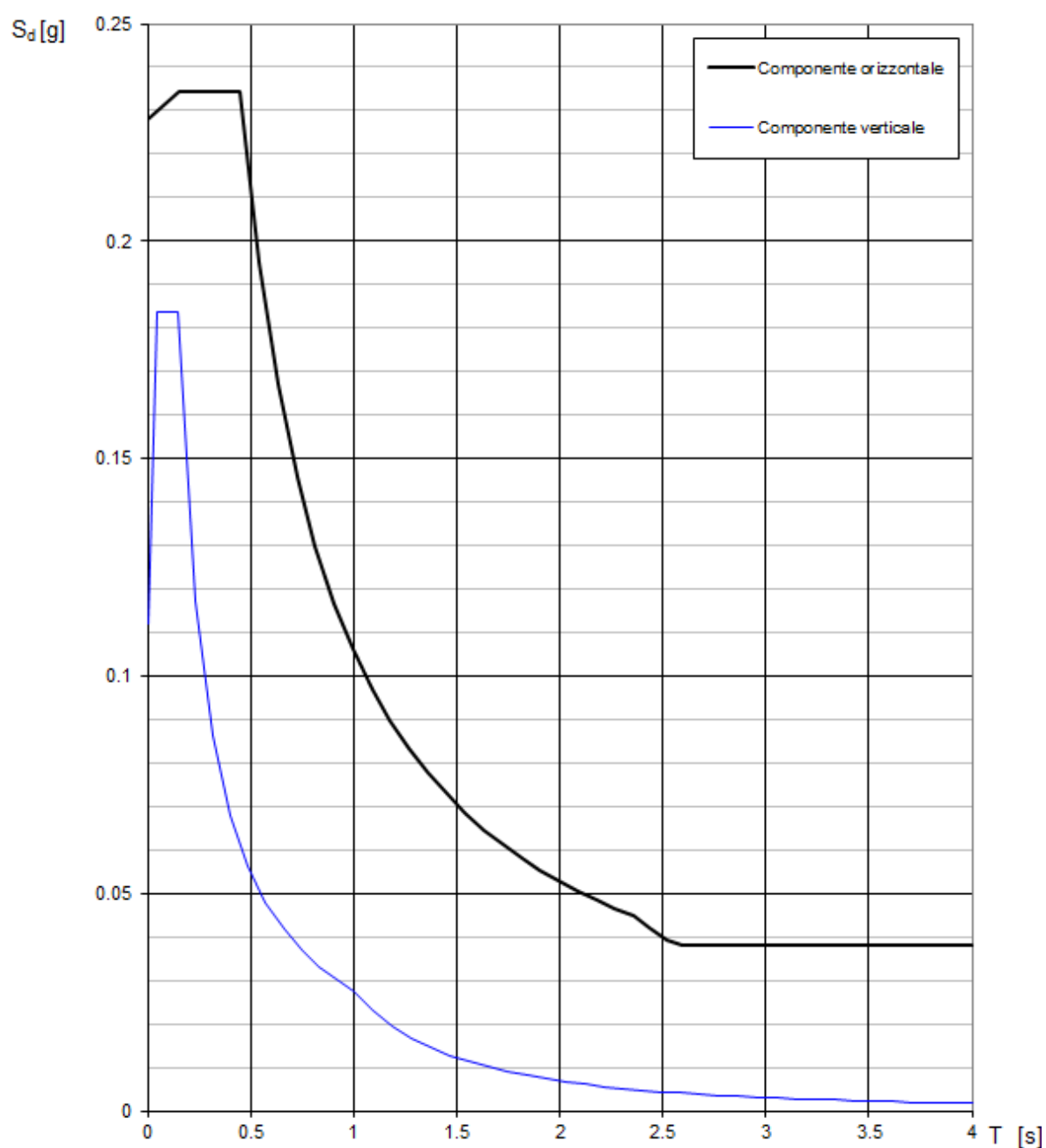
Dalle relazioni geotecnica e geofisica riferita all'area in oggetto è stata valutata la categoria di rigidezza del terreno:

“B” - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s..

Categoria Topografica T1

Da cui si ricavano gli SPETTRI DI PROGETTO

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SL

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.190 g
F_o	2.465
T_c	0.328 s
S_a	1.200
C_c	1.375
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.200
η	0.417
T_B	0.150 s
T_C	0.451 s
T_D	2.360 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_a \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.228
$T_B \leftarrow$	0.150	0.234
$T_C \leftarrow$	0.451	0.234
	0.542	0.195
	0.633	0.167
	0.724	0.146
	0.815	0.130
	0.905	0.117
	0.996	0.106
	1.087	0.097
	1.178	0.090
	1.269	0.083
	1.360	0.078
	1.451	0.073
	1.542	0.069
	1.633	0.065
	1.724	0.061
	1.815	0.058
	1.906	0.055
	1.997	0.053
	2.087	0.051
	2.178	0.048
	2.269	0.047
$T_D \leftarrow$	2.360	0.045
	2.438	0.042
	2.516	0.039
	2.594	0.038
	2.673	0.038
	2.751	0.038
	2.829	0.038
	2.907	0.038
	2.985	0.038
	3.063	0.038
	3.141	0.038
	3.219	0.038
	3.297	0.038
	3.375	0.038
	3.453	0.038
	3.531	0.038
	3.610	0.038
	3.688	0.038
	3.766	0.038
	3.844	0.038
	3.922	0.038
	4.000	0.038

6.1 Sismicità di base

Stando alla classificazione sismica della Regione Umbria (DGR 852/03, O.P.C.M. 3274/03 e O.P.C.M. 3519/2006), il Comune di Terni e la Fraz di Papigno rientrano in zona sismica 2.

Come mostra l'estratto della Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, per il territorio del Comune di Terni è prevedibile un'accelerazione massima al suolo a_g max compresa tra 0,125 e 0,175, calcolata con probabilità di eccedenza in 50 anni del 10% (tempo di ritorno: 475 anni).

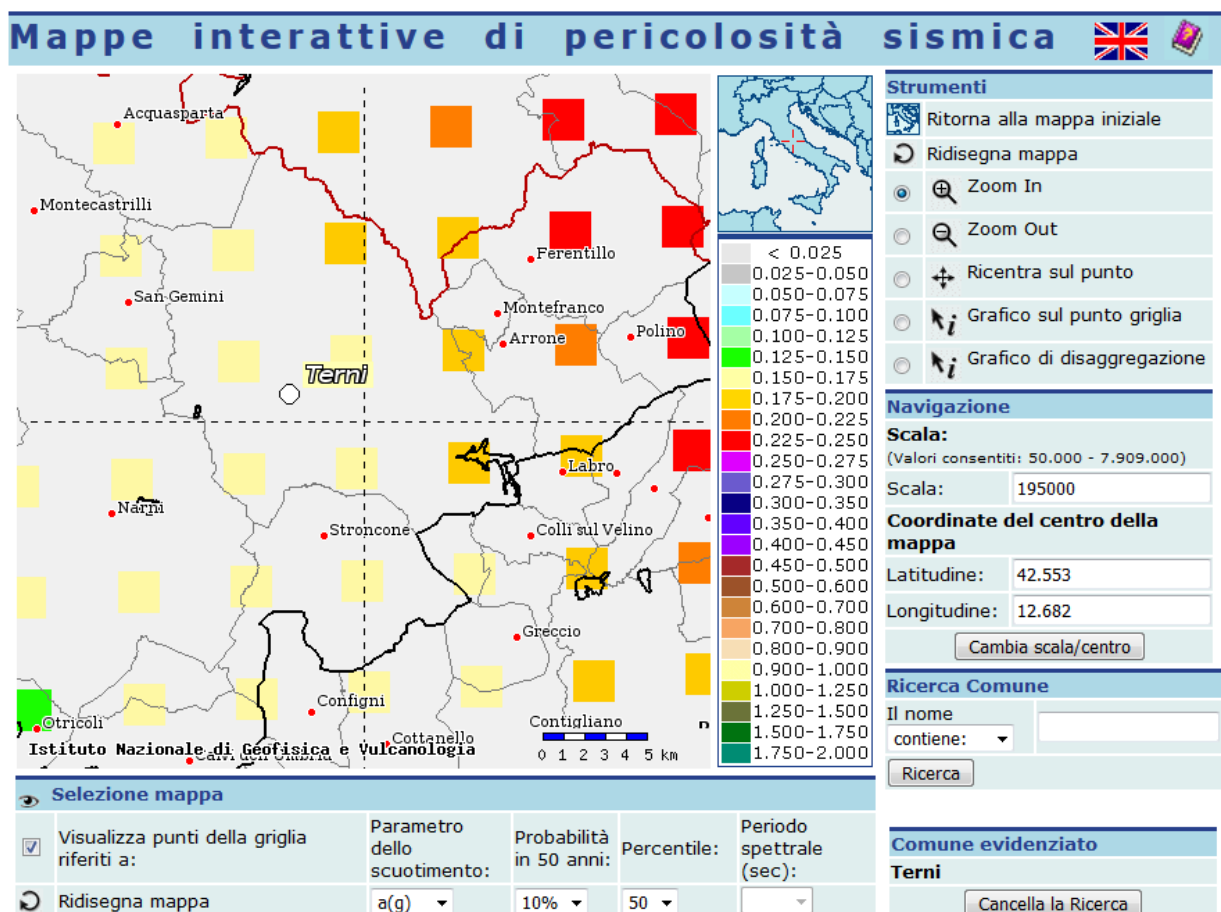
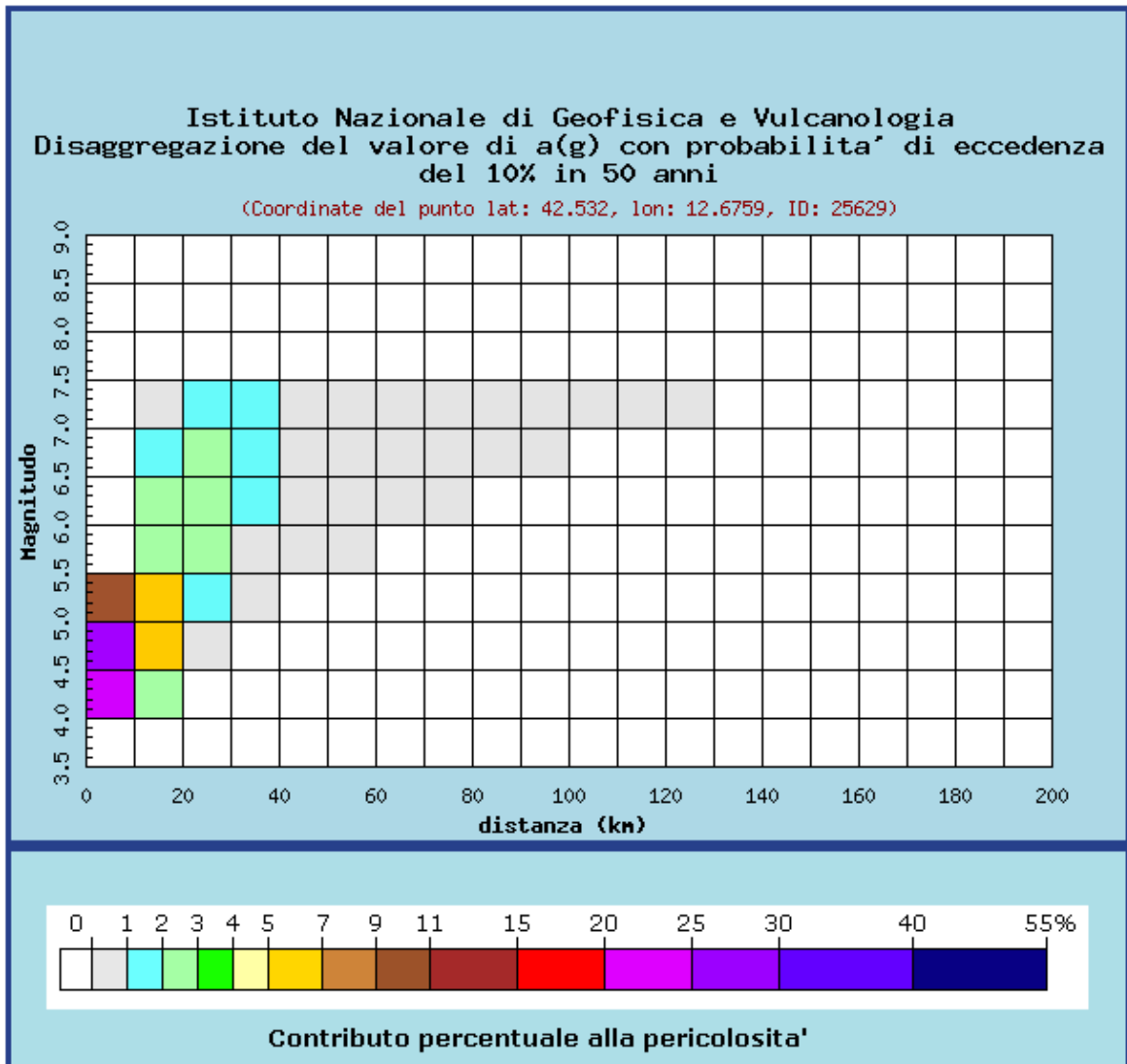


Fig. 1 Mappa di pericolosità sismica, dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

GRAFICO DI DISAGGREGAZIONE



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.532, lon: 12.6759, ID: 25629)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	21.000	28.400	9.940	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.220	6.090	5.220	2.290	2.260	1.740	0.855	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.248	1.540	2.350	2.970	2.630	1.560	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.073	0.689	1.370	1.530	1.110	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.557	0.834	0.720	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.165	0.443	0.456	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.183	0.232	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.045	0.085	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.041	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.019	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.170	12.300	1.190

6.2 Sismicità storica e recente

Si riporta dal Catalogo DBMI 15 i terremoti con Magnitudo > 4 i terremoti avvenuti dal 1800 al 2018 nell'area di Terni:

Terni



PlaceID IT_50252
 Coordinate (lat, lon) 42.562, 12.647
 Comune (ISTAT 2015) Terni
 Provincia Terni
 Regione Umbria
 Numero di eventi riportati 97

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMOP	Io	Mw
6-7	🔗	1349	09	09	08	15	Viterbese	9		
NF	🔗	1639	10	07			Monti della Laga	39	9-10	6.21
F	🔗	1703	01	14	18		Valnerina	197	11	6.92
7	🔗	1751	06	11			Ternano	8	7	5.12
5	🔗	1751	07	27	01		Appennino umbro-marchigiano	66	10	6.38
7	🔗	1785	10	09	03	15	Monti Reatini	33	8-9	5.76
6	🔗	1792	07	20			Ternano	9	6-7	5.06
F	🔗	1854	01	17	09		Narni	6	5-6	4.71
5	🔗	1873	03	12	20	04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
2	🔗	1874	02	24	06	52	Aquilano	26	6-7	5.12
F	🔗	1876	05	22	00	30	Spoleto	14	5-6	4.57
4	🔗	1878	09	15	07	20	Valle Umbra	34	8	5.46
5	🔗	1881	03	11	22	50	Valle Umbra	15	5	4.51
3	🔗	1882	05	26	04	15	Cascia	16	5	4.45
5	🔗	1885	06	17	22	34	Monti Reatini	9	7	4.90
4-5	🔗	1893	08	02	00	59	Valnerina	84	5-6	4.55
5	🔗	1895	05	20	15	32 5	Valle Umbra	27	5-6	4.49
4	🔗	1895	08	09	17	38 2	Adriatico centrale	103	6	5.11
4	🔗	1895	11	01			Campagna romana	94	6-7	4.83
5	🔗	1896	01	06	15	59	Narni	13	5	4.08
NF	🔗	1897	01	19	19	20	Poggiodoro	19	6	4.68
6	🔗	1898	06	27	23	38	Reatino	186	8	5.50
F	🔗	1904	02	24	15	53 2	Marsica	56	8-9	5.68
NF	🔗	1904	06	20	01	24	Assisi	24	5	4.10
NF	🔗	1904	09	02	11	21	Maceratese	59	5-6	4.63
F	🔗	1907	01	23	00	25	Adriatico centrale	93	5	4.75
NF	🔗	1909	01	13	00	45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
6	🔗	1909	02	06	08	05	Ternano	12	5	4.16
NF	🔗	1909	10	01	01	08	Spoleto	8	5-6	4.40
NF	🔗	1910	06	29	13	52	Valnerina	58	7	4.93
NF	🔗	1911	01	18	06	52	Lugnano in Teverina	19	6	4.42
NF	🔗	1911	04	10	09	43	Colli Albani	79	6	4.74
6-7	🔗	1915	01	13	06	52 4	Marsica	1041	11	7.08
6	🔗	1915	11	11	03	41	Ternano	16	6	4.53
6	🔗	1917	05	12	15	34 3	Ternano	34	7-8	5.03
3	🔗	1919	10	22	06	10	Anzio	142	6-7	5.22

NF	🔗	1909	10	01	01	08	Spoletto	8	5-6	4.40
NF	🔗	1910	06	29	13	52	Valnerina	58	7	4.93
NF	🔗	1911	01	18	06	52	Lugnano in Teverina	19	6	4.42
NF	🔗	1911	04	10	09	43	Colli Albani	79	6	4.74
6-7	🔗	1915	01	13	06	52 4	Marsica	1041	11	7.08
6	🔗	1915	11	11	03	41	Ternano	16	6	4.53
6	🔗	1917	05	12	15	34 3	Ternano	34	7-8	5.03
3	🔗	1919	10	22	06	10	Anzio	142	6-7	5.22
NF	🔗	1927	12	26	15	06 1	Colli Albani	38	7	4.89
3	🔗	1929	05	07	17	06	Valle Umbra	4	5	4.16
2-3	🔗	1930	04	07	17	17 1	Monti Sibillini	28	5-6	4.50
5	🔗	1938	08	12	02	28 3	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
4	🔗	1940	10	16	13	17	Val di Paglia	106	7-8	5.29
4	🔗	1948	12	17	21	18 0	Monti Reatini	3	5-6	4.40
4-5	🔗	1948	12	31	03	32	Monti Reatini	95	8	5.42
4	🔗	1949	10	27	19	08	Monti Reatini	9	6-7	4.98
5	🔗	1950	09	05	04	08	Gran Sasso	386	8	5.69
5	🔗	1951	08	08	19	56	Gran Sasso	94	7	5.25
4	🔗	1954	03	23	17	55	Collestatte	20	5	4.16
NF	🔗	1957	03	12	16	20	Valnerina	62	5	4.16
NF	🔗	1957	07	19	09	04 0	Valle Umbra	58	6-7	4.58
2	🔗	1960	03	16	01	52 4	Monti della Laga	81	5	4.44
5	🔗	1960	04	23	11	44	Monti Martani	21	6	4.66
5	🔗	1960	07	12	14	08	Monti Martani	35	7-8	4.93
5	🔗	1960	07	18	04	07	Ternano	32	6-7	4.53
5-6	🔗	1960	07	20	23	09	Ternano	22	7	4.67
3	🔗	1961	10	31	13	37	Reatino	84	8	5.09
4-5	🔗	1962	08	30	12	10	Valnerina	35	7	5.02
4	🔗	1963	02	02	19	34	Reatino	10	6	4.64
3	🔗	1967	12	03	21	29 5	Aquilano	32	5	4.37
F	🔗	1968	01	04	10	23	Sabina	28	6	4.53
4	🔗	1969	09	26	23	40 3	Teramano	97	5	4.39
5	🔗	1970	05	25	12	56	Ternano	17	5	4.35
5-6	🔗	1970	05	26	12	05	Ternano	7	5-6	4.37
4	🔗	1970	09	07	14	02 2	Appennino umbro-marchigiano	56	5	4.35
3	🔗	1971	02	06	18	09	Tuscania	89	7-8	4.83
3	🔗	1971	02	11	18	49 2	Valle del Chiascio	71	6	4.61
4	🔗	1971	04	02	01	43 5	Valnerina	68	6	4.50
5	🔗	1974	12	02	01	55 1	Valnerina	27	7-8	4.58
3-4	🔗	1976	05	06	20	00 1	Friuli	770	9-10	6.45
6	🔗	1978	07	30	05	19 2	Ternano	25	7	4.32
4-5	🔗	1979	01	25	23	53 0	Valnerina	8	5	4.44
5-6	🔗	1979	09	19	21	35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
4	🔗	1980	02	28	21	04 4	Valnerina	146	6	4.97
NF	🔗	1980	11	23	18	34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	🔗	1983	11	09	16	29 5	Parmense	850	6-7	5.04



Fig. 2 Scheda del Comune di Terni, fonte INGV

5. CONCLUSIONI

Sulla base delle caratteristiche litotecniche, idrogeologiche e geomorfologiche della zona in studio e, facendo riferimento alla normativa vigente in materia si perviene alle seguenti conclusioni:

- La zona esaminata risulta stabile dal punto di vista geologico, non sono infatti presenti fenomeni gravitativi attivi e/o quiescenti, il tutto è confermato dall'analisi della **tavola n°132 del P.A.I. del Comune di Terni**;

- dalla prova penetrometrica dinamica e sondaggi effettuati nel sito in studio non è stata rilevata la falda acquifera, e se ne stima la presenza oltre i 15 m dal piano di campagna;

- In data 16/06/2003 sono stati eseguiti nel sito in esame n° 2 sondaggi a carotaggio continuo, con alcune prove in sito a fondo foro (tipo S.P.T.), dalla Ditta Ge. Ar. Sas. per conto del Comune di Terni. Si riportano in allegato le stratigrafie dei due sondaggi, fornite allo scrivente dal Comune di Terni.

Per il primo sondaggio le tre prove SPT realizzate all'interno del foro di sondaggio hanno riportato colpi pari a 7,8,11 (nell'intervallo di profondità 1,10 - 1,55 metri) per la prima prova SPT, colpi pari a 13,12,15 (nell'intervallo di profondità 5,00 - 5,45 metri) per la seconda prova SPT e colpi pari a 15,18,22 (nell'intervallo di profondità 8,00 - 8,45 metri) per la terza prova SPT.

Per il secondo sondaggio le due prove SPT realizzate all'interno del foro di sondaggio hanno riportato colpi pari a 8,12,11 (nell'intervallo di profondità 2,00 - 2,45 metri) per la prima prova SPT e colpi pari a 15,13,16 (nell'intervallo di profondità 6,00 - 6,45 metri).

Il sito in studio, in base alle indagini geofisiche realizzate nella zona, rientra nella categoria di suolo “B” - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s..*

La categoria topografica dell'area in esame risulta essere pari a $T1 < 15^\circ$.

PER QUANTO ATTIENE LA VERIFICA A LIQUEFAZIONE QUEST'ULTIMA NON E' STATA REALIZZATA POCHÉ I TERRENI NON RIENTRANO NEL FUSO GRANULOMETRICO DELLE SABBIE SOGGETTE A LIQUEFAZIONE E LA FALDA SI TROVA OLTRE I 15 METRI DAL PIANO ATTUALE DI CAMPAGNA.

APRILE 2020

**Il Geologo
Luca Latella**

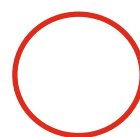
CARTA GEOLOGICA SCALA 1:100.000 FOGLIO N°138 - TERNI



Legenda

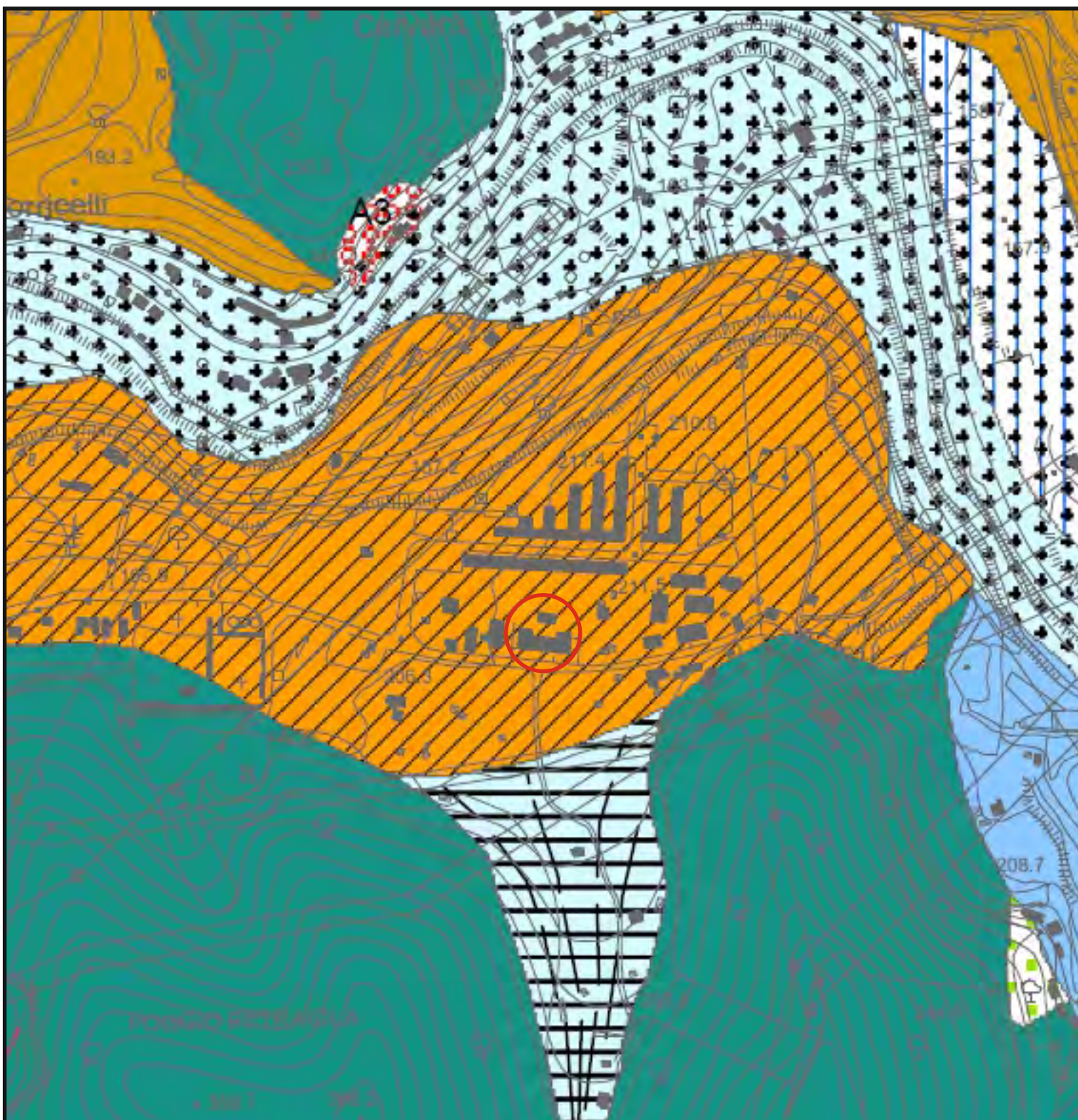


Travertini da litoidi a terrosi, in bancate, talvolta con intercalazioni sabbioso-argillose (tr²).



Area in studio

**CARTA GEOLOGICA DEL PRG DEL COMUNE DI TERNI
C.T.R. 347010 COLLESTATTE SCALA RILEVAMENTO 1:10.000**



Legenda

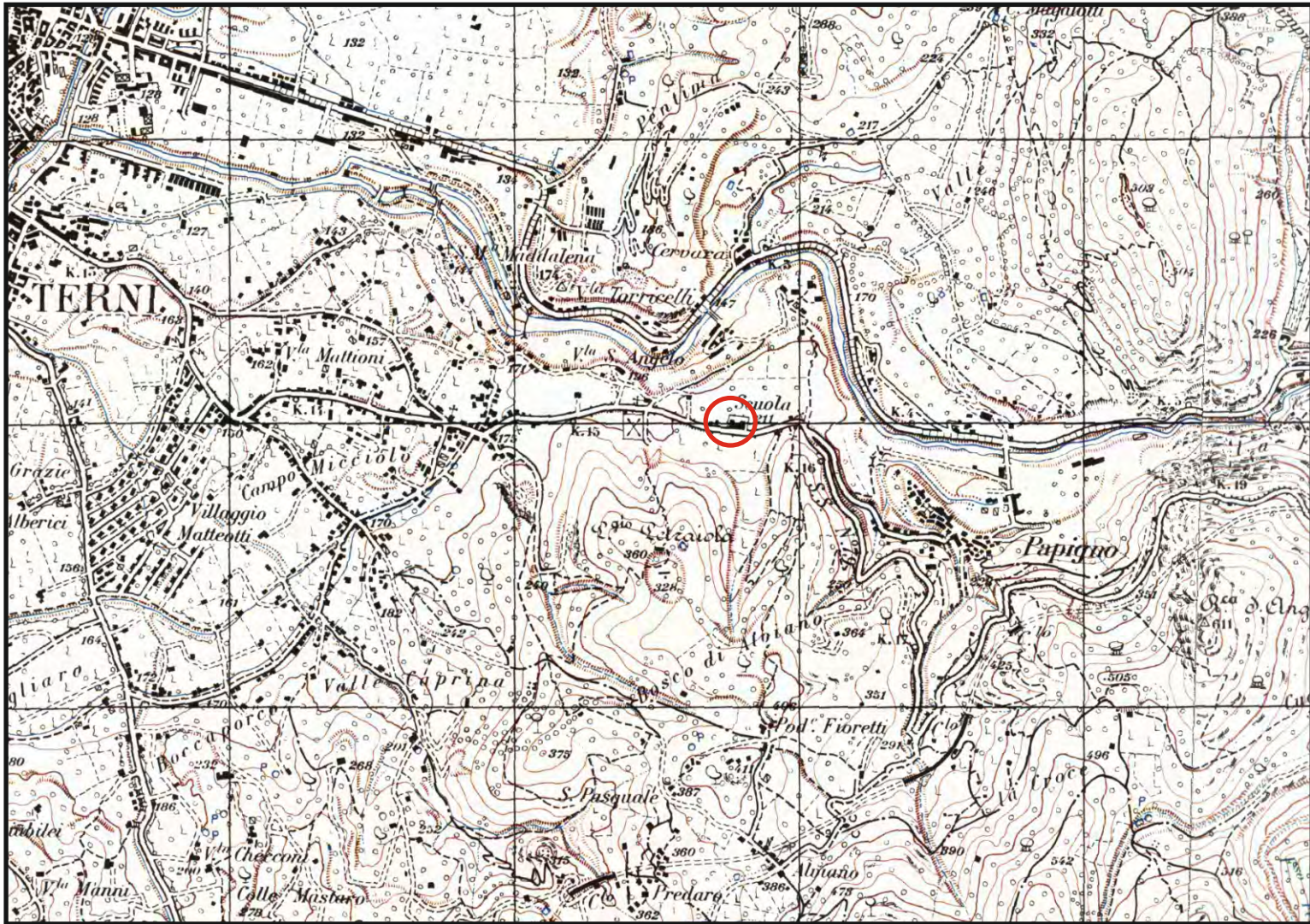


tr1

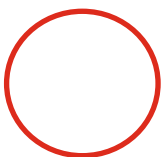
(tr1) Travertini litoidi: travertini litoidi in giacitura massiva o grossolanamente stratificati
(Pleistocene-Olocene)

 Area in studio

UBICAZIONE SU CARTA IGM SCALA 1:25000

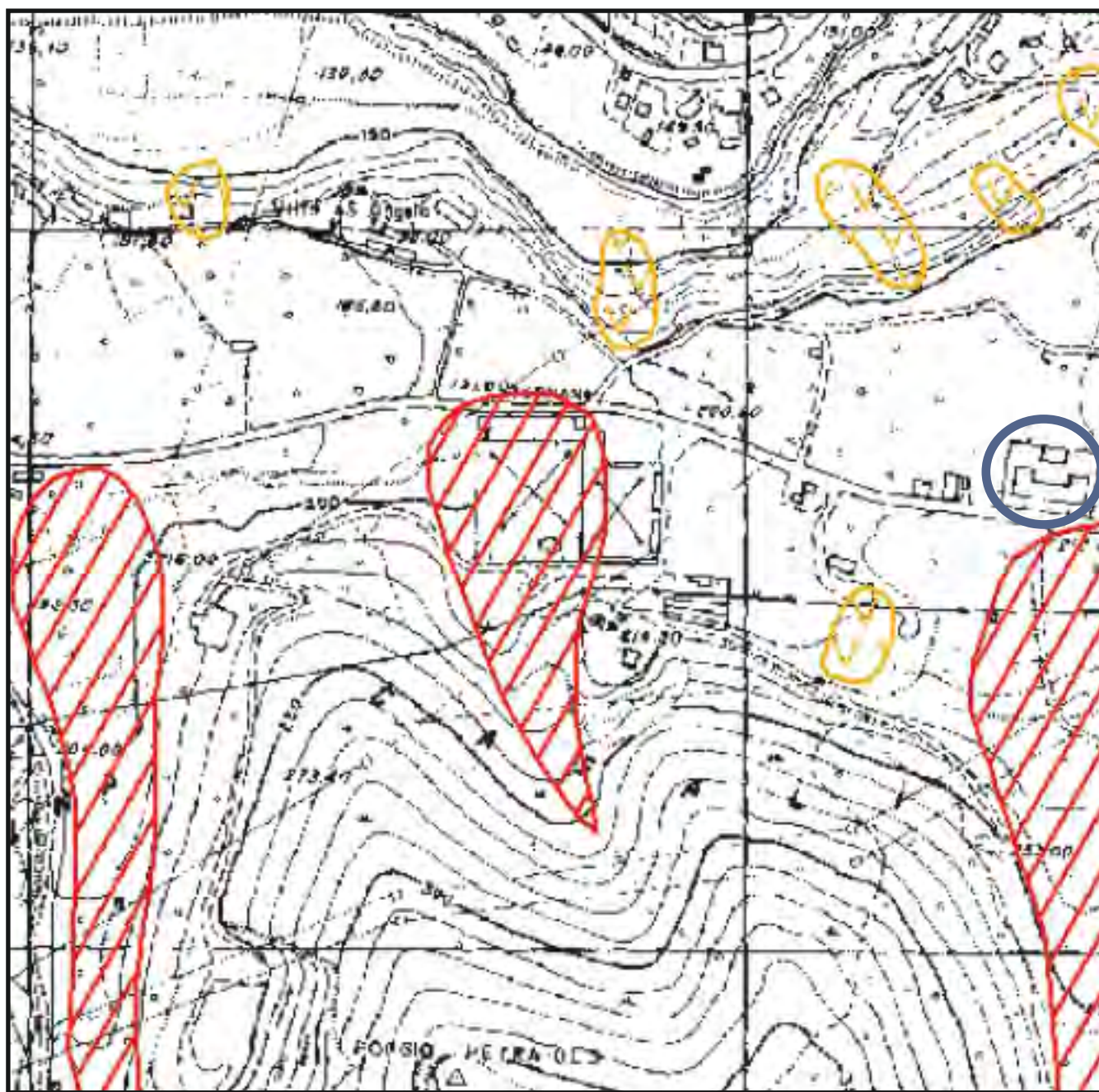


Legenda

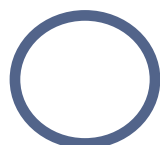


Area in studio

**PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO
INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI
COMUNE DI TERNI - TAVOLA N°132**



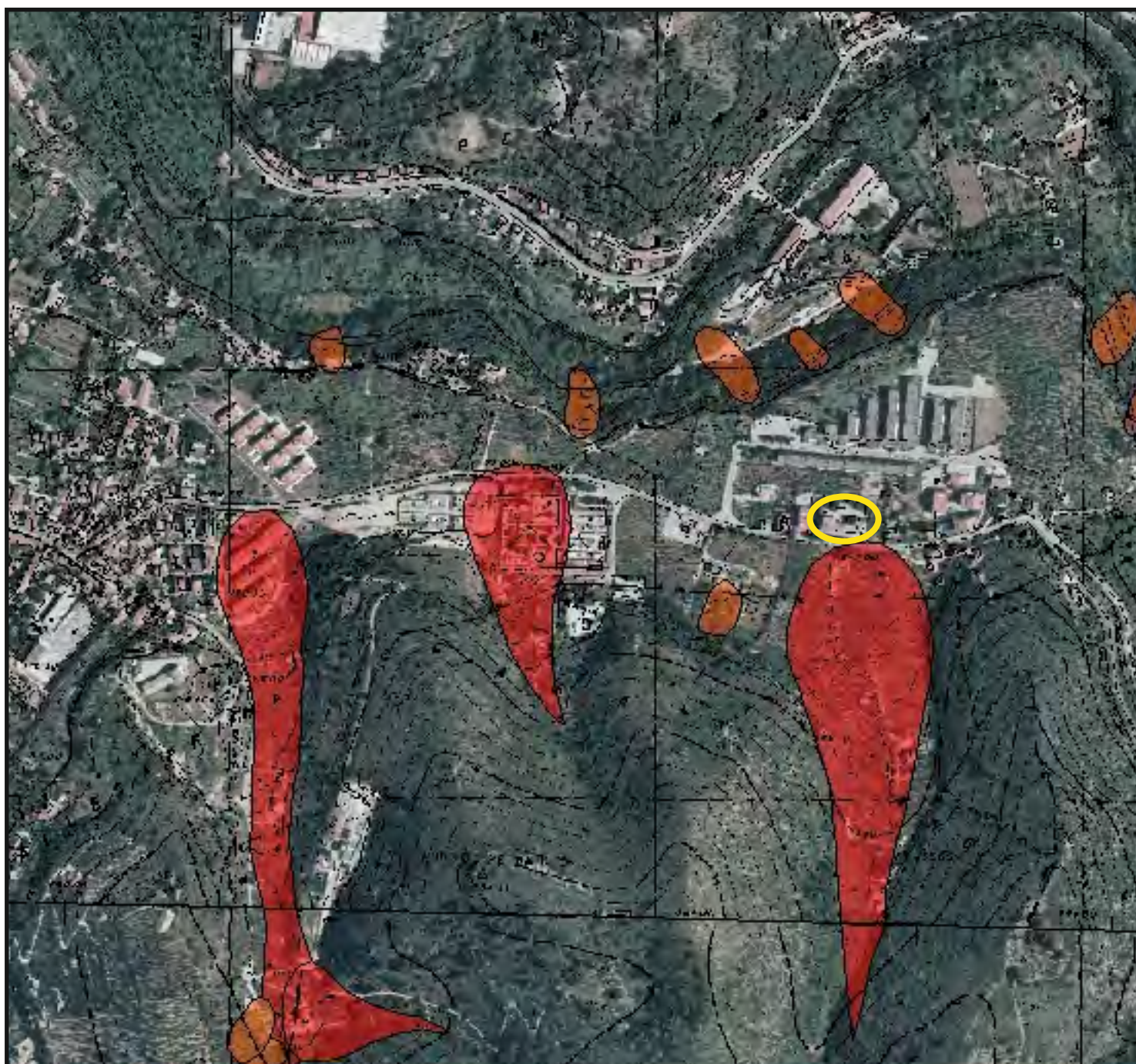
Legenda



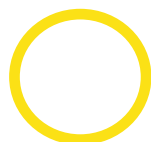
Area in studio

Il sito in esame non risulta essere interessato da fenomeni franosi attivi e/o quiescenti.

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO ASSETTO GEOMORFOLOGICO



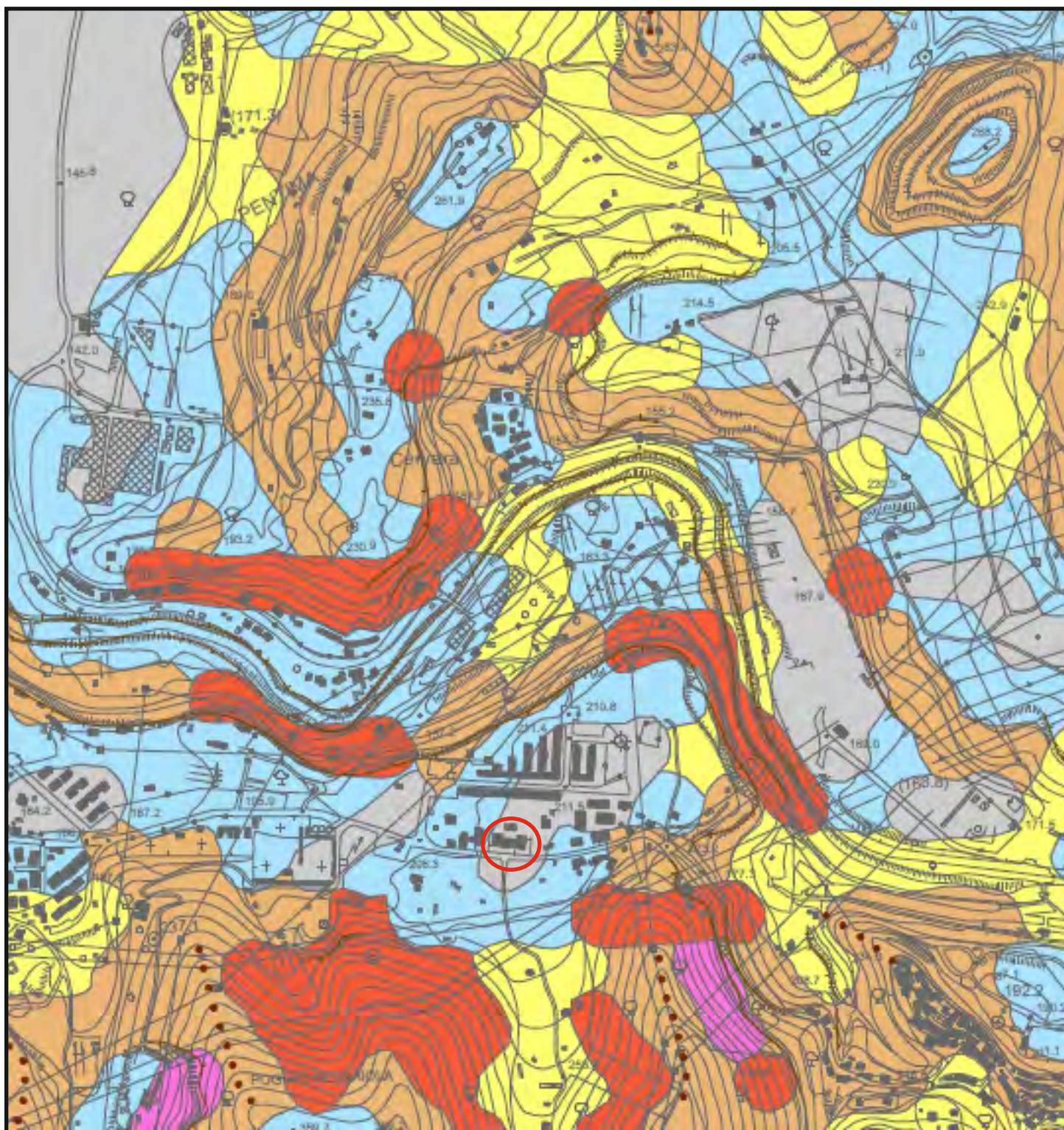
Legenda



Area in studio

Il sito in esame non risulta essere interessato da fenomeni franosi attivi.

**CARTA DELL'ACCLIVITA' DEI VERSANTI CON I PRINCIPALI
ELEMENTI MORFOLOGICI
PRG DEL COMUNE DI TERNI
C.T.R. 347010 COLLESTATTE SCALA RILEVAMENTO 1:10.000**



Legenda

CLASSI DI PENDENZA (P)



1

$P < 5\% (2,8^\circ)$



Area in studio

**CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICO AMBIENTALI DI PIANO
CON ADEGUAMENTO AL PAI
PRG DEL COMUNE DI TERNI
C.T.R. 347010 COLLESTATTE SCALA RILEVAMENTO 1:10.000**

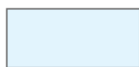


Legenda

AREE A RISCHIO E AD ELEVATA VULNERABILITA'

CLASSI DI CRITICITA'
(Componente "Suolo")

BASSA




aree in cui sono assenti elementi morfogenetici di dissesto e/o erosione dei versanti; la debole acclività e le caratteristiche itotecniche dei terreni rendono globalmente stabili i versanti

CLASSI DI CRITICITA'
(Componente "Idrogeologica")

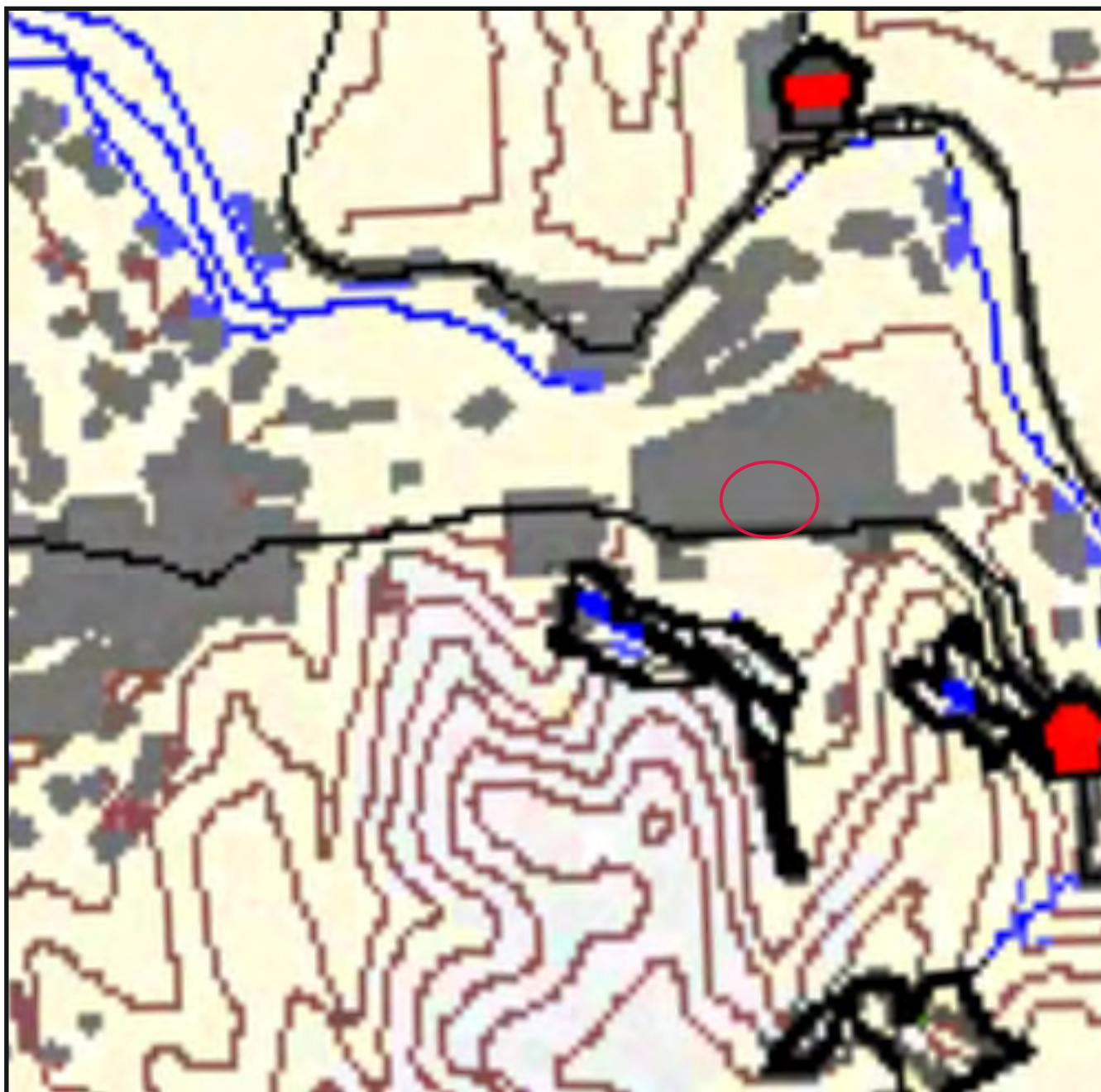
MEDIO-ALTA



aree ricomprese nelle classi con grado di vulnerabilità elevato ed alto; sono caratterizzate da una medio-alta vulnerabilità degli acquiferi e localmente dalla presenza di produttori reali e potenziali di inquinamento

 Area in studio

**PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE
PROVINCIA DI TERNI
TAVOLA IIB1**



Legenda



Area in studio

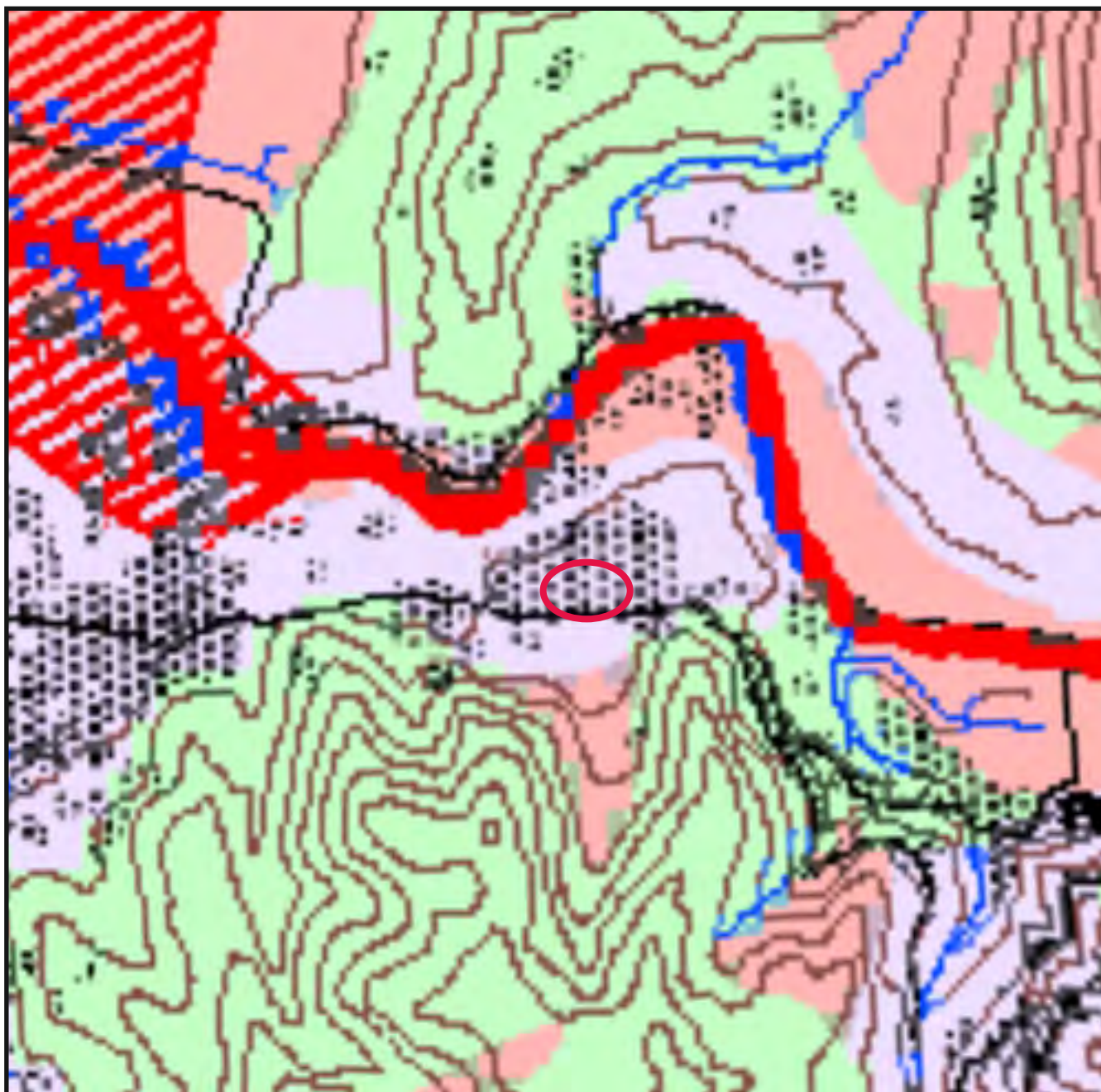
VINCOLO IDROGEOLOGICO




aree non soggette a vincolo

-  limiti amministrativi
-  strade
-  ferrovie
-  curve di livello equidistanza 25 m
-  idrografia
-  edificato e infrastrutture
-  CONFINI COMUNALI
-  IDROGRAFIA

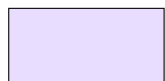
**PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE
PROVINCIA DI TERNI
TAVOLA IIB2**



Legenda

 Area in studio

VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE



Area compresa nella classe con grado di vulnerabilità: basso (B) e bassissimo o nullo (BN) è caratterizzata da acquiferi scarsamente vulnerabili e sottoposti ad una non significativa pressione antropica

ORTOFOTO



Legenda



Area in studio

ORTOFOTO CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI EFFETTUATE



Legenda



Sondaggi geognostici



Prove penetrometriche dinamiche



Stendimento indagine geofisica MASW



Area in studio

STRATIGRAFIA SONDAGGIO								S2
Impresa: Ge.Ar S.a.s.		Committente: COMUNE DI TERNI		Località: CASALI DI PAPIGNO		Data: 16/06/03		
Profondità <i>m</i> parz. progr.		Litologia	Descrizione litologica	Descrizione geotecnica Scissom. Cu Poket p _t PPT SPT 15 30 45 m				Campioni
1 1.2	1.2	[Litology pattern]	Terreno di riporto limoso-sabbioso, sciolto, con detriti calcarei					1
3 3.1		[Litology pattern]	Limi sabbiosi, leggermente argillosi, addensati, con detriti calcarei di piccola pezzatura, di colore marrone			8 12	2.00 2.45	3
5 5.7	4.3	[Litology pattern]	Limi sabbiosi di natura travertinosa, addensati, di colore giallastro			15 13 16	6.00 6.45	5 7
9 10.0								9
11								11
13								13
15								15
17								17

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente:

Cantiere:

Località:

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

OPERATORE**RESPONSABILE**

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 09/08/2012
 Profondità prova 1,50 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	7	0	0,857	20,02	23,38	1,00	1,17
0,20	12	0	0,855	34,25	40,07	1,71	2,00
0,30	7	0	0,853	19,93	23,38	1,00	1,17
0,40	10	0	0,851	28,41	33,40	1,42	1,67
0,50	12	0	0,849	34,02	40,07	1,70	2,00
0,60	15	0	0,797	39,92	50,09	2,00	2,50
0,70	13	0	0,795	34,52	43,41	1,73	2,17
0,80	13	0	0,793	34,44	43,41	1,72	2,17
0,90	12	0	0,842	32,00	38,03	1,60	1,90
1,00	14	0	0,790	35,04	44,37	1,75	2,22
1,10	12	0	0,838	31,87	38,03	1,59	1,90
1,20	13	0	0,786	32,39	41,20	1,62	2,06
1,30	13	0	0,785	32,32	41,20	1,62	2,06
1,40	57	0	0,633	114,32	180,63	5,72	9,03
1,50	62	0	0,631	124,02	196,48	6,20	9,82

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

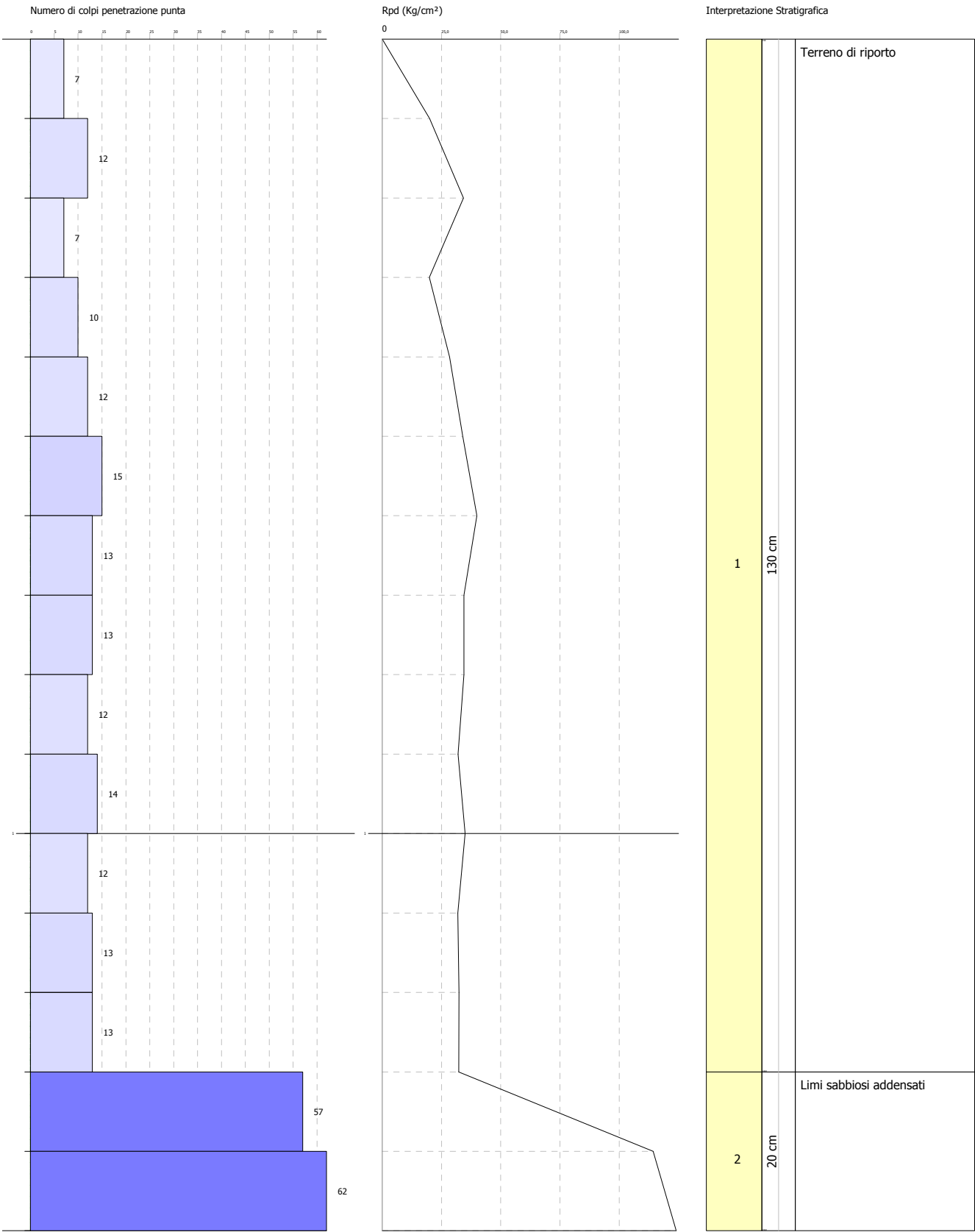
Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno di riporto	1,3	8,96	Coesivo Incoerente	1,93	---	21,56	0,15	41,11	89,60	0,34	510,60	91,99
[2] - Limiti sabbiosi addensati	1,5	45,28	Incoerente	2,22	2,50	37,94	--	120,47	301,40	0,26	2341,34	141,19

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente:
Cantiere:
Località:

Date: 09/08/2012

Scala 1:7



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: COMUNE DI TERNI Cantiere: Località: PAPIGNO	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,76 m
Peso sistema di battuta	4,2 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1
Rivestimento/fanghi	No

Signature 1

Signature 2

PROVA ... Nr.1 SONDAGGIO S1

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO
11/04/2020

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
1,25	7
1,40	8
1,55	11
5,15	13
5,30	12
5,45	15
8,15	15
8,30	18
8,45	22

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1)	0.00-1,55	19	Incoerente	2.18	2.35	38.02	--	114,00	224,90	0,32	1035,00	108,39
Strato (2)	5.00-5,45	27	Incoerente	2,20	2,50	42.03	--	162,00	319,30	0,3	1440,11	154,08
Strato (3)	8.00-8,45	40	Incoerente	2,30	2,50	44.00	--	240,00	472,70	0,27	2083,77	188,27
Strato												

PROVA ... Nr.1 SONDAGGIO S2

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO
11/04/2020

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,15	8
2,30	12
2,45	11
6,15	15
6,30	13
6,45	16

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturato (t/m³)	Ango lo di resist enza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1)	0.00- 2,45	23	Incoerente	2,22	2,50	38.50	--	138,00	272,10	0,31	1238,62	122,38
Strato Strato (2) Strato	6.00- 6,45	29	Incoerente	2,25	2,50	45.00	--	174,00	342,90	0,3	1540,17	163,4



Società Geologica Srl

Via G. Vitalone 18 - 05100 Terni

Cod. Fisc./P.IVA 01374990552

REGIONE UMBRIA

PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI TERNI

Località : CASALI DI PAPIGNO – TERNI

Committente : COMUNE DI TERNI

INDAGINI MASW

Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie)

SOCIETÀ' GEOLOGICA S.r.l
Dott. Geol. Luca Latella

Data: Agosto 2012

PREMESSA

Nel mese di Agosto 2012, è stata eseguita un'indagine MASW *Multi-channel Analysis of Surface Waves*.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di n. 1 stendimento della lunghezza di 23 m, utilizzando 24 geofoni con intervallo intergeofonico pari rispettivamente a 1.0 m. Come sorgente di energia è stata utilizzata una mazza di battuta. L'acquisizione dei dati è stata effettuata mediante il Sismografo a 24 canali 16SG24 della P.A.S.I. s.r.l. di Torino, mentre la successiva elaborazione è avvenuta mediante il software WinMASW, della EliaSoft.

NOTE TEORICHE

A cosa serve sapere la Vs?

La questione delle Vs è venuta alla ribalta in relazione alle novità normative in materia antisismica. La conoscenza del valore della Vs nella parte più superficiale è infatti utile a stimare l'effetto di sito (l'amplificazione litologica).

In realtà la Vs ha notevole valore anche dal punto di vista dell'ingegneria civile (ricordiamo ad esempio che il *modulo di taglio* è dato dal prodotto della densità per il quadrato della Vs). In generale la conoscenza di Vs e Vp fornisce un valore aggiunto notevole in quanto consente una serie di considerazioni (geomeccaniche ambientali e litologiche) impossibili da svolgere avendo a disposizione solo l'una o l'altra. Si ricordi, giusto per dare un motivo di riflessione, come la Vp sia fortemente influenzata dalla presenza di acqua (le rifrazioni in Vp fatte in pianura alluvionale forniscono Vp attorno a 1500m/s a pochissimi metri di profondità proprio a causa della "tavola d'acqua") mentre la Vs ne sia solo modestamente influenzata.

Cos'è una misura MASW

MASW è l'acronimo di *Multi-channel Analysis of Surface Waves* (*Analisi Multi-canale di Onde di Superficie*). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie.

Più specificatamente si analizza la **dispersione** delle onde di superficie (cioè il fatto che frequenze diverse - cioè lunghezze d'onda diverse - viaggiano a velocità diversa). Il principio base è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale (cioè del segnale sismico che si propaga) viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo.

Più specificatamente: le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini *sentono* gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

Poichè tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte.

Quindi la tipica curva di dispersione si presenta secondo un *trend* del genere riportato nella seguente figura (nella quale sono riportate le curve di dispersione sia delle onde di Rayleigh che di Love per un tipico modello) . Tradizionalmente le *MASW* sono effettuate tramite analisi delle onde di Rayleigh (che vengono registrate tramite i comuni geofoni a componente verticale - quelli usati per la comune rifrazione in onde compressionali - e considerando una comunissima sorgente ad impatto verticale, cioè la classica martellata).

Questo avviene per almeno 2 motivi:

1. tali geofoni (e tale modalità di acquisizione) sono sicuramente i più semplici e comuni.
2. la propagazione e dispersione delle onde di Rayleigh si verifica senza problemi anche in caso di canali a bassa velocità (inversioni di velocità) che, come sappiamo, risultano invisibili per la rifrazione (i cui risultati vengono anzi inficiati dalla presenza di inversioni di velocità!).

In sintesi: poichè la dispersione delle onde di superficie dipende dalle caratteristiche del sottosuolo (dalle sue variazioni verticali), dalla determinazione delle curve di dispersione è possibile ricavare le caratteristiche del mezzo (i parametri fondamentali sono la velocità delle onde di taglio e lo spessore degli strati).

SINTESI DEI RISULTATI

PROFILO MASW

Lunghezza stendimento: 23 m;

Distanza intergeofonica: 1.0 m.

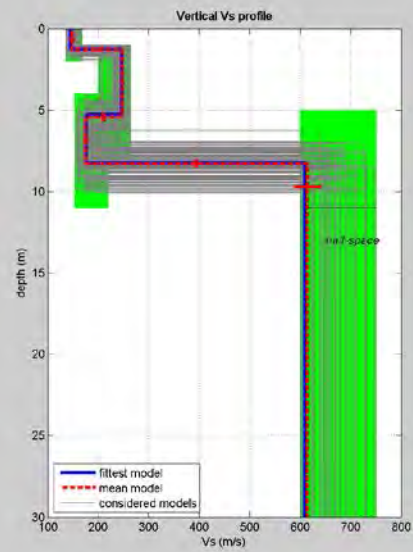
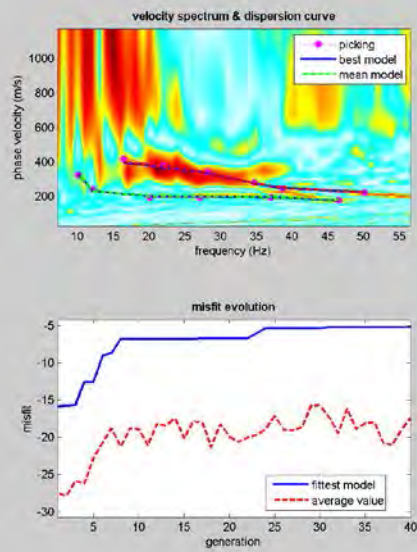
L'acquisizione dei risultati è avvenuta effettuando n. 3 battute rispettivamente con offset di 2, 3 e 5 metri ed utilizzando come sorgente di energia una mazza di battuta. L'interpretazione dei dati ha permesso di individuare il seguente risultato : **La velocità V_s eq (m/s) = 389**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008) il terreno in oggetto ricade nella categoria di sottosuolo:

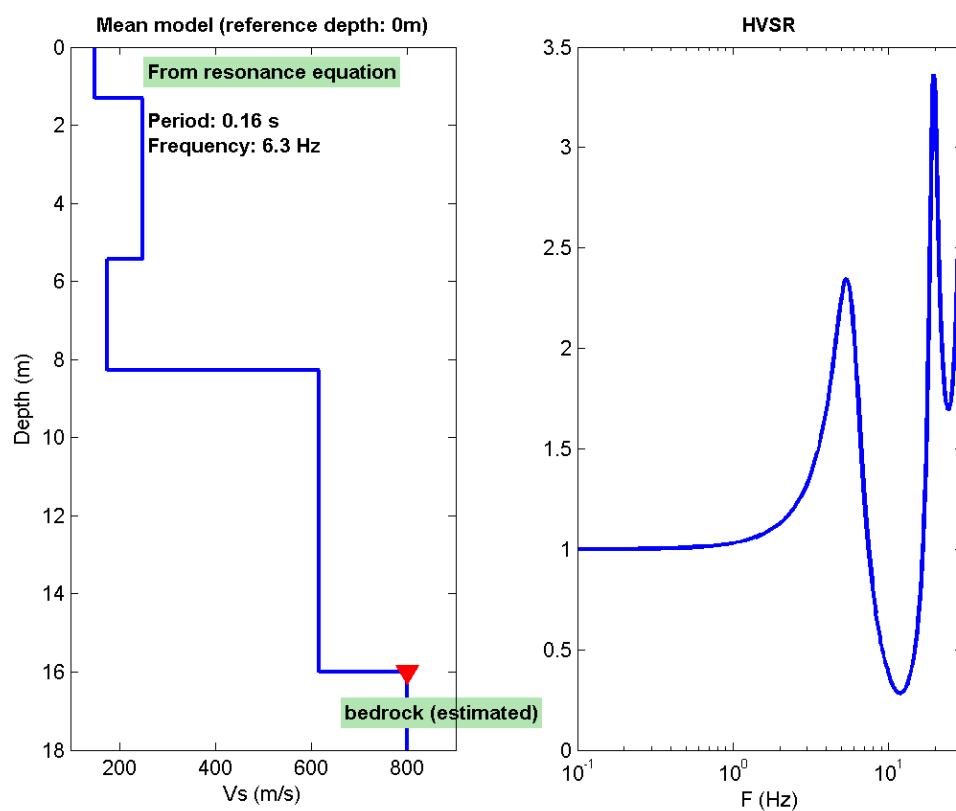
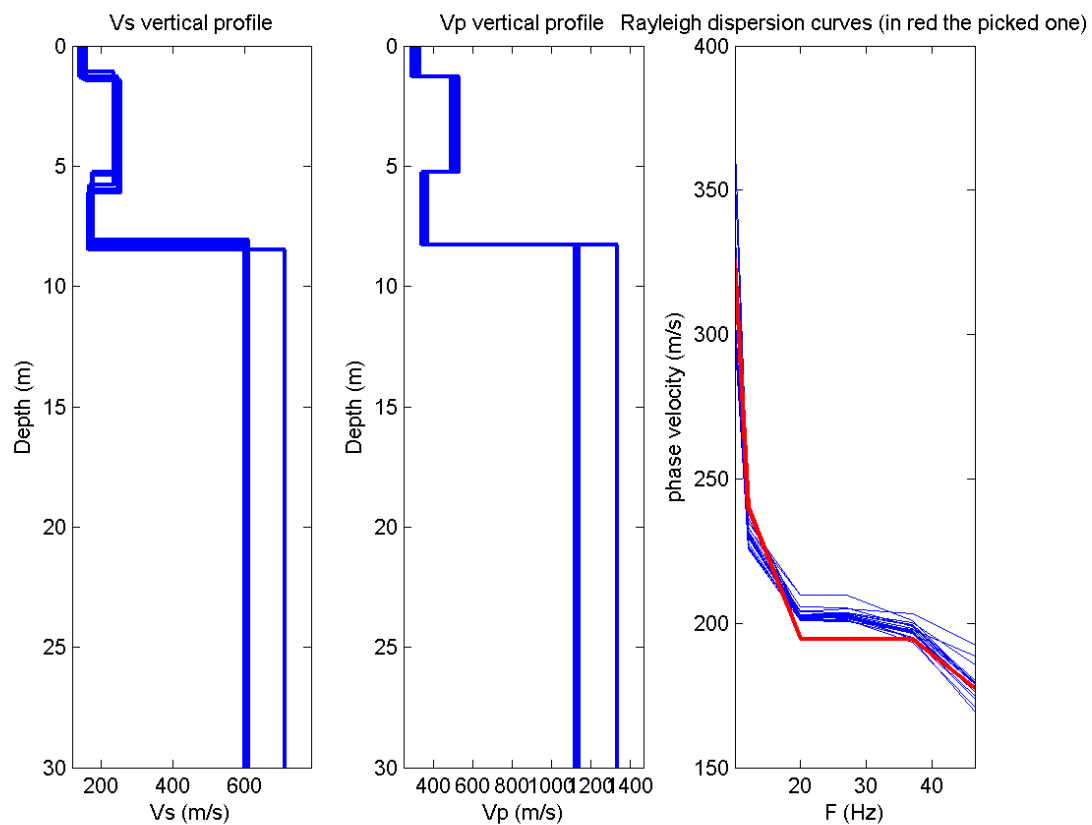
B - “***B***” - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

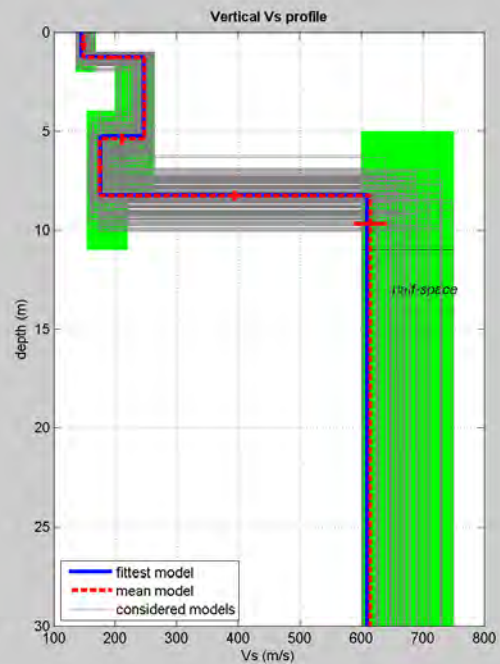
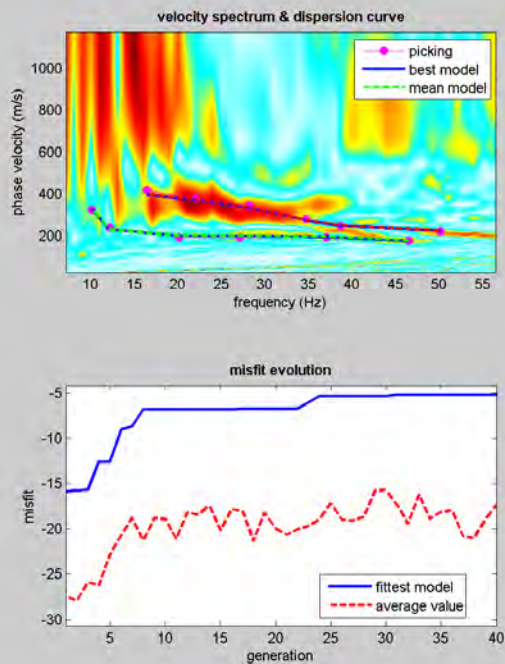
E' da tener presente, tuttavia, che le V_s EQ, e la relativa categoria di sottosuolo risultante, si riferiscono ai 30 metri di profondità a partire dal piano campagna o al raggiungimento del bedrock sismico.

Sismostrato	V_s (m/s)	Spessore (m)
1	148	1.3
2	248	4.1
3	175	2.9
4	615	21.7



dataset: 002.DAT
 dispersion curve: xcfig.cdp
 VS30 (best model): 387 m/s
 VS30 (mean model): 389 m/s

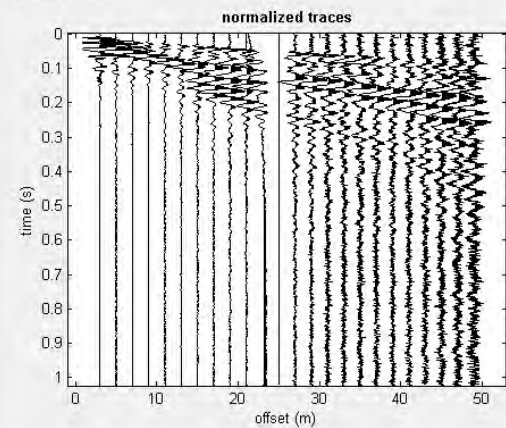




dataset: 002.DAT
 dispersion curve: xcfc.cdp
 VS30 (best model): 387 m/s
 VS30 (mean model): 389 m/s

#1: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: 002.DAT
 minimum offset: 3 m
 geophone spacing: 2 m
 sampling: 1 ms



utilities: flip traces, spectrum, movie ?

data selection: activate, select 20, cancel, save

refraction: quick refraction, upload, save, clear refraction



ver. 4.1 Pro

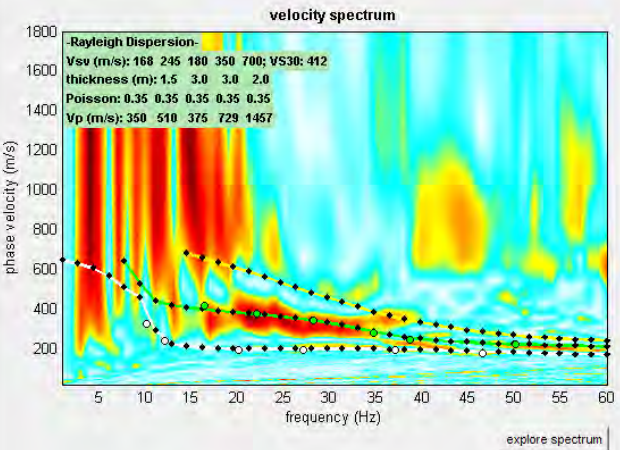
Attenuation analysis

#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)

MASW: calculate spectrum, ☐ Tau - v

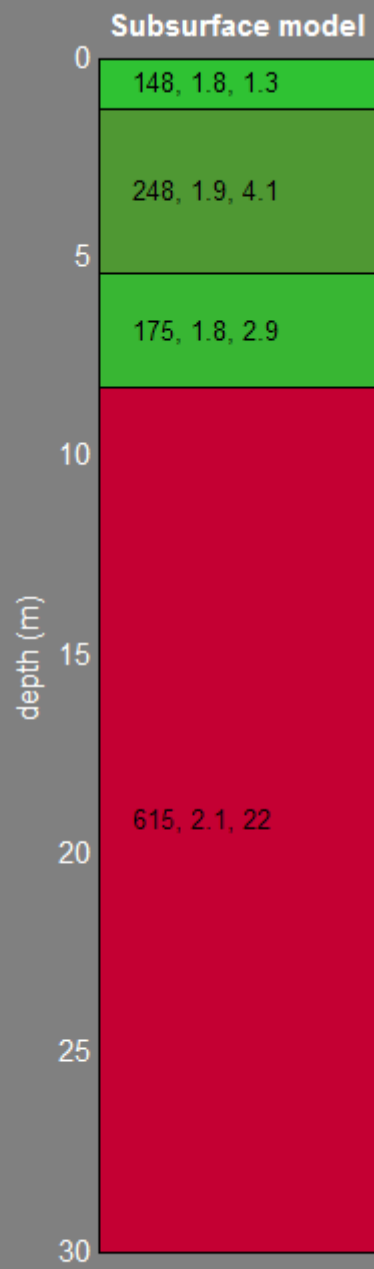
ReMi: upload ReMi spectrum

visualize curves: input curve ?



modelling: parameters, save model, upload model 3, Rayleigh, eigen period, refresh ?

xcfc.cdp picking: first higher, use the right button to select the last point of the considered mode, save picking, cancel picking, inversion, exit



V_s (m/s)	density (gr/cm^3)	thickness (m)
----------------	--	------------------

Documentazione Fotografica

Stendimento MASW



Documentazione Fotografica

Prova penetrometrica dinamica media

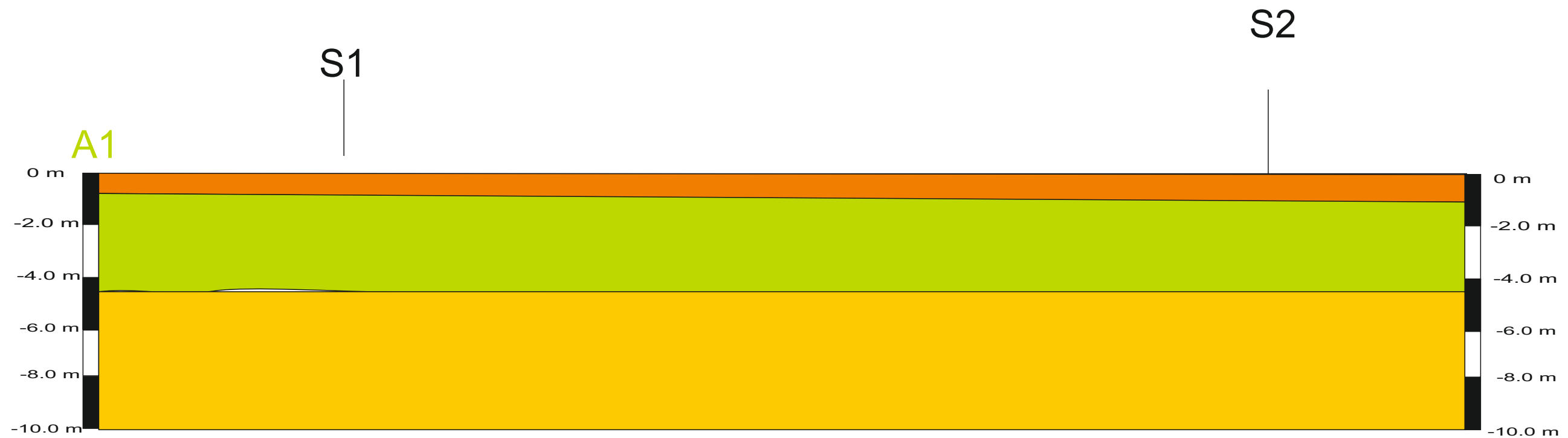




● Sondaggio geognostico

— Traccia sezione geologica

Sezione geologica e geotecnica Scala 1:500



0 m = 213 m s.l.m.

Legenda:



TERRENO DI RIPORTO

Peso unità di volume (t/m^3) = 1,90; Angolo di resistenza al taglio $22,00^\circ$ $V_s = 140 \text{ m/s}$



LIMI SABBIOSI ADDENSATI

Peso unità di volume (t/m^3) = 2,20; Angolo di resistenza al taglio $38,00^\circ$ $V_s = 250 \text{ m/s}$



LIMI SABBIOSI DI NATURA TRAVERTINOSA ADDENSATI

: Peso unità di volume (t/m^3) = 2,30 Angolo di resistenza al taglio $44,00^\circ$ $V_s = 600 \text{ m/s}$