



Comune di Ascoli Piceno
MEDAGLIA D'ORO AL VALOR MILITARE PER ATTIVITÀ PARTIGIANA

**SETTORE
EDILIZIA, ATTIVITÀ
PRODUTTIVE ED AMBIENTE**

Sportello Unico
per le Attività Produttive
suap.ap@pec.it

**RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA
SCUOLA COMUNALE DON GIUSSANI
(D.M. 14.01.2008 e smi)**



**OGGETTO: VERIFICA DI VULNERABILITÀ SISMICA – OPCM 3274 del 2003 – EDIFICIO
SCUOLA COMUNALE DON GIUSSANI DI MONTICELLI, COMUNE DI
ASCOLI PICENO.**

Ascoli Piceno, 13 marzo 2017

Il Geologo
dott. geol. Francesca Acciaccafferri



INDICE

1. PREMESSA
2. RIFERIMENTI NORMATIVI
3. BIBLIOGRAFIA
4. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO
5. METODI E MEZZI DI INDAGINE
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO
7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO
8. MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO E PARAMETRI CARATTERISTICI
9. MODELLAZIONE SISMICA
10. CONCLUSIONI

ALLEGATI

- Stralcio CARTA TOPOGRAFICA IGM - scala 1:25.000;
- Stralcio CARTA GEOLOGICA del PRG comune di Ascoli Piceno - scala 1:5.000;
- Stralcio CARTA GEOMORFOLOGICA del PRG comune di Ascoli Piceno - scala 1:5.000;
- Stralcio CARTA DELLA PERMEABILITA' del PRG comune di Ascoli Piceno - scala 1:5.000;
- Stralcio CARTA DELLA PERICOLOSITA' del PRG comune di Ascoli Piceno - scala 1:5.000;
- PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI - scala 1: 1000;
- Colonne stratigrafiche n.8 sondaggi;
- SEZIONE N-S scala 1:1000;
- SEZIONE E-W scala 1:1000;
- REPORT Misura Sismica Passiva a stazione singola (HVSr) e prova MASW.
- Report GEOSTRU;

ALLEGATO esterno alla relazione:

“Studio geologico-tecnico sul terreno di fondazione della nuova scuola media in località Monticelli” -
1992 - Geol. Dott. Vittorio Marucci.

1.PREMESSA

Le scosse registrate a partire dal 24 agosto del 2016 hanno provocato lesioni all'edificio sede della scuola media comunale Don Giussani nel quartiere di Monticelli, comune di Ascoli Piceno.

I danni riscontrati hanno necessariamente portato all'evacuazione dell'edificio.

La presente relazione descrive le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area di sedime dell'edificio scolastico della Scuola Media Comunale sita in Via degli Iris ed inquadrata catastalmente nel Foglio n.73 particella n°1118 del Comune di Ascoli Piceno.

Lo Studio Geologico, ai sensi della normativa di riferimento, è stato condotto con un rilevamento geologico dell'area e delle zone strettamente limitrofe, con l'analisi della bibliografia scientifica edita e inedita disponibile e con una indagine in sito consistita, in questa prima fase, in una sola misura di sismica passiva a stazione singola tipo HVSr per valutare la frequenza di risonanza del terreno e una stima della velocità delle onde sismiche di tipo S al suolo ed una prova MASW.

La relazione ha tenuto conto delle informazioni contenute nello "Studio geologico-tecnico sul terreno di fondazione della nuova scuola media in località Monticelli" redatto nel 1992 dal Geol. Dott. Vittorio Marucci, allegata alla presente di cui si richiamano e condividono integralmente i contenuti.

2.RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. 11/03/1988 "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, esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- D.P.R. 380/2001.
- OPCM n.3271 del 2003;
- P.A.I, Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del fiume Tronto, approvato con Delibera n.3 del 07/06/2007 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto;
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni";

3.BIBLIOGRAFIA

- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DI LORITO L., LEONELLI M., MICARELLI A., PESARESI A., POTETTI M., TADDEI L. & VENANZINI D. (1980) - *Analisi tettonico-sedimentaria dei «bacini minori» torbiditici del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 9) Il bacino della Laga tra il F. Fiastrone-T. Fiastrella ed il T. Fluvione*. Studi Geol. Camerti, **6**, 81-133.
- Centamore E., Deiana G. (1986), "la geologia delle Marche", Studi Geologici Camerti, Volume speciale;
- AA.VV. "L'Ambiente Fisico delle Marche", 1991;
- D. Spallarossa, S. Barani Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova - Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006 / Progetto S1 Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori - Deliverable D14 Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-ε;
- Dott. Geol. Vittorio Marucci - Studio Geologico-geotecnico sul terreno di fondazione della nuova scuola media in località Monticelli, (1992);

4.INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

La scuola media comunale Don Giussani è ubicata nel quartiere di Monticelli, in via degli Iris, ad est del centro storico di Ascoli Piceno. L'area di pertinenza della scuola confina a NE con via degli IRIS ed a W-NW con via delle Begonie.

Cartograficamente è appartiene alla tavoletta I.G.M. foglio 326 II Ascoli Piceno (serie 25), Foglio 133 IV SO "Ascoli Piceno Ovest" (serie 25V). Nella Carta tecnica Regionale scala 1:10000 la zona è compresa nella sezione 326120 ed in particolare nell'elemento 326123 in scala 1:5000.

Dal punto di vista catastale l'edificio scolastico sito in Via degli Iris è inquadrato catastalmente nel Foglio n.73 particella n°1118 del Comune di Ascoli Piceno.

Le coordinate geografiche dell'area di studio sono le seguenti:

Sistema di riferimento	Latitudine	Longitudine
WGS 84	42,852767	13,616896
ED50	42,853727	13,617811

5.METODI E MEZZI DI INDAGINE

Per la redazione dello studio geologico e la modellazione sismica svolti a supporto della verifica di vulnerabilità sismica dell'edificio è stato svolto un rilevamento geologico-geomorfologico dell'area, un'indagine sismica effettuata con il metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) e un'indagine geofisica tipo Masw.

Inoltre nell'ambito della redazione dello studio sui terreni di fondazione dell'edificio sono stati effettuati n. 8 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo, due dei quali attrezzati a piezometro e corredati da prove S.P.T. (Standard Penetration Test). Sono state effettuate prove con Pocket Penetrometro sulle carote riportate in superficie, prelevati campioni indisturbati e mandati ad un laboratorio specializzato per la definizione delle caratteristiche granulometriche, del contenuto di acqua naturale, del peso specifico e di volume. Sono stati definiti i limiti di Atterberg, svolta una prova edometrica su campione di sabbia satura, una prova triassiale consolidata non drenata su campione di limo ed una prova ad espansione laterale libera su un campione di arenaria.

6.INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geologico la zona in esame ricade all'interno del Bacino torbido della Laga, un bacino sedimentario ubicato nella porzione meridionale del più generale Bacino Marchigiano Esterno, sviluppato a lato delle aree appenniniche in sollevamento durante il Messiniano caratterizzato da dorsali minori e depressioni longitudinali dislocate da faglie trasversali. La Formazione della Laga, che costituisce il substrato geologico dell'area, è formata da depositi marini di ambiente di scarpata e di piana abissale messi in posto durante il Miocene da flussi torbidi di provenienza occidentale. Dei tre membri (Cantalamessa et al., 1986) che costituiscono la formazione, nell'area indagata affiora quello evaporitico, spesso circa 500m, prevalentemente arenaceo e che include caratteristici livelli marnoso-bituminosi e gessarenitici.

In discordanza angolare sul substrato, poggiano i sedimenti continentali del Quaternario riferibili, in questa zona, ad un ambiente deposizionale di tipo eluvio-colluviale.

In particolare, si osservano coltri di origine eluvio-colluviale recenti (Olocene), formate da limi sabbioso-argillosi e sabbia limosa che possono talora inglobare frammenti argillosi del substrato e noduli di calcite; questi depositi sono in particolare legati all'alterazione in posto dei terreni del substrato (eluvium) ad opera degli agenti atmosferici e/o ad accumulo sui pendii e nelle aree di displuvio (colluvium) ad opera delle acque di ruscellamento superficiale che trasportano i materiali a grana fine e finissima provenienti dal progressivo smantellamento superficiale dei versanti stessi.

A sud dell'area, associato al fiume Tronto che in quella zona scorre incassato di circa 20 m rispetto al piano della viabilità, si osserva un esteso terrazzo alluvionale del terzo ordine (Pleistocene superiore) generatosi a seguito di alterni periodi di incisione e sedimentazione. L'importante sollevamento tettonico iniziato nel Pleistocene medio, ha poi permesso l'approfondimento del letto fluviale all'interno dei depositi fino alla sottostante Formazione della Laga.

Lo spessore della coltre eluvio-colluviale, nella zona dove sono state svolte le prove, in relazione alla configurazione morfologica del substrato, può variare da zero fino a 10 metri e oltre.

I sondaggi eseguiti al fine della redazione dell'indagine "geologico-geotecnica sul terreno di fondazione della nuova scuola media in località Monticelli" hanno permesso di ricostruire l'andamento della formazione di base in profondità.

L'edificio scolastico è ubicato in un'area intensamente edificata la cui morfologia originaria è stata modificata. Prima degli interventi edilizi realizzati, l'area era attraversata da un fosso che generava una vallecchia asimmetrica riempita da depositi eluvio colluviali.

L'edificio scolastico è stato progettato su tre livelli ubicati a differenti quote: il parcheggio a quota 141 m s.l.m., il corpo centrale a quota 137 m s.l.m. e la restante parte dell'edificio a quota di 133 m s.l.m. ovvero alla quota del cortile esterno posto a sud dove è stato realizzato anche il campo da basket.

I lavori e gli sbancamenti realizzati per la costruzione dello stabile hanno portato alla luce, la formazione di base nella zona ad est, nell'area adiacente al campo di basket della scuola dove l'affioramento mostra una scarpata con immersione a nord est degli strati ed inclinazione variabile dai 20° ai 25°. Più ad ovest invece, i dati dei sondaggi mostrano un progressivo approfondimento del bed rock fino a 10 m dall'attuale p.c..

In generale la stabilità dell'area che presenta una lieve pendenza verso sud, appare buona.

Il perimetro indagato ed il suo intorno significativo non intercetta aree a rischio idrogeologico individuate nel PAI Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto.

7.INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'andamento morfologico della formazione di base indica la presenza di una di un asse drenante al contatto dei depositi con la formazione di base, in direzione NE-SW. I depositi superficiali che hanno colmato la vallecchia e coperto la formazione presentano buone caratteristiche di permeabilità che consentono l'infiltrazione dell'acqua e l'istaurarsi di una falda freatica al contatto con la formazione di base impermeabile. Le indagini fatte hanno riscontrato la saturazione di buona parte dello spessore della coltre colluviale.

I sondaggi hanno individuato la presenza di una falda acquifera che arriva in alcune zone fino a 4-6 m dal piano campagna. Nella fase di rilevamento è stato inoltre possibile individuare il livello dell'acqua all'interno di un pozzo ubicato nell'area di pertinenza, a sud dell'edificio scolastico ad una profondità di 9 m dal p.c..

8.MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO E PARAMETRI CARATTERISTICI

I sondaggi svolti prima dei lavori di sbancamento per la costruzione dell'edificio, di seguito riportati, sono stati valutati in base all'attuale conformazione dell'area e riportati attraverso le opportune correzioni all'attuale piano campagna

Per la verifica delle quote attuali sono stati utilizzati i dati derivanti dalle indagini sismiche svolte ed i dati Li.D.A.R. (acronimo dall'inglese Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) forniti al Comune di Ascoli Piceno dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, rilevati nel 2008, e dotati di una accuratezza altimetrica ± 15 cm e planimetrica ± 30 cm.

Successione litostratigrafica definita sulla base dei sondaggi svolti nella campagna geognostica del 1992 dal Dott. Geol. Vittorio Marucci:

Sondaggi n.1 e n.2 (lato est dell'area):

- da 0,00 a m 3,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso con concrezioni calcaree mediamente consistente;
- da 3,00 a m 9,00 in media dal p. c.:
sabbie limose con presenza di detriti di arenaria;
- da 9,00 in poi dal p. c.:
arenarie e marne stratificate talora alterate nella parte sommitale. Esse rappresentano il basamento litico comune a tutta la zona indagata.

Sondaggi n.3 – 4 - 5: (lato nord ovest dell'area)

- da 0,00 a m 5,50 in media dal p. c.:
limo sabbioso argilloso piuttosto consistente;
- da 5,50 a m 17,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso passante a sabbia limosa satura da 8,00 m dal p.c. in poi;
- da 17,00 in poi dal p. c.:
arenarie e marne costituenti il basamento litico;

Sondaggi n.6: (lato ovest porzione centrale)

- da 0,00 a m 3,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso argilloso mediamente consistente;
- da 3,00 a m 13,00 in media dal p. c.:
sabbia limosa satura da 7,00 m dal p.c. in poi;
- da 13,00 in poi dal p. c.:
formazione arenaceo-marnosa costituente il basamento litico della zona;

Sondaggi n.7-8: (lato Sud-Ovest dell'area)

- da 0,00 a m 3,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso-argilloso mediamente consistente;
- da 3,00 a m 11,00 in media dal p. c.:
sabbia limosa lievemente argillosa satura da 4,05 m dal p.c. in poi;
- da 11,00 in poi dal p. c.:
arenarie e marne costituenti il basamento litico.

Le stratigrafie opportunamente corrette sulla base degli sbancamenti effettuati per la realizzazione dell'edificio scolastico e riportate alle attuali quote del p.c. sono le seguenti:

Sondaggi n.1 e n.2 (lato est dell'area):

- da 0,00 a m 1,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso con concrezioni calcaree mediamente consistente;
- da 1,00 a m 7,00 in media dal p. c.:
sabbie limose con presenza di detriti di arenaria;
- da 7,00 in poi dal p. c.:
arenarie e marne stratificate talora alterate nella parte sommitale. Esse rappresentano il basamento litico comune a tutta la zona indagata.

Sondaggi n.3 - 4: (lato nord ovest dell'area)

- da 0,00 a m 4,50 in media dal p. c.:
limo sabbioso argilloso piuttosto consistente;
- da 4,50 a m 16,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso passante a sabbia limosa satura da 7,00 m dal p.c. in poi;
- da 16,00 in poi dal p. c.:
arenarie e marne costituenti il basamento litico;

Sondaggi n.5: (lato ovest porzione centrale)

- da 0,00 a m 7,50 in media dal p. c.:
limo sabbioso argilloso piuttosto consistente;
- da 1,50 a m 13,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso passante a sabbia limosa satura da 6,00 m dal p.c. in poi;
- da 13,00 in poi dal p. c.:
arenarie e marne costituenti il basamento litico;

Sondaggi n.6: (lato ovest porzione centrale)

- da 0,00 a m 2,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso argilloso mediamente consistente;
- da 2,00 a m 12,00 in media dal p. c.:
sabbia limosa satura da 6,00 m dal p.c. in poi;
- da 12,00 in poi dal p. c.:
formazione arenaceo-marnosa costituente il basamento litico della zona;

Sondaggi n.7 : (lato Sud-Ovest dell'area)

- da 0,00 a m 2,00 in media dal p. c.:
limo sabbioso-argilloso mediamente consistente;
- da 2,00 a m 10,00 in media dal p. c.:
sabbia limosa lievemente argillosa satura da 3,0 m dal p.c. in poi;

- da 10,00 in poi dal p. c.:
arenarie e marne costituenti il basamento litico.

Sondaggi n. 8: (lato Sud-Ovest dell'area)

- da 0,00 a m 10,00 in media dal p. c.:
sabbia limosa lievemente argillosa satura da 6,0 m dal p.c. in poi;
- da 10,00 in poi dal p. c.:
arenarie e marne costituenti il basamento litico.

La stratigrafia dell'area può essere riassunta nel seguente modo:

I° STRATO

Limo sabbioso-argilloso mediamente consistente, spessore medio 5,0 m.

II° STRATO

Sabbia limosa a tratti lievemente argillosa, spessore medio 9,5 m e satura sul lato ovest per 7,5 m.

III° STRATO

Basamento litico costituito da arenarie e marne stratificate.

Prove in sito

I° STRATO

Limo sabbioso-argilloso mediamente consistente:

Nspt = 18 colpi/30cm;

Qu = 2,5 kg/cmq;

II° STRATO

Sabbia limosa asciutta:

Nspt = 16 colpi/30cm;

III° STRATO

Sabbia limosa satura:

Nspt = 8 colpi/30cm;

Qu = 0,4 kg/cmq (resistenza apparente);

IV° STRATO

Basamento litico:

Nspt = fuori scala;

Qu > 5,0 kg/cmq .

Caratteristiche meccaniche

I° STRATO

Limo sabbioso-argilloso

- Φ = angolo di attrito interno = 30° ;
- p.v. = peso di volume = 1,8 kg/dmc;
- Cu = coesione non drenata = $\frac{1}{2} Q_u = 1,25$ kg/cm²;
- Dr = densità relativa = 40%;
- E = modulo di Young = 70 kg/cm².

II° STRATO

Sabbia limosa asciutta

- Φ = angolo di attrito interno = 32° ;
- p.v. = peso di volume = 1,9 kg/dmc;
- Dr = densità relativa = 45%;
- E = modulo di Young = 150 kg/cm².

III° STRATO

Sabbia limosa satura

- Φ = angolo di attrito interno = 32° ;
- p.v.' = peso di volume immerso = 0,9 kg/dmc;
- Dr = densità relativa = 45%;
- E = modulo di Young = 35 kg/cm².

IV° STRATO

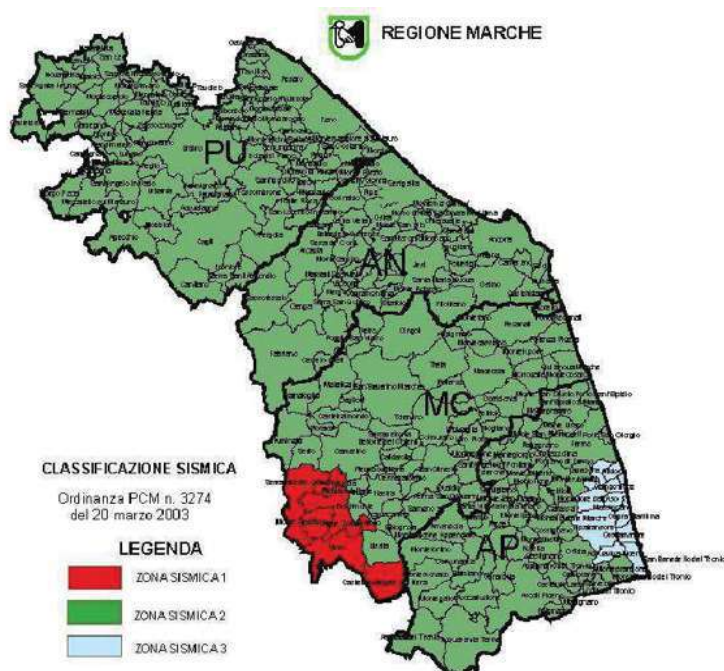
Formazione arenaceo-marnosa di base.

- Φ = angolo di attrito interno = 30° (piani di strato);
- p.v.' = peso di volume immerso = 2 kg/dmc;
- Dr = densità relativa = 70%;
- C = coesione > 5,0 kg/cm²;
- E = modulo di Young > 1000 kg/cm².

9.MODELLAZIONE SISMICA

Caratteristiche sismiche del sito

Il territorio comunale di Ascoli Piceno risulta classificato in zona sismica 2 (media sismicità) ai sensi della dell'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20.03.2003, integrata dalla Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28.04.2006, e del DM 14/01/2008. L'accelerazione massima di riferimento per la zona di studio è pari a 0,25g.



Zona	Peak ground acceleration Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$0,25g < PGA < 0,35g$
2	$0,15g < PGA < 0,25g$
3	$0,05g < PGA < 0,15g$
4	$PGA < 0,05g$

Definizione delle zone sismiche in base ai valori dell'accelerazione orizzontale ai sensi della OPCM n.3274 del 20 marzo 2003

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante l'approccio "sito dipendente" e non attraverso il criterio "zona dipendente".

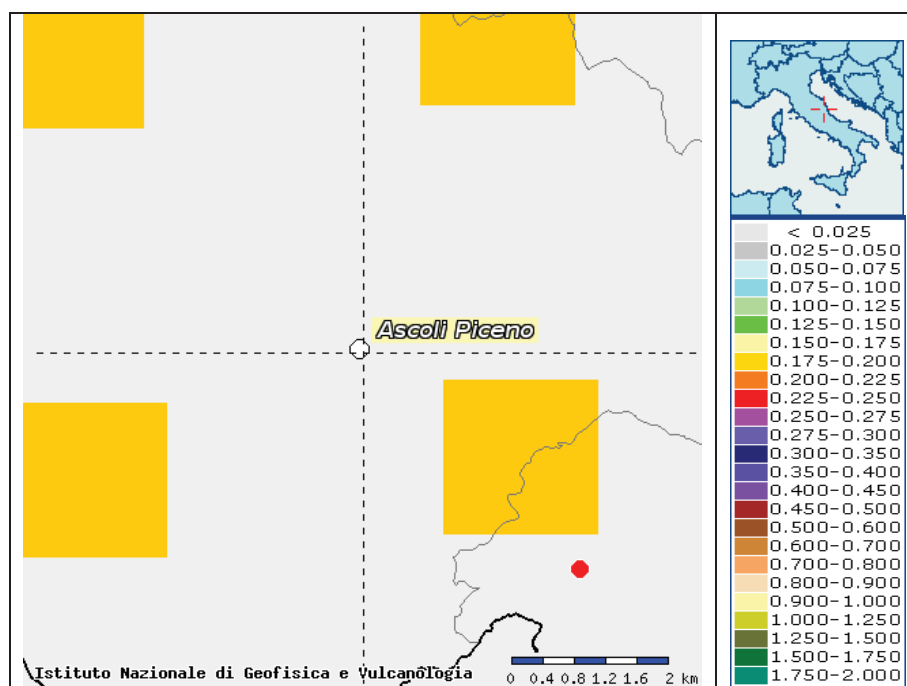
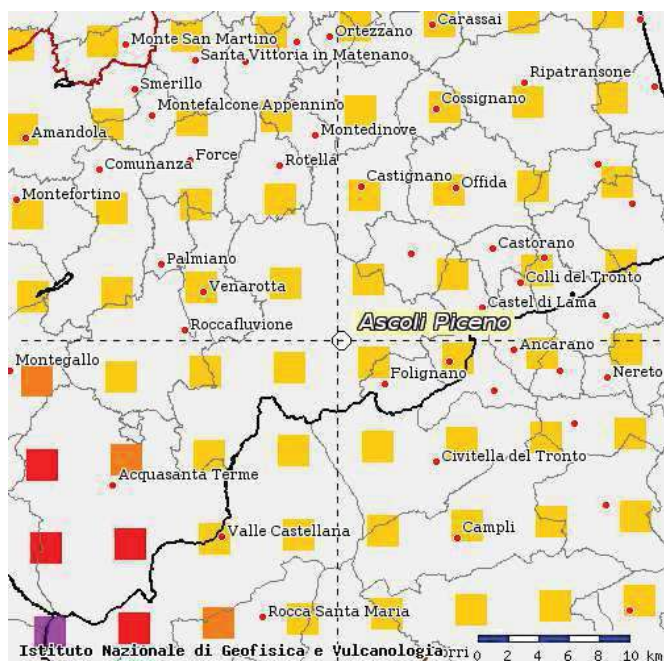
La definizione della "pericolosità sismica di base" è desumibile da un reticolo a maglia quadrata di punti di riferimento che, costruito per l'intero territorio nazionale, si basa sullo studio congiunto delle principali strutture sismo genetiche individuate e dei dati provenienti dai terremoti registrati.

Tale reticolo ed i dati associati a ciascun vertice sono forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

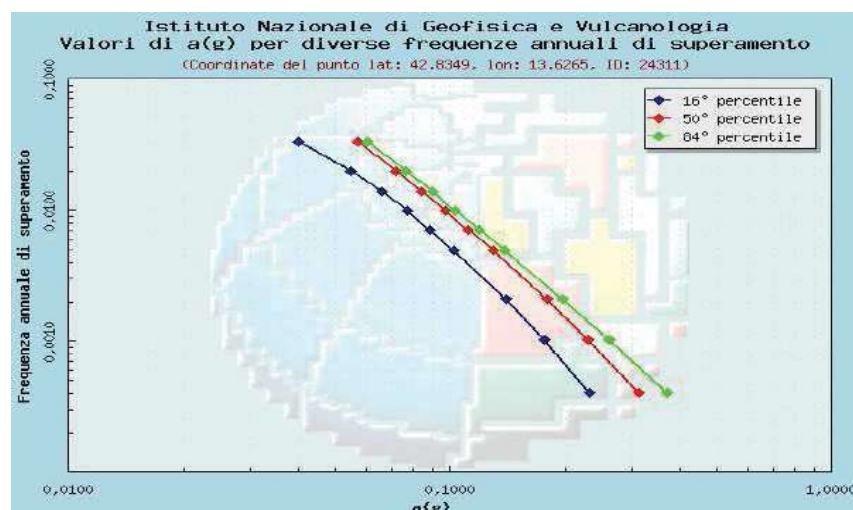
L'azione sismica di progetto viene pertanto definita partendo dalla pericolosità sismica di base del sito oggetto di intervento, che ne costituisce l'elemento essenziale.

Stima della pericolosità sismica di base

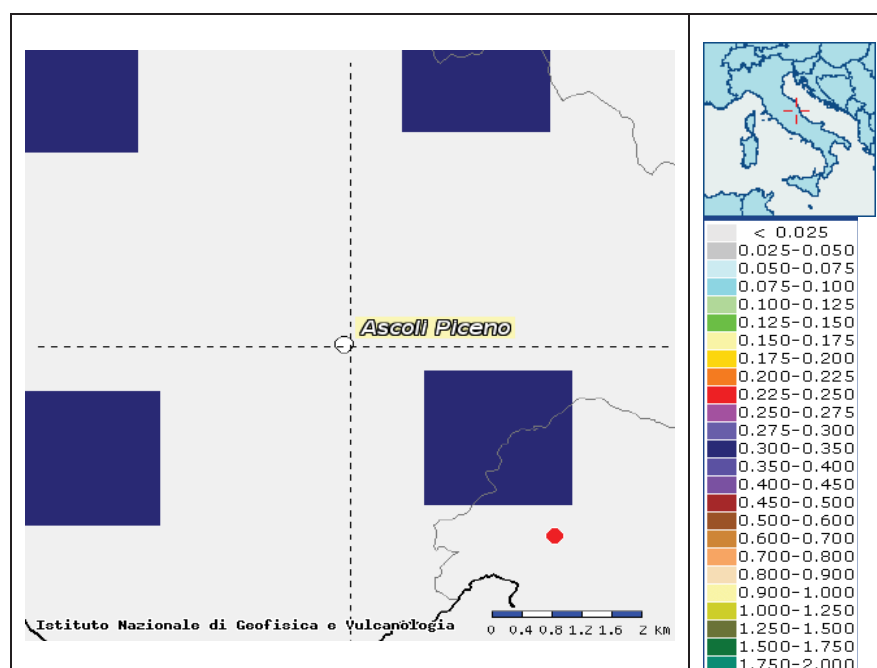
Di seguito si riportano alcune immagini ed alcuni dati tratti dalle mappe interattive della pericolosità sismica del territorio prossimo alla zona in studio (Coordinate WGS84: 42.849 - 13.602; ID 24311) tratte dal sito dell'INGV. I valori espressi in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g), con probabilità d'eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ($V_{s30} > 800$ m/s) sono di 0,175 - 0,200 g.



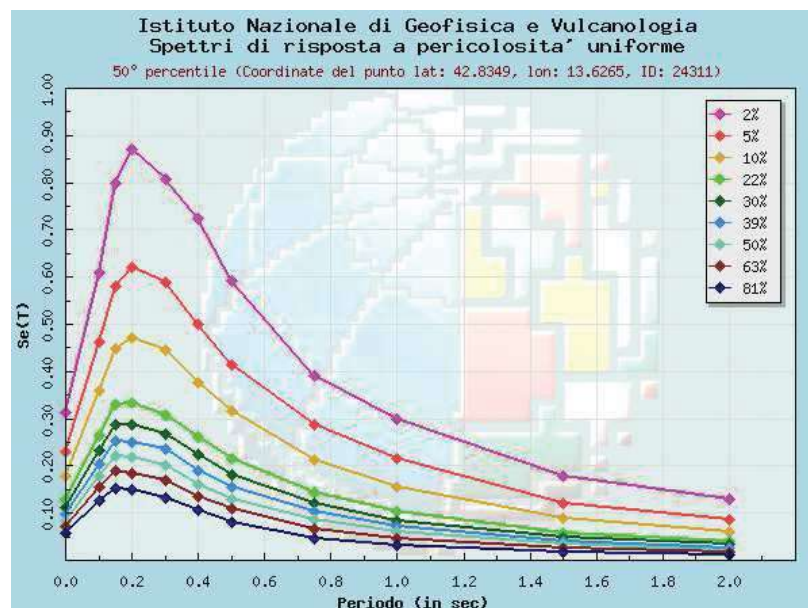
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale con indicata l'area in esame/punto griglia di coordinate WGS84: 42.8349 - 13.6265, (O.P.C.M del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo (a_g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat A, punto 3.2.1. del D.M. 14.09.2005). (fonte INGV:<http://esse1.mi.ingv.it/>).



Curve di hazard: grafico del parametro di scuotimento $a(g)$ per le diverse probabilità annuali di superamento riferita al nodo (ID:24311; coordinate: 42.8349 - 13.6265) più vicino all'area in studio.



Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale con indicata l'area in esame/punto griglia, ID 24311 (O.P.C.M del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressi in termini di Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T (Se(T)), in accelerazione con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat A, punto 3.2.1. del D.M. 14.09.2005). (fonte INGV: <http://esse1.mi.ingv.it/>).



Spettri ad hazard uniforme: grafico del parametro di scuotimento $Se(T)$ per i diversi periodi spettrali e le diverse probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita al nodo (ID:24311; coordinate: 42.8349 - 13.6265) più vicino all'area in studio.

Di seguito si indicano i valori della disaggregazione dei valori di $a(g)$, per ogni nodo della griglia di calcolo, tratti dal sito (<http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>).

Questi dati consentono di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Il processo di disaggregazione in M-R indica il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici ed è utile in analisi di microzonazione.

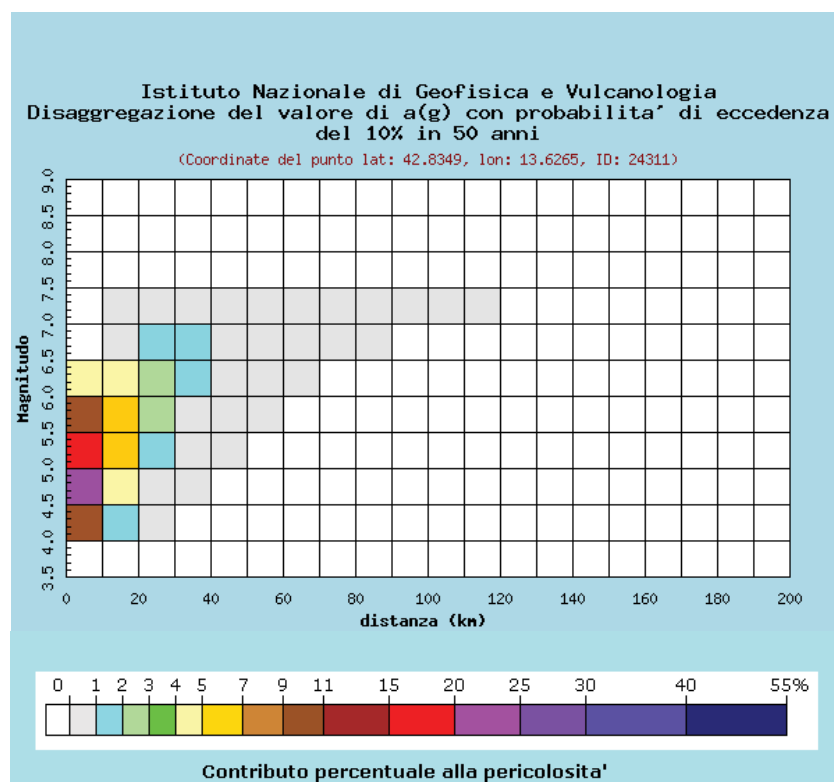


Grafico della disaggregazione dei valori di $a(g)$ ossia la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di magnitudo (M) e distanza (D) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita al nodo più vicino all'area in studio (ID:24311; coordinate: 42.8349 - 13.6265).

Per la determinazione dell'accelerazione orizzontale massima attesa considerando un sito di riferimento rigido (a_g) e dei corrispondenti valori dei parametri sismici caratteristici relativi alla stabilità di pendii e fondazioni, è stato utilizzato un software open source, disponibile in rete all'indirizzo: <http://www.geostru.com/ggeoapp/parametri-sismici.aspx>

Secondo quanto indicato dal D.M. 14 gennaio 2008 sono stati inseriti i seguenti dati:

Vita nominale (V_n): 50 [anni]	Periodo di ritorno (T_r) SLO: 60 [anni]
Classe d'uso: IV	Periodo di ritorno (T_r) SLD: 101 [anni]
Coefficiente d'uso (C_u): 2	Periodo di ritorno (T_r) SLV: 949 [anni]
Periodo di riferimento (V_r): 100 [anni]	Periodo di ritorno (T_r) SLC: 1950 [anni]
Categoria di sottosuolo (B)	
Categoria topografica T_n (T1)	

Parametri sismici del sito di riferimento

I Parametri sismici del sito di riferimento costituiscono i fattori che possono modificare l'azione sismica prodotta in relazione alla pericolosità sismica di base del sito attesa su un sito rigido con superficie orizzontale e quindi concorrono a definire l'azione sismica in superficie.

Condizioni stratigrafiche

L'area dove si erge il fabbricato scolastico si trova su un versante con bassa pendenza, inclinato verso sud, nella direzione dell'asse drenante principale costituito dal fiume Tronto. Tali condizioni geomorfologiche determinano l'appartenenza dell'area alla categoria T1 (superficie

pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$) indicata nella tabella 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008.

Cat.Topografica	ST
T1	1,0

Categoria di sottosuolo

La categoria di sottosuolo è stata definita tramite i risultati dell'indagine sismica eseguita con il tomografo digitale (Tromino) ed una indagine geofisica tipo MASW che insieme alla lettura dei sondaggi geognostici disponibili hanno permesso di determinare il parametro Vs30. Il tomografo digitale utilizzato sfrutta il metodo HVSR che attraverso la misura del tremore sismico determina la frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo, la stratigrafia superficiale e il Vs30.

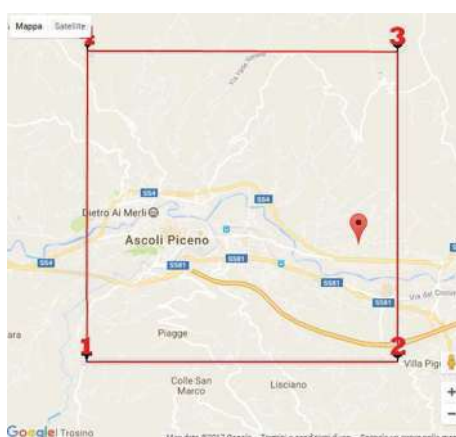
Vs30 = 449 m/sec	
Categoria di sottosuolo B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT ₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa e cu ₃₀ > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Dati ottenuti

Il software ha calcolato, per il sito di interesse, riguardo la stabilità dei pendii e fondazioni oltre ai parametri sismici (ag, F0 e TC. *) relativi agli stati limite SLO, SLD, SLV, SLC, i coefficienti sismici (kh, kv) orizzontali e verticali.

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame:

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	24310	42,8349	13,5583	5283,211
2	24311	42,8349	13,6265	2209,827
3	24089	42,8849	13,6266	3537,762
4	24088	42,8849	13,5584	5959,857



Parametri di pericolosità sismica nel punto di indagine:

Stato Limite	Tr	ag[g]	Fo[-]	T*C [s]
SLO	60	0,078	2,448	0,301
SLD	101	0,097	2,450	0,317
SLV	949	0,229	2,507	0,352
SLC	1950	0,290	2,542	0,362

TR : periodo di ritorno

ag : accelerazione orizzontale massima del terreno

Fo : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T*C : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Pericolosità sismica di sito

L'oscillazione generata da un terremoto in un sito dipende dalle condizioni locali che l'onda sismica incontra, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e delle rocce e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. La risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori morfologici e geologici locali, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2 delle NTC 2008).

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
Kh	0,019	0,023	0,075	0,090
Kv	0,009	0,012	0,037	0,045
Amax	0,009	1,146	2,624	3,152
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

Kh : coefficiente sismico orizzontale

Kv : coefficiente sismico verticale

Amax: accelerazione massima orizzontale attesa al sito

Beta: coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Si segnala che i dati rilevati attraverso la registrazione dei microtrempi indicano che il suolo nel sito è soggetto ad una amplificazione nell'intervallo di frequenza di 5.0 – 10.0 Hz (periodo 0.1 – 0.2 secondi) con rapporto massimo H/V pari a 5-6.

Le strutture che presentano un moto fondamentale di vibrazione che rientra nell'intervallo con periodo T1 prossimo al valore individuato dall'indagine, sono a potenziale rischio di possibile insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura.

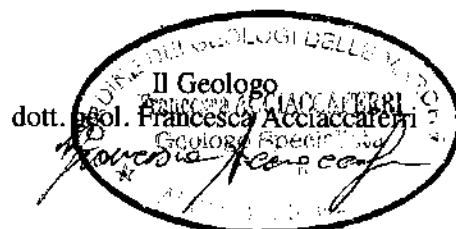
Si segnala, in maniera particolare, un picco di amplificazione sismica che evidenzia un forte contrasto di impedenza sismica nell'intervallo di frequenza di 7.0 – 9.0 Hz (periodo 0.11 – 0.14 secondi) con rapporto massimo H/V pari a 6.

10.CONCLUSIONI

L'indagine effettuata ha evidenziato che:

- l'area non ricade all'interno delle perimetrazioni di aree a rischio idrogeologico individuate dal PAI, Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del fiume Tronto (adottato con Delibera n.3 del 07/06/2007 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto);
- il modello geologico-geomorfologico relativo al sito in esame prevede uno strato di coperture sabbioso-limose poggiate sulla formazione di base costituita da arenarie e marne stratificate che costituiscono il basamento litico della zona;
- è presente una falda freatica di ridotta entità ospitata nella coltre detritica circa 4 m dal p.c., a contatto con la formazione di base;
- secondo la classificazione delle categorie topografiche (N.T.C. D.M. 2008) l'area rientra nella tipologia T1; l'indagine sismica ha permesso di definire la categoria di sottosuolo (B);
- l'area mostra una condizioni di equilibrio stabile nel tempo per la morfologia regolare e poco acclive della superficie topografica e le buone caratteristiche meccaniche e drenanti dei terreni affioranti;
- Si segnala che il sito è soggetto ad una amplificazione nell'intervallo di frequenza di 5.0 – 10.0 Hz (periodo 0.1 – 0.2 secondi) con rapporto massimo H/V pari a 6 ed in particolare, un picco di amplificazione sismica che evidenzia un forte contrasto di impedenza sismica nell'intervallo di frequenza di 7.0 – 9.0 Hz (periodo 0.11 – 0.14 secondi) con rapporto massimo H/V pari a 6. Le strutture che presentano un moto fondamentale di vibrazione prossimo al valore individuato dall'indagine, sono a potenziale rischio di insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura.

Ascoli Piceno, 13 marzo 2017



CARTA COROGRAFICA

scala 1:25000



CARTA GEOLOGICA

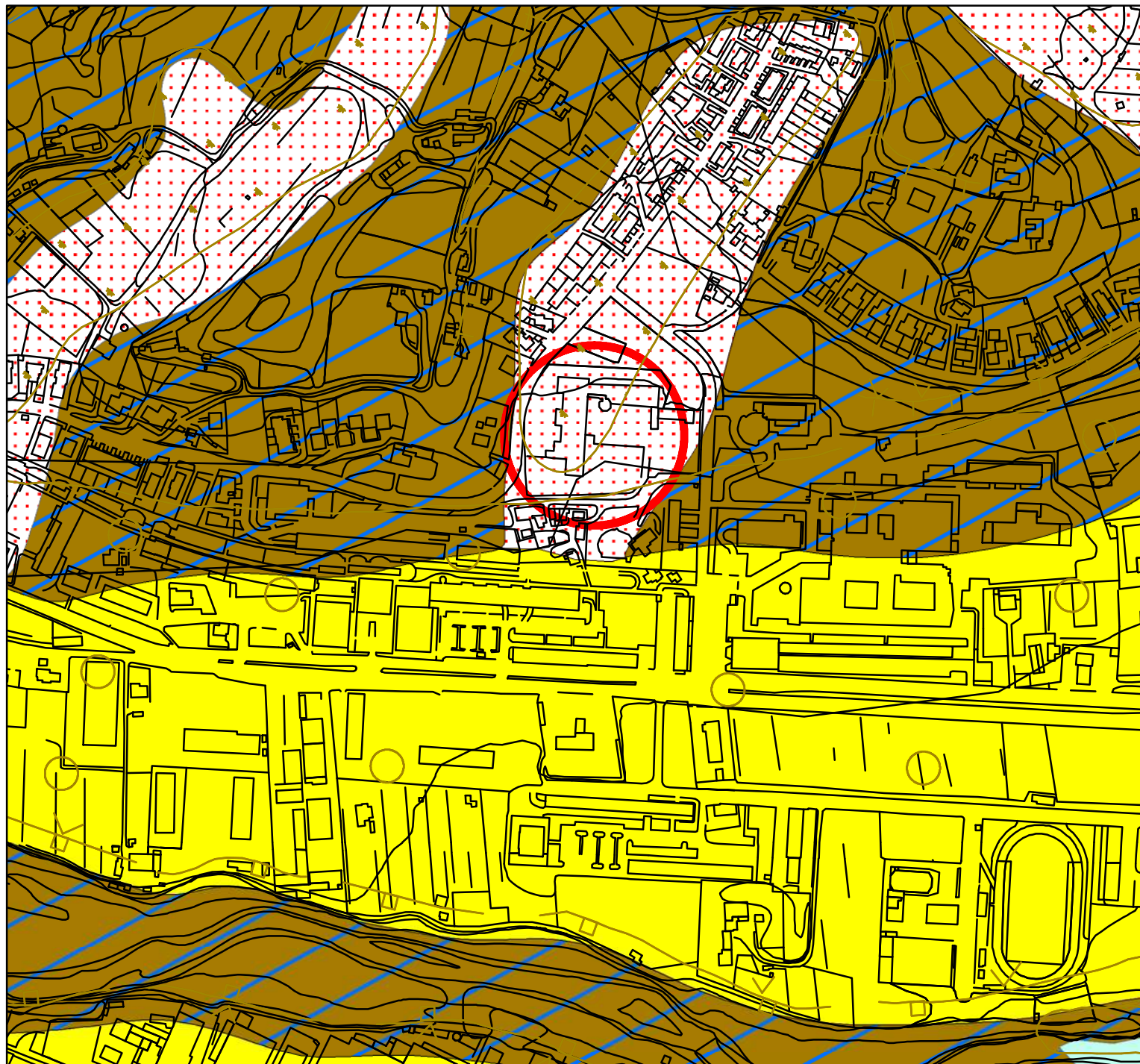
scala 1:5000

Legenda

 Detrito di falda - detrito
eluvio-colluviale (OLOCENE)

 Alluvioni terrazzate del terzo
ordine (PLEISTOCENE SUP.)

 Associazione arenacea. Al tetto
10-20 m. di associazione arenaceo
pelitica - membro evaporitico;
presenza di gessareniti (MESSINIANO)



CARTA GEOLOGICA

scala 1:2000

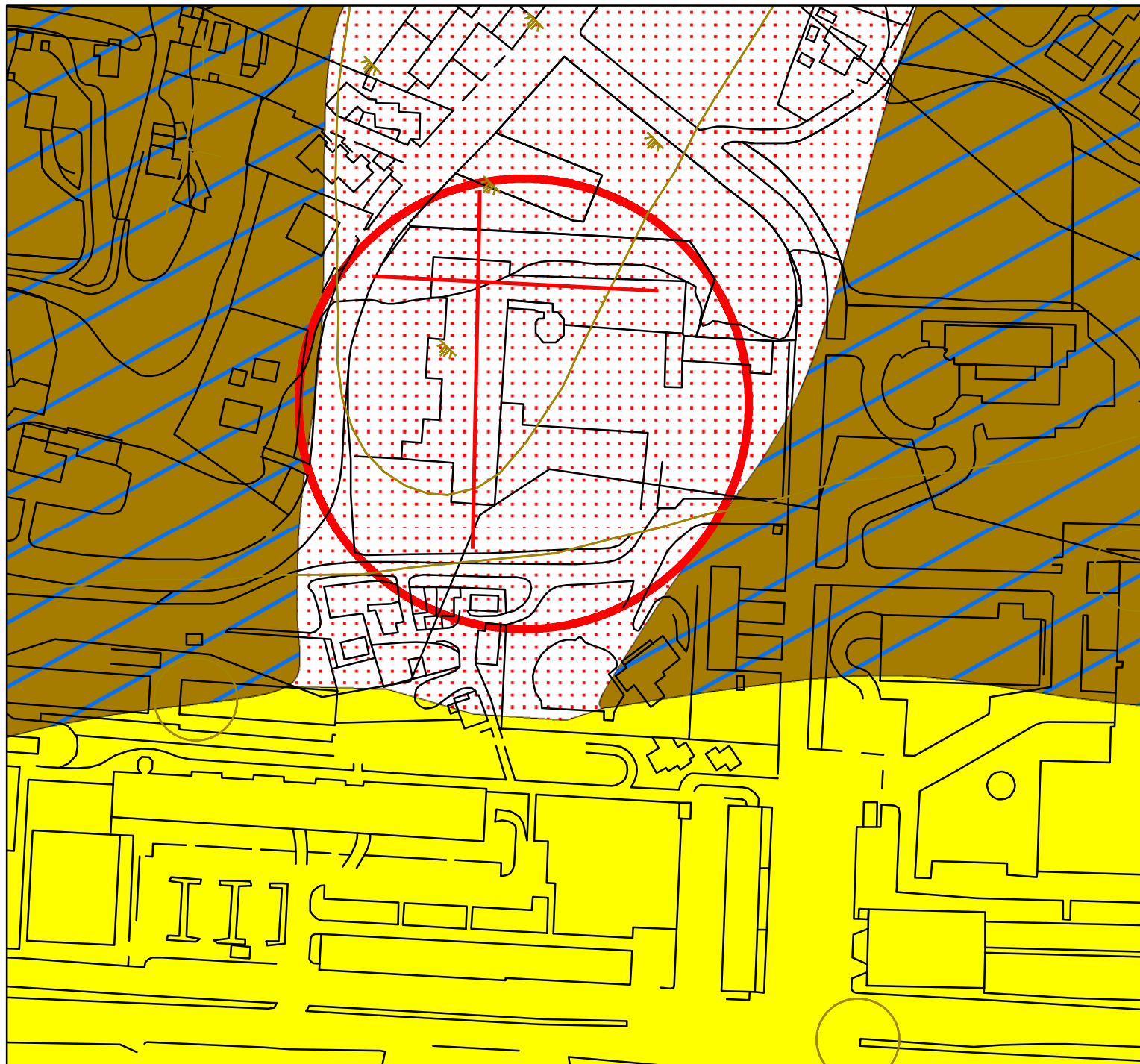
Legenda

 Detrito di falda - detrito
eluvio-colluviale (OLOCENE)

 Alluvioni terrazzate del terzo
ordine (PLEISTOCENE SUP.)

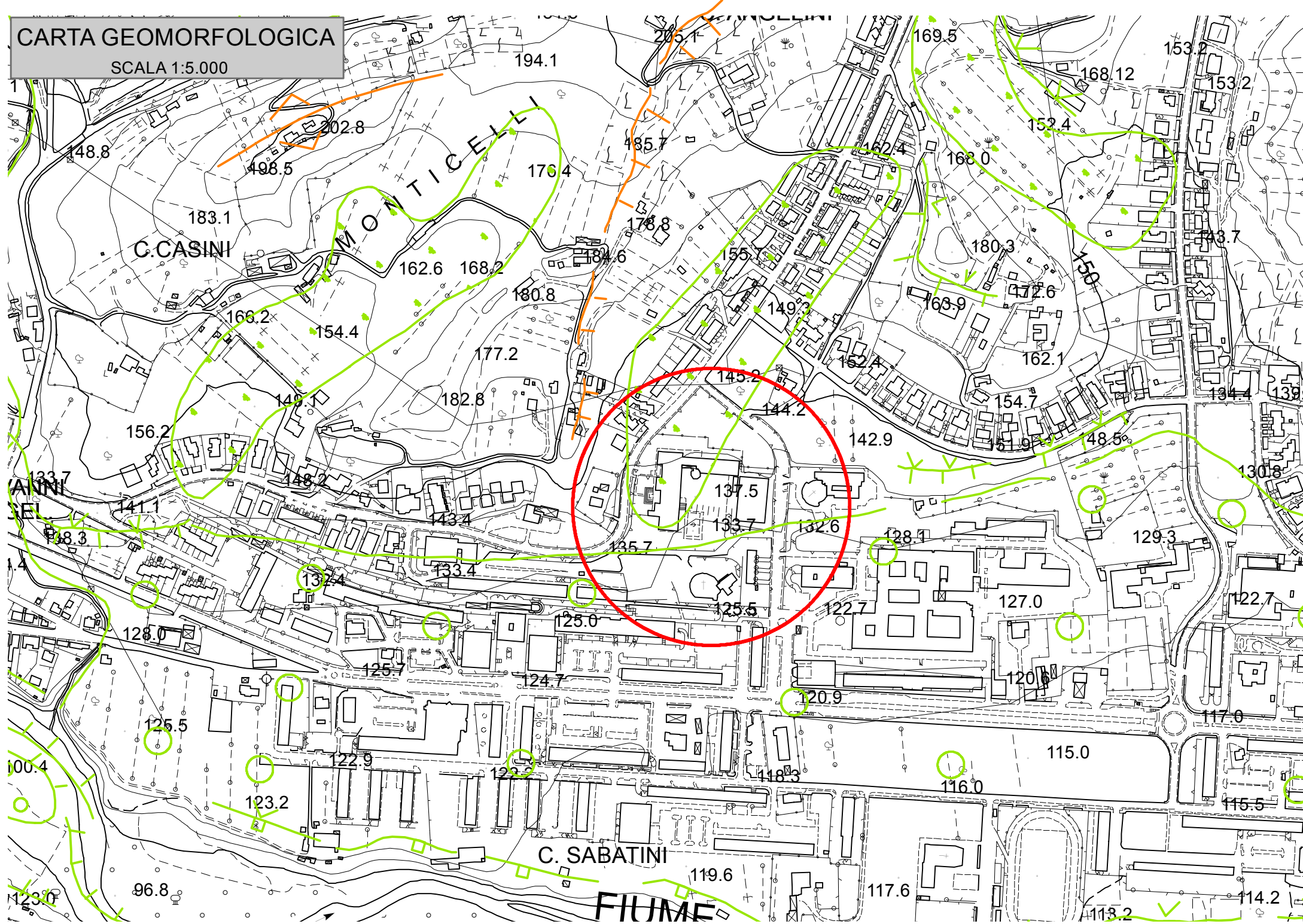
 Associazione arenacea. Al tetto
10-20 m. di associazione arenaceo
pelitica - membro evaporitico;
presenza di gessareniti (MESSINIANO)

 Traccia sezioni geologiche



CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:5.000



LEGENDA

FORME POLIGENICHE CON INFLUENZA STRUTTURALE

 Scarpata poligenica $h < 5$ m.

 Scarpata poligenica 5 m. $< h < 15$ m.

 Scarpata poligenica $h > 15$ m.

FORME DEPOSITI E PROCESSI DOVUTI ALL'AZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

 Scarpata di erosione fluviale $h < 5$ m.

 Scarpata di erosione fluviale 5 m. $< h < 15$ m.

 Scarpata di erosione fluviale $h > 15$ m.

 Depositi alluvionali antichi e recenti

 Intensa erosione laterale

 Conoide alluvionale

 Fosso in erosione concentrata

 Ruscaldamento diffuso

 Area esondabile

FORME, DEPOSITI E PROCESSI DOVUTI ALL'AZIONE DELLA GRAVITA'

 Corona di frana inattiva

 Corona di frana quiescente

 Corona di frana attiva

 Trincea



Frana di scorrimento attiva



Frana di colamento attiva



Frana di crollo attiva



Frana di scorrimento quiescente



Frana di colamento quiescente



Frana di crollo quiescente



Frana di scorrimento inattiva



Frana di colamento inattiva



Frana di crollo inattiva

il perimetro tratteggiato indica un limite incerto del fenomeno gravitativo



Piccola frana non cartografabile



Deformazioni plastiche



Deformazioni corticali del substrato (reptazione)



Area calanchiva



Coperture limosa-detritiche con spessore medio < 5 m.



Coperture limosa-detritiche con spessore medio > 5 m.



Linea di crinale stretta ed allungata



Coperture con trovanti e detriti in travertino

FORME ANTROPICHE



Discarica



Cava attiva



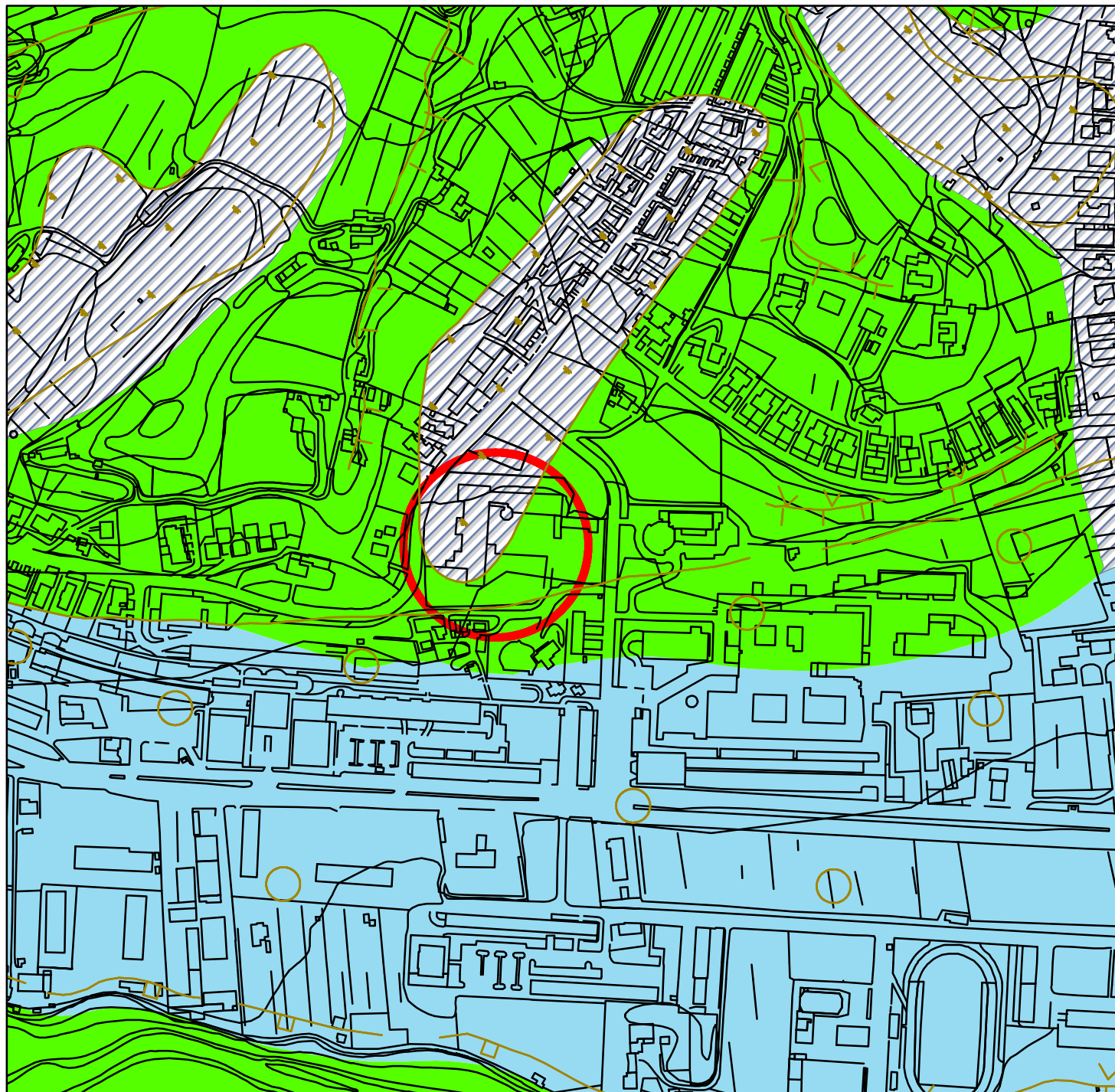
Cava abbandonata o dismessa

CARTA DELLA PERMEABILITA'

scala 1:5000

Legenda

- AREE_ALTA_PERM_I
- AREE_BASSA_PERM
- AREE_MEDIA_PERM

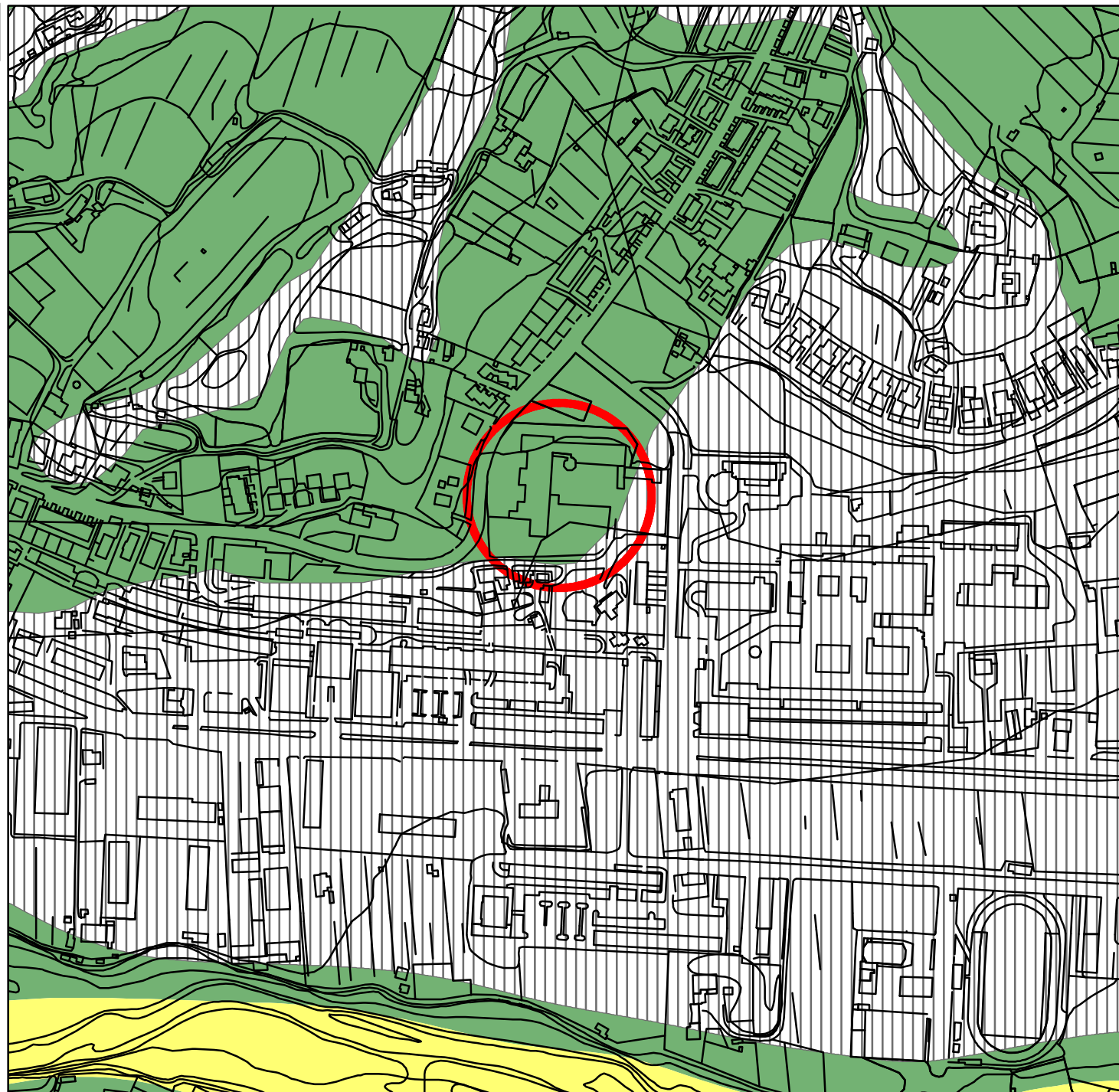


CARTA DELLA PERICOLOSITA'

scala 1:5000

Legenda

- PERICOLOSITA' ELEVATA
- PERICOLOSITA' MEDIA
- PERICOLOSITA' LIEVE
- AREE STABILI



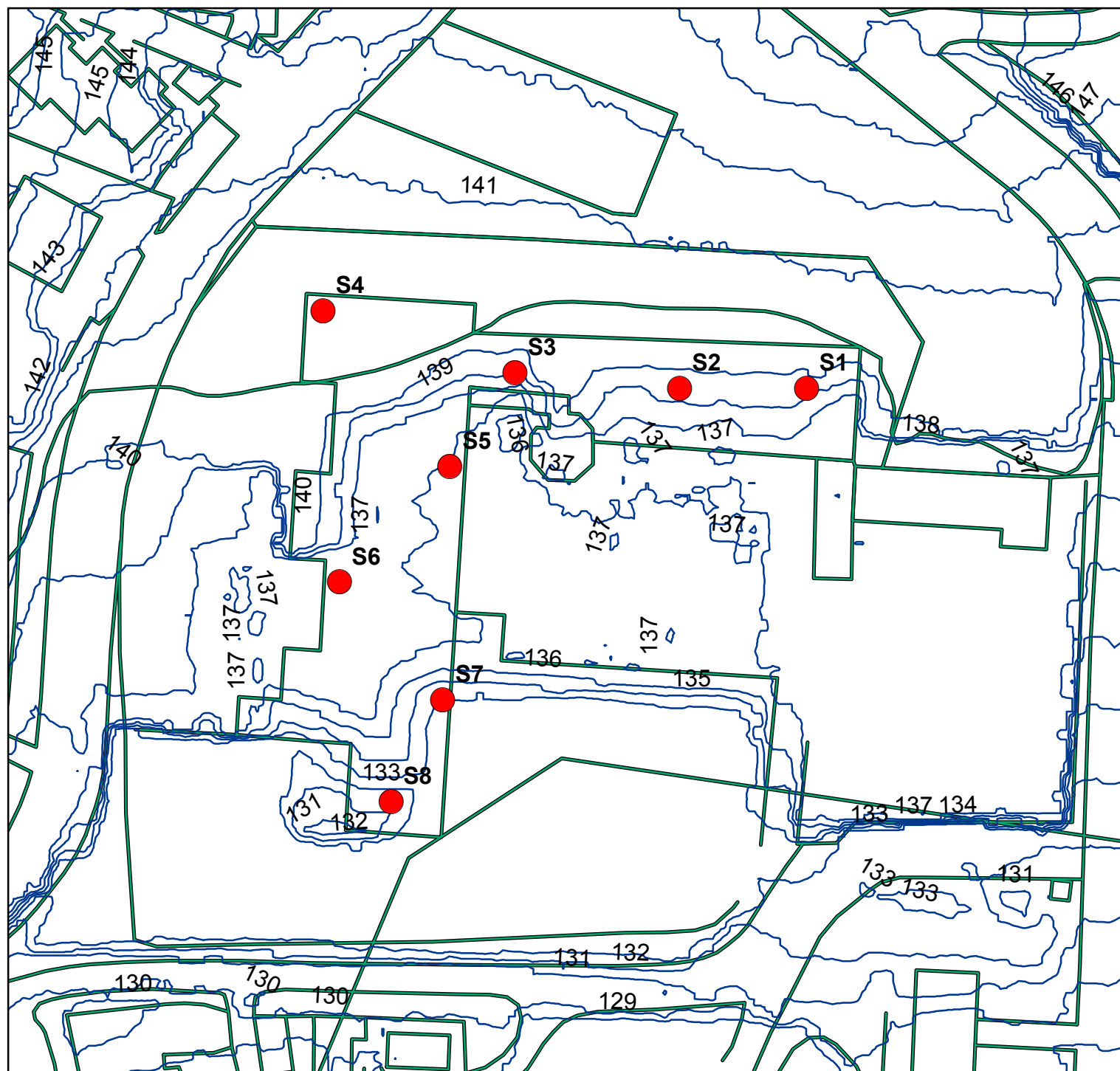
UBICAZIONE SONDAGGI

scala 1:1000

— Curve di livello derivate dal
DTM Lidar rilievo fornito dal
Ministero dell'Ambiente e
della Tutela del territorio e
del mare rilevati nel 2008

— CTR Marche

● Sondaggi Geognostici Reperiti



													SONDAGGI GEOGNOSTICI RICERCHE IDRICHE CONSOLIDAMENTI					
COMMITTENTE: COMUNE DI ASCOLI PICENO CANTIERE: SCUOLA MEDIA MONTICELLI													SONDAGGIO N. 1 quota m.s.m. profondità m. 10,00					
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE										QUOTA		TERRENO ATTRAVERSATO			
			S.P.T. numero colpi per cm 30 avanzamento										POKET	FALDA	assoluta m.s.m.	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			5	10	15	20	25	30	35	40	45							
																0,00 0,50 1,50 1,90 2,20		Terreno vegetale. Limo sabbioso avana piuttosto consistente.
								15		25	30		35			3,50		Arenaria poco cementata ossidata e detriti di arenaria più resistenti con segni di stratificazione.

														SONDAGGI GEOGNOSTICI RICERCHE IDRICHE CONSOLIDAMENTI					
COMMITTENTE: COMUNE DI ASCOLI PICENO CANTIERE: SCUOLA MEDIA MONTICELLI														SONDAGGIO N. 2 quota m.s.m. profondità m. 12,20					
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE											QUOTA		TERRENO ATTRAVERSATO			
			S.P.T. numero colpi per cm 30 avanzamento											POKET	FALDA	assoluta m.s.m.	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			5	10	15	20	25	30	35	40	45								
																	0,00	*	Terreno vegetale.
																	0,50	~	Limo sabbioso di colore avana con concrezioni calcaree media- mente consistente.
																	2,10	~	
																	2,50	C.I. 1	
																	3,20	~	
																	3,70	C.I. 2	
																	3,00	~	Sabbia limosa avana con vena- ture grigie.
																	4,50	~	
																	8,50	~	
																	9,50	C.I. 3	Arenarie e marne alterate con segni di stratificazione.
																	9,90	~	
																	11,80	~	
																	12,20	~	Arenarie e marne stratificate di colore grigio, leggermente bituminose.

													SONDAGGI GEOGNOSTICI RICERCHE IDRICHE CONSOLIDAMENTI					
COMMITTENTE: COMUNE DI ASCOLI PICENO CANTIERE: SCUOLA MEDIA MONTICELLI													SONDAGGIO N. 3 quota m.s.m. profondità m. +8,50					
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE										QUOTA		TERRENO ATTRAVERSATO			
			S.P.T. numero colpi per cm 30 avanzamento										POKET	FALDA	assoluta m.s.m.	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			5	10	15	20	25	30	35	40	45							
															0,00 0,50	* ± *	Terreno vegetale.	
														0,4	1,50		Sabbia limosa con clasti arenacei.	
														0,5	3,90 4,50		Limo argilloso-sabbioso poco consistente.	
														0,5	5,50			
														1,0			Limo sabbioso-argilloso mediamente consistente.	
														1,5				
														0,8	8,00			
														1,0				
															10,50 11,00			
														0,8			Sabbia molto limosa di colore grigio-avana satura.	
														1,2				
														1,0				
														F.5.	16,50 18,50		Arenaria grigia con interstrati marnosi costituente la formazione di base.	

													SONDAGGI GEOGNOSTICI RICERCHE IDRICHE CONSOLIDAMENTI					
COMMITTENTE: COMUNE DI ASCOLI PICENO CANTIERE: SCUOLA MEDIA MONTICELLI													SONDAGGIO N. 4 quota m.s.m. profondità m. 18,00					
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE										QUOTA		TERRENO ATTRAVERSATO			
			S.P.T. numero colpi per cm 30 avanzamento										POKET	FALDA	assoluta m.s.m.	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			5	10	15	20	25	30	35	40	45							
																0,00	~ ~ ~	Limo sabbioso debolmente argil- loso asciutto, avana.
																1,60	~ ~ ~	
																3,20	~ ~ ~	Limo argilloso-sabbioso di colo- re marrone, consistente.
																3,70	C.I. 1	
																4,50	~ ~ ~	
																6,00	~ ~ ~	Sabbia limosa a tratti cementa- ta ma principalmente sciolta, avana.
																6,50	C.I. 2	
																7,50	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	
																	~ ~ ~	

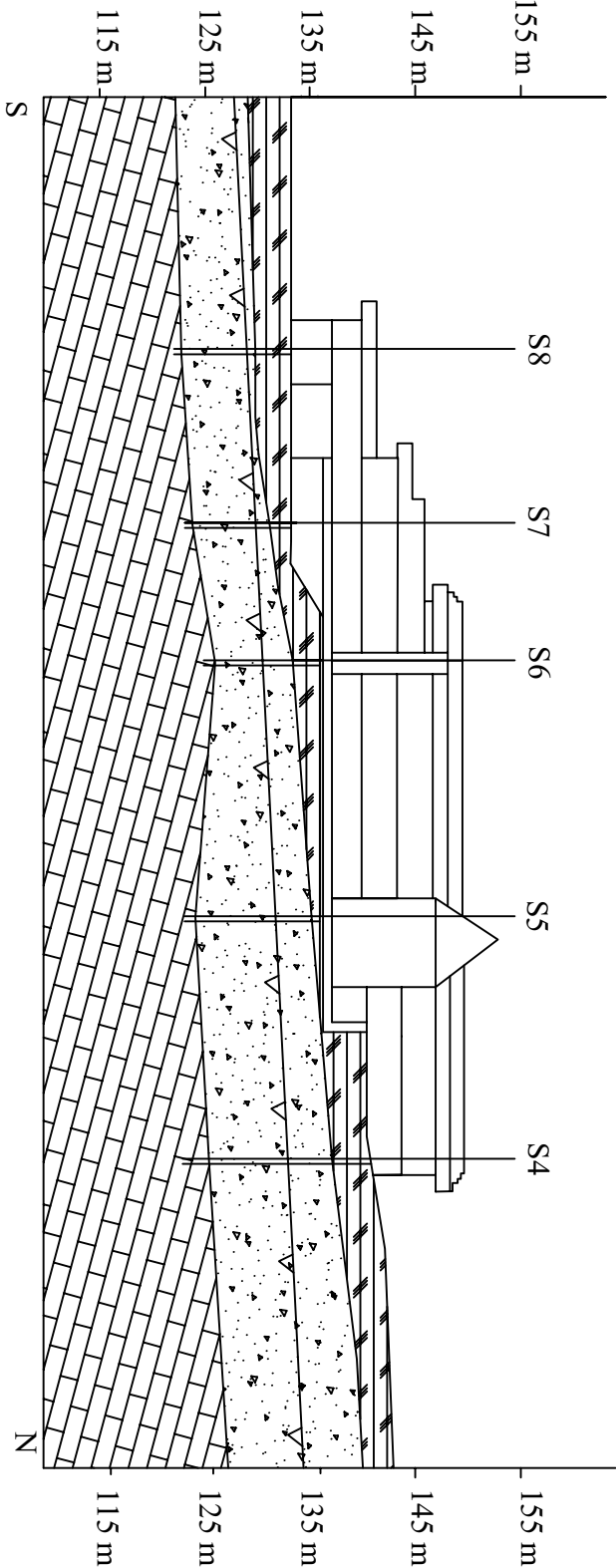
														SONDAGGI GEOGNOSTICI RICERCHE IDRICHE CONSOLIDAMENTI					
COMMITTENTE: COMUNE DI ASCOLI PICENO CANTIERE: SCUOLA MEDIA MONTICELLI														SONDAGGIO N. 5 quota m.s.m. profondità m. 18,50					
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE												QUOTA		TERRENO ATTRAVERSATO		
			S.P.T. numero colpi per cm 30 avanzamento												POKET FALDA	assoluta m.s.m.	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			5	10	15	20	25	30	35	40	45								
																0,00	~ ~ ~ ~ ~	Limo argilloso debolmente argil- loso avana, asciutto e consisten- te.	
														5,0			~ ~ ~ ~ ~		
														3,5		3,20 3,50 3,80	C.I. 1	Limo sabbioso marrone consisten- te.	
														5,0			~ ~ ~ ~ ~	Limo sabbioso-argilloso consisten- te, di colore marrone bruciato rossiccio.	
														4,0		6,40 6,50 7,00	C.I. 2	Limo sabbioso giallastro con ve- nature calcitiche e venature rossicce.	
														2,0		8,50	~ ~ ~ ~ ~	Limo sabbioso giallastro con venature grigie.	
														0,5		9,50	~ ~ ~ ~ ~	Sabbia limosa grigio-marrone con livelli sottili deb. argillosi.	
														0,2		10,40 11,00	C.I. 3	Sabbia limosa giallastra e gri- gia, poco addensata.	
														0,3			~ ~ ~ ~ ~		
														0,5		14,80 15,60	~ ~ ~ ~ ~	Sabbia grigia sciolta.	
														F.S.		17,50	~ ~ ~ ~ ~	Arenaria grigia di base cementa- ta, compatta, alternata a stra- ti marnosi.	
																18,50	~ ~ ~ ~ ~		

															SONDAGGI GEOGNOSTICI RICERCHE IDRICHE CONSOLIDAMENTI					
COMMITTENTE: COMUNE DI ASCOLI PICENO. CANTIERE: SCUOLA MEDIA MONTICELLI															SONDAGGIO N. 6 quota m.s.m. profondità m. 14,50					
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE												QUOTA		TERRENO ATTRAVERSATO			
			S.P.T. numero colpi per cm 30 avanzamento												POKET	FALDA	assoluta m.s.m.	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			5	10	15	20	25	30	35	40	45									
																	0,00		Limo sabbioso di copertura.	
																	3,00 3,10 3,70			
																			Sabbia limosa satura inconsistente.	
																			Arenaria grigia.	
									</											

															SONDAGGI GEOGNOSTICI RICERCHE IDRICHE CONSOLIDAMENTI			
COMMITTENTE: COMUNE DI ASCOLI PICENO CANTIERE: SCUOLA MEDIA MONTICELLI															SONDAGGIO N. 7 quota m.s.m. profondità m. 13,00			
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE										QUOTA		TERRENO ATTRAVERSATO			
			S.P.T. numero colpi per cm 30 avanzamento										POKET	FALDA	assoluta m.s.m.	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			5	10	15	20	25	30	35	40	45							
																0,00		Limo sabbioso debolmente argil- loso, consistente.
																		Sabbia limosa debolmente argil- losa, grigio-avana.
																		Arenaria grigia di base
														</				

														SONDAGGI GEOGNOSTICI RICERCHE IDRICHE CONSOLIDAMENTI						
COMMITTENTE: COMUNE DI ASCOLI PICENO CANTIERE: SCUOLA MEDIA MONTICELLI														SONDAGGIO N. 8 quota m.s.m. profondità m. -11,50						
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE												QUOTA		TERRENO ATTRAVERSATO			
			S.P.T. numero colpi per cm 30 avanzamento												POKET	FALDA	assoluta m.s.m.	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			5	10	15	20	25	30	35	40	45									
																	0,00		Limo sabbioso-argilloso di colore marrone scuro, mediamente consistente.	
																	2,5			
																	3,00			
																	3,60	C.I. 1	Sabbia limosa debolmente argillosa.	
																				
																		5,40		
																		0,4		
																		0,8		
																		8,00		
																	8,60	C.I. 2	Arenaria grigia di base.	
																		9,80		
																				
																	-11,50			

SEZIONE GEOLOGICA S-N
scala 1:1000



Limo sabbioso-argilloso di
copertura



Sabbia limosa

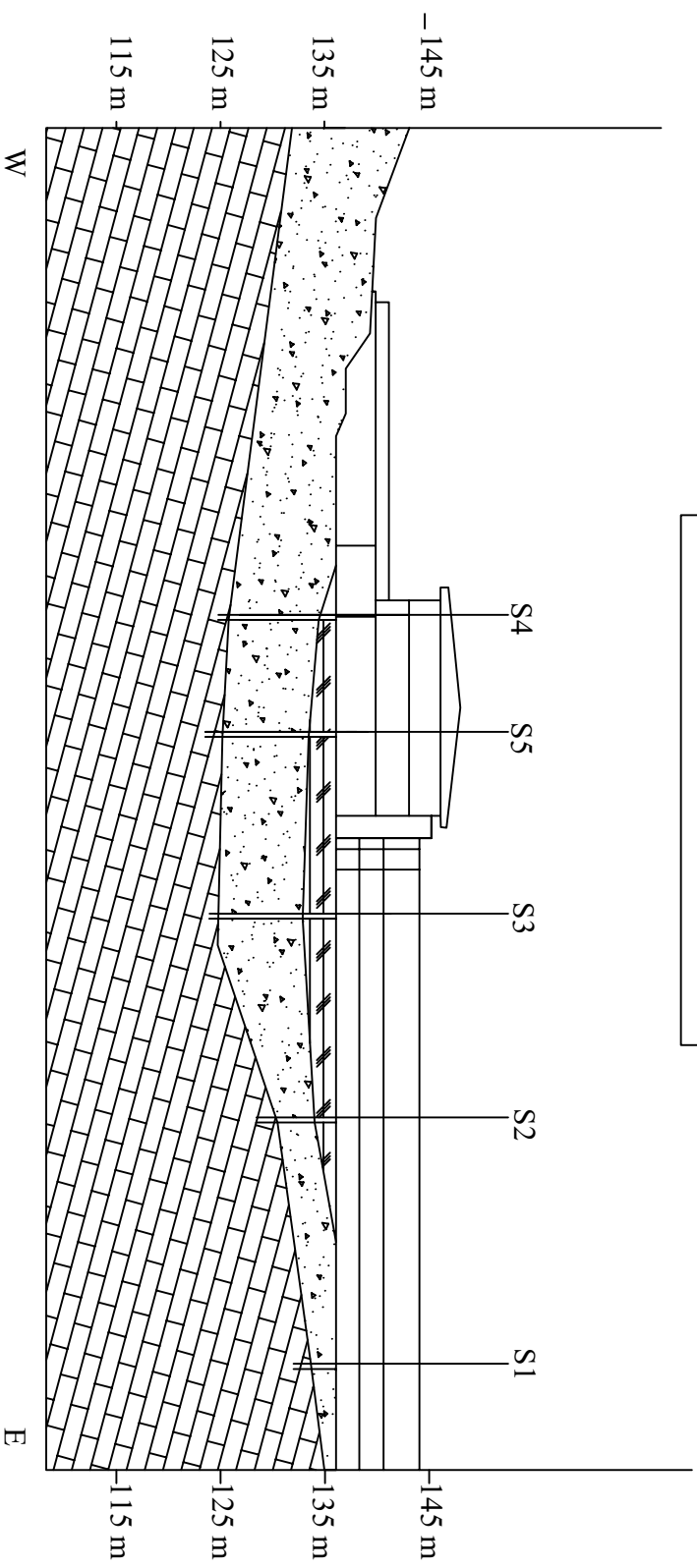


Arenarie e marne stratificate



Falda freatica

SEZIONE GEOLOGICA W-E
scala 1:1000



Limo sabbioso-argilloso di copertura



Sabbia limosa



Arenarie e marne stratificate



Falda freatica



INDAGINE SISMICA

Località: Scuola Media “Don Giussani” di Monticelli

Comune: Ascoli Piceno

Data: 24 Febbraio 2017

REPORT TECNICO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

ELABORATI

REPORT TECNICO

PREMESSA

Su incarico del Comune di Ascoli Piceno e con la supervisione del Dott. Geologo Acciaccaferri Francesca il giorno 24 nel mese di febbraio 2017 è stata eseguita una indagine sismica con il metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) per la determinazione delle Vs30 con un sistema ultra-portatile (tromografo digitale TROMINO) per l'acquisizione del rumore sismico e delle vibrazione presso la Scuola Media "Don Giussani" di Monticelli nel Comune di Ascoli Piceno.

Sono state eseguite tre registrazioni (foto 1 - ubicazione area di prova) da 12 min ciascuna (TROM 01, 02 e 03) ed elaborate per la ricerca del miglior segnale e di eventuali discordanze laterali. Il segnale infine usato per il fit vincolato è stato quello derivante da TROM 02.

INTRUDUZIONE

Il metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) utilizza segnali sismici ottenuti da stazione sismica singola (tromografo digitale TROMINO) che misura il tremore sismico. Attraverso i rapporti spettrali di tali segnali, si ha la possibilità di effettuare la misura immediata della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo, parametro che può essere correlato con gli effetti di sito. Le misure del microtremore a stazione singola, opportunamente invertite, permettono anche di stimare in maniera rapida sia la stratigrafia superficiale che il Vs30, analisi che viene effettuata con il software Grilla (specifiche tecniche in www.tromino.it).

INDAGINE SISMICA

Il tromografo digitale TROMINO è costituito da una terna di velocimetri smorzati criticamente che trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 23 bit. La strumentazione è stata accuratamente posizionata con il suo asse maggiore allineato nella direzione N-S (vedi documentazione fotografica) e messa in opera nel punto considerato più opportuno nel sito oggetto di indagine, ottenuto il miglior accoppiamento dei sensori con il terreno il tromografo è stato messo in acquisizione per 10 min. con una frequenza di campionamento di 128 Hz. Ultimata l'acquisizione, il segnale sismico registrato è stato trasferito ad un PC e mediante il software Grilla è stato analizzato come da elaborati in allegato.

ELABORAZIONE DATI

L'analisi del segnale sismico registrato viene eseguita in diverse fasi come di seguito:

- Pulizia della traccia: Viene eliminato il rumore incoerente che è essenzialmente dovuto a transienti e a rumore stazionario bianco, questa pulizia viene effettuata nel dominio delle frequenze, escludendo gli intervalli di registrazione che danno spettri quasi piatti;
- Discriminare picchi H/V naturali e antropici: si abbatte il liscio (smoothing) al 15% su tutte e 3 le componenti spettrali;
- Vincolare la curva H/V ed effettuarne un FIT teorico: si riconosce nella curva H/V un picco correlabile ad una discontinuità di profondità nota, si fissa questa profondità come spessore di primo strato e con la formula di prima approssimazione $f = V_s / (4h)$ si stima la Vs del primo strato, si mette un secondo strato con una Vs di prima approssimazione stimata sulla base dell'ampiezza del picco H/V, si procede così per gli altri strati.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

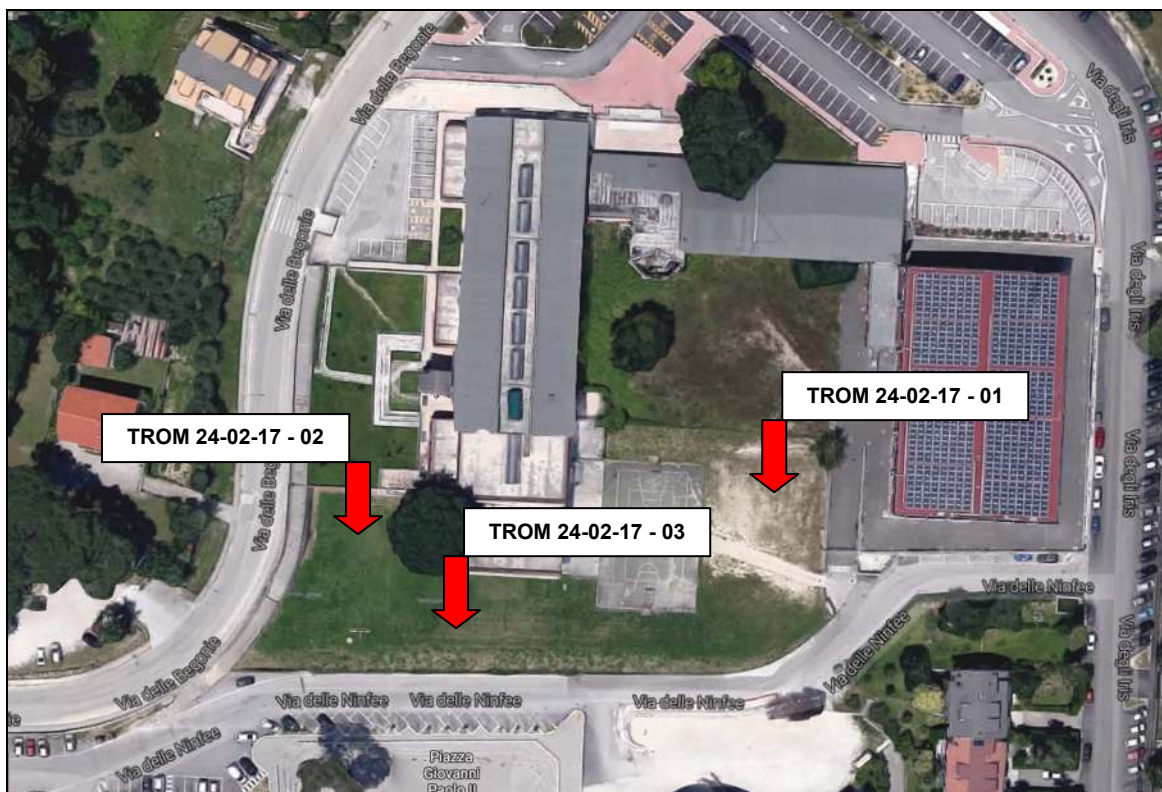


Foto 1 – Ubicazione area di prova.



Foto 2 – Acquisizione TROM 01.

ELABORATI

ASCOLI PICENO, SCUOLA MEDIA MONTICELLI 02

Strumento: TRZ-0049/01-09

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 24/02/17 13:24:09 Fine registrazione: 24/02/17 13:36:10

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

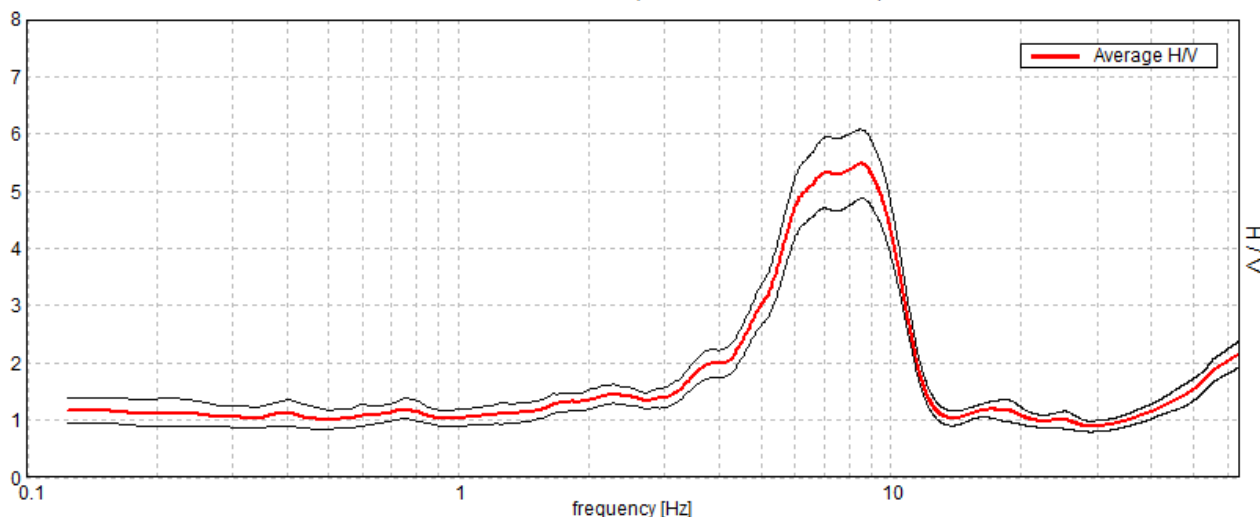
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

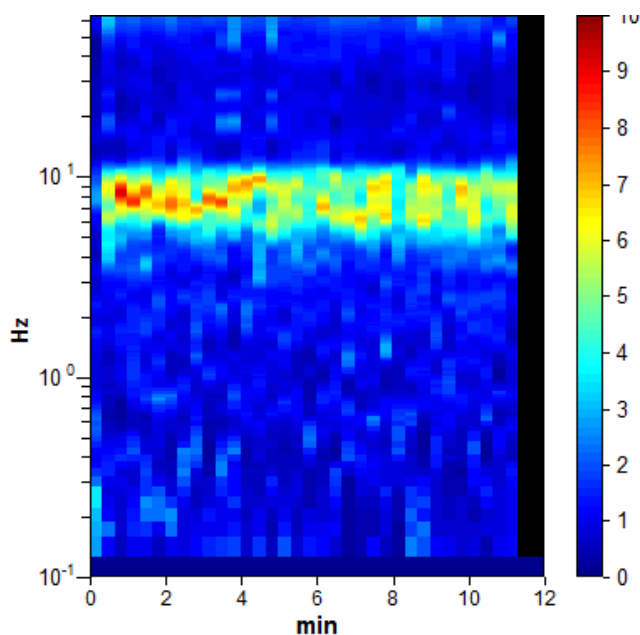
Lisciamento: 15%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

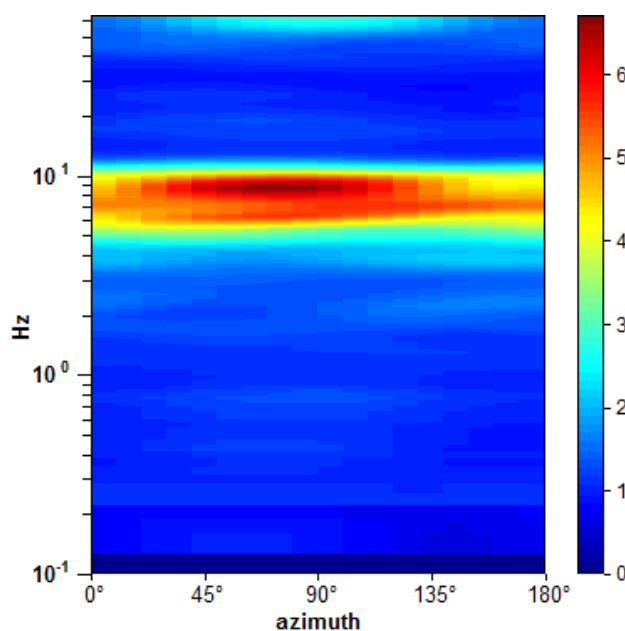
Picco H/V a 8.53 ± 2.52 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



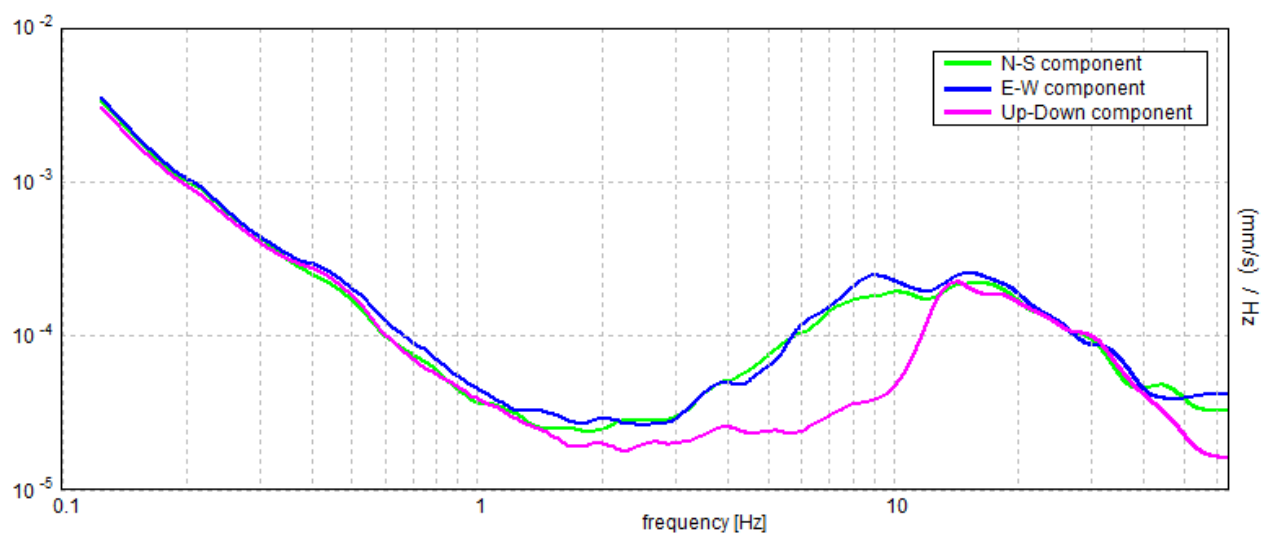
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

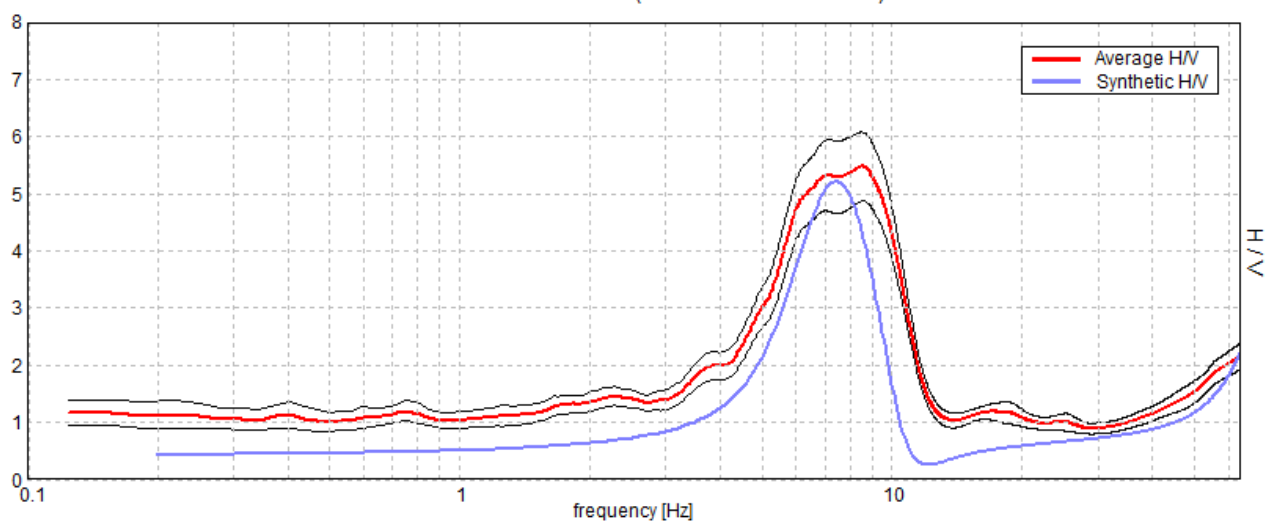


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



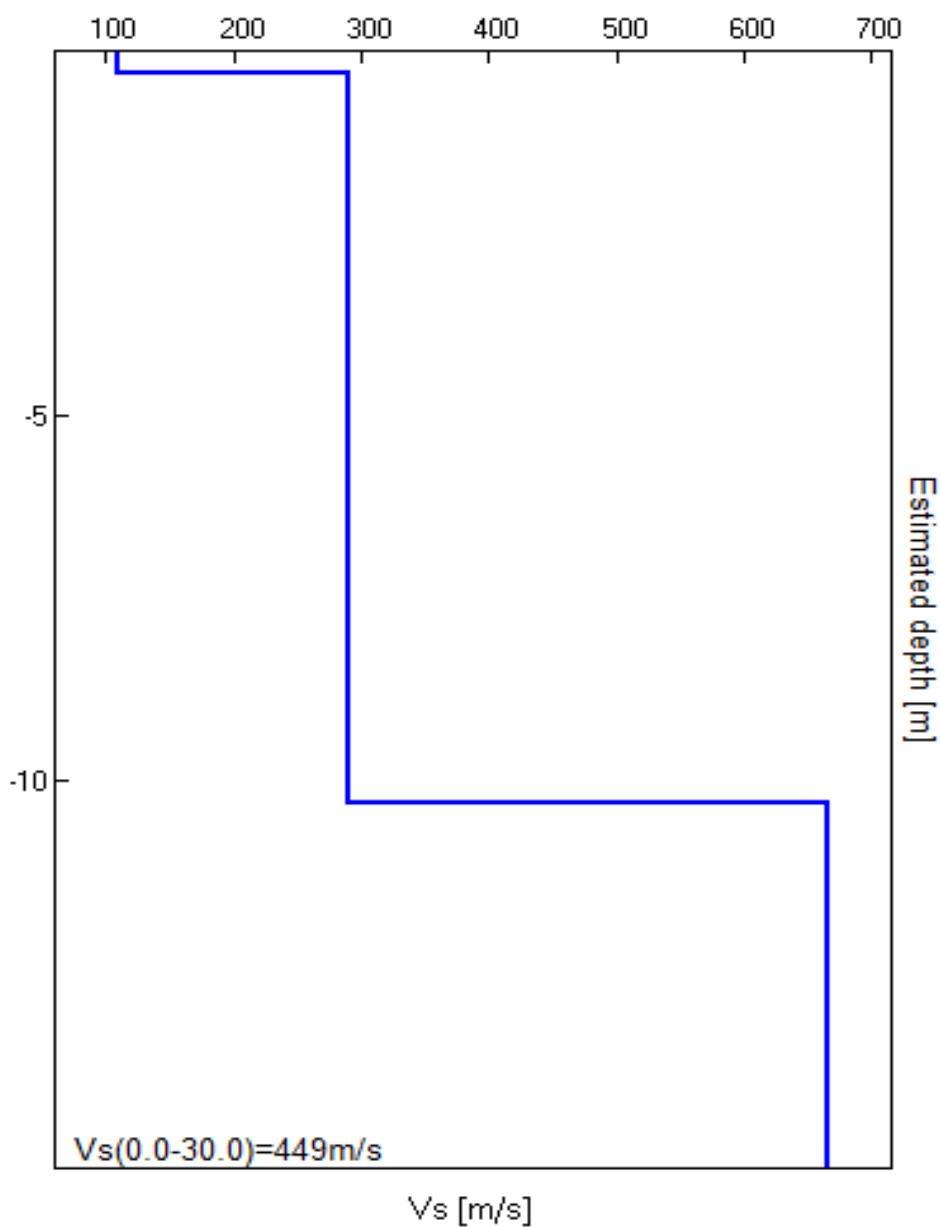
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 8.53 ± 2.52 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.30	0.30	110	0.42
10.30	10.00	290	0.42
inf.	inf.	665	0.42

Vs(0.0-30.0)=449m/s





INDAGINE GEOFISICA

REPORT D'INDAGINE MASW

(MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Sismica a rifrazione

MASW

Downhole

Tromino

Microtremori

REMI

Tomografia Elettrica

Geoelettrica

Termografia IR

Misure Inclinoetriche

Carotaggi geognostici

Monitoraggi strutturali

e ambientali

Analisi e consulenze

ambientali,

civili, archeologiche,

agronomiche

geologiche e geofisiche

Comune di Ascoli Piceno (AP)

Oggetto: risultati di indagine geofisica tipo MASW nei pressi l'edificio della scuola secondaria di primo grado dell'istituto comprensivo "don Giussani" Monticelli, località Via degli Iris nel comune di Ascoli Piceno (AP).

committente: Geoinside Snc – Amm.ne Comunale Ascoli P

Dott. Geol. Francesca Acciaccaferri

2017



GeA S.n.c.
INDAGINI GEOFISICHE

www.geasnc.it – info@geasnc.it

Tel/Fax 0736 344383

Via del Commercio, 3

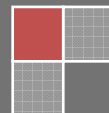
63100 Ascoli Piceno

P.IVA/C.F. 01852210440

Reg.Imp.CCIAA 178609

DOTT. GEOL. ORESTE SCHIAVONI

27/02/2017



PREMESSA

A seguito della richiesta della GEOINSIDE SNC dei Geologi Dott. Vannicola Fabio e Dott. Prezzavento Raffale, alla scrivente GeA snc "Indagini Geofisiche" di Ascoli Piceno (AP) è stato dato l'incarico, per conto dell'Amministrazione Comunale di Ascoli Piceno (AP), tecnico di riferimento Dott. Geol. Francesca Acciaccaferri, di eseguire una prospezione sismica a rifrazione tipo MASW **nei pressi l'edificio della scuola secondaria di primo grado dell'istituto comprensivo "don Giussani" Monticelli, Via degli Iris nel comune di Ascoli Piceno (AP)**, (per ubicazione v. figure n.1 e n.2).

Alle operazioni di acquisizione fa seguito il presente report d'indagine, a firma dello scrivente Dott. Geol. Oreste Schiavoni.

L'indagine tipo MASW si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato, al fine della **definizione della V_{s30}** secondo quanto previsto dal 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; lo strumento utilizzato per la misurazione è il sismografo multicanale modello PASI SGH24; l'acquisizione è stata eseguita mediante stendimento standard a 24 geofoni, con interasse a 2 metri, ed energizzazione con massa battente da 10 Kg. La successiva elaborazione dei dati registrati in campagna è stata effettuata mediante software WinMasw 4.1.1 Pro (Surface wave analysis modelling and inversion of Rayleigh and Love waves MASW, ReMi and attenuation analysis by ELIOSOFT).

La campagna d'indagine mediante MASW è stata condotta in data 27 febbraio 2017 nel sito di progetto; l'ubicazione del punto di misura realizzato viene riportato nella successiva figura 2.



Figura 1- ubicazione edificio all'oggetto: scuola secondaria di primo grado dell'istituto comprensivo "don Giussani" Monticelli.



Figura 2 - ubicazione dell'indagine **MASW**: posizione (■) del centro dello stendimento e dei relativi spari (★).

INDAGINE MASW

METODOLOGIA D'INDAGINE

L'indagine geofisica tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato, al fine della definizione della V_{s30} , secondo quanto previsto dal 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 metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di n.24 sensori posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

STRUMENTAZIONE

L'acquisizione è stata effettuata con apparecchiatura Pasi mod.16SG24 a 24 canali, con tempo di registrazione impostato in 4096 millisecondi ed un passo di campionamento impostato in 500 microsecondi.

I collegamenti elettrici sono stati realizzati con cavi con connettori NK2721C e Geofoni aventi una frequenza di 4,5 Hz, ancorati verticalmente al terreno ad una distanza tra loro di 2,00 metri (distanza intergeofonica).

ACQUISIZIONE DATI

La base sismica è costituita da 24 geofoni disposti ad intervalli di 2,00 metri per un allineamento totale di 46 metri.

La base sismica è stata disposta, su richiesta della committenza, nelle zone di maggiore interesse per le finalità del progetto ed in funzione della morfologia e degli ostacoli presenti.

L'acquisizione è la misura dell'energizzazione realizzata all'esterno dell'allineamento suddetto (a cinque metri -5m- dal primo geofono) mediante mazza di battuta di Kg 10; istante di scoppio registrato con geofono con starter collocato nei pressi del punto di battuta; nello caso specifico sono state eseguite due punti di energizzazione laterali allo stendimento 1-24 e viceversa.

ELABORAZIONE DATI

L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi:

- la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali nel dominio frequenza f – numero d'onda K .
- la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie $f-k$ cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) che consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano V fase (m/sec) – frequenza (lentezza (s/m) – frequenza (Hz).
- la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p .
- la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

RISULTATO INDAGINE MASW SPARO 1

Elaborazione eseguita in data 27/02/2017 – Time 10.55 – curva di dispersione considerata:
“2017.02.14_Scuola.Monticelli.00.cdp” - Dataset: scap01.DAT

STRATO	MODELLO MEDIO		
	N.1	N.2	N.3
V_s (m/s)	186	347	656
Standard deviations (m/s)	5	76	49
Spessore (m)	5.8	3.9	20.3
Standard deviations (m)	0.7	0.8	-

VALORI di DENSITÀ e MODULO DI TAGLIO e VALORI APPROSSIMATI per V_p e MODULI ELASTICI

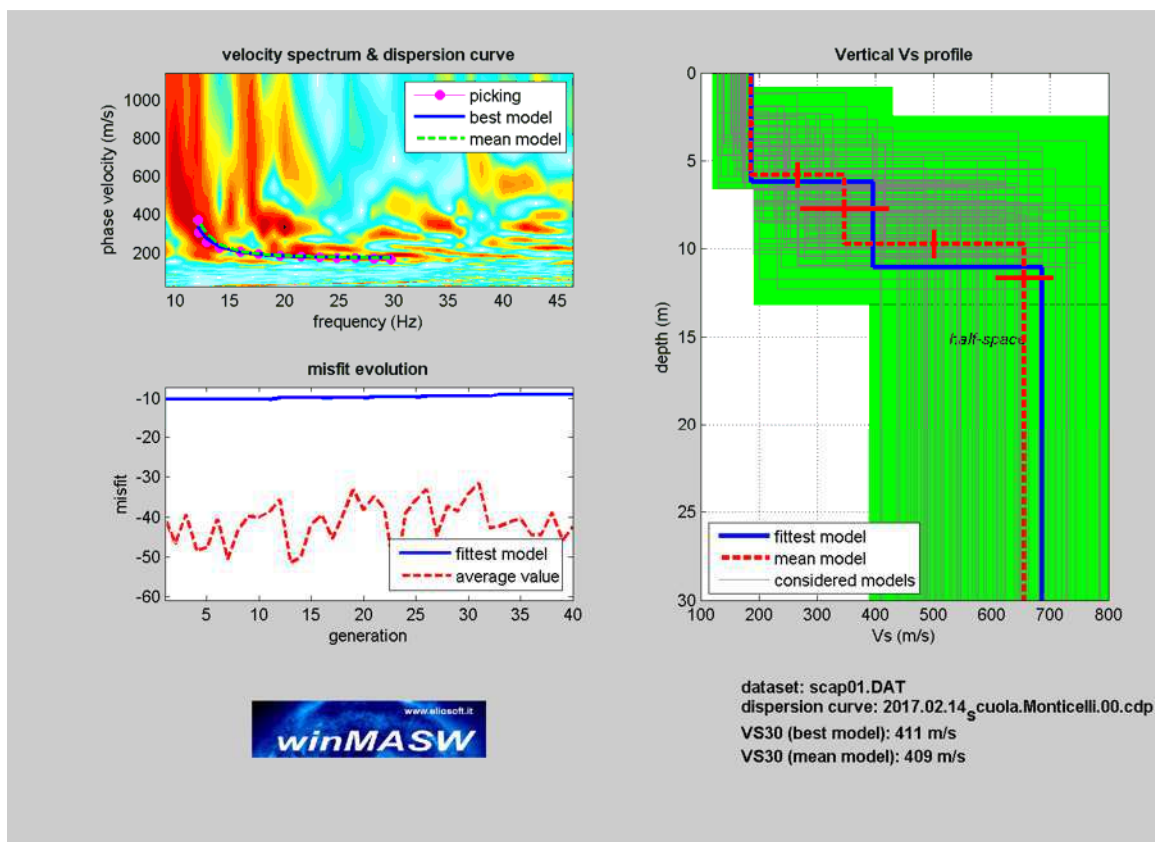
STRATO	N.1	N.2	N.3
Spessore (m)	5.8	3.9	20.3
Density (gr/cm^3)	1.83	2.01	2.14
Shear modulus (MPa)	63	243	922
V_p (m/s)	392	852	1443
Poisson	0.35	0.40	0.37
Bulk modulus (MPa)	197	1139	3233
Young's modulus (MPa)	171	680	2526
Lamé (MPa)	154	977	2618

V_{S30}, e SOIL TYPE

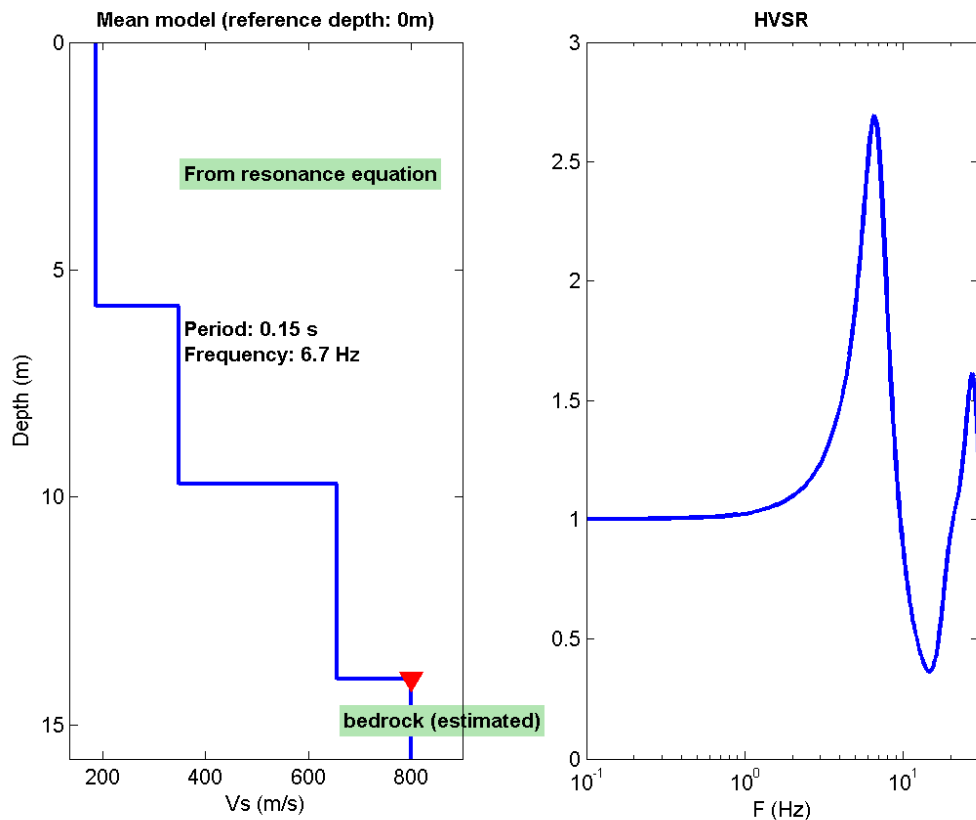
V _{S30} (m/s):	409
Soil Type	B



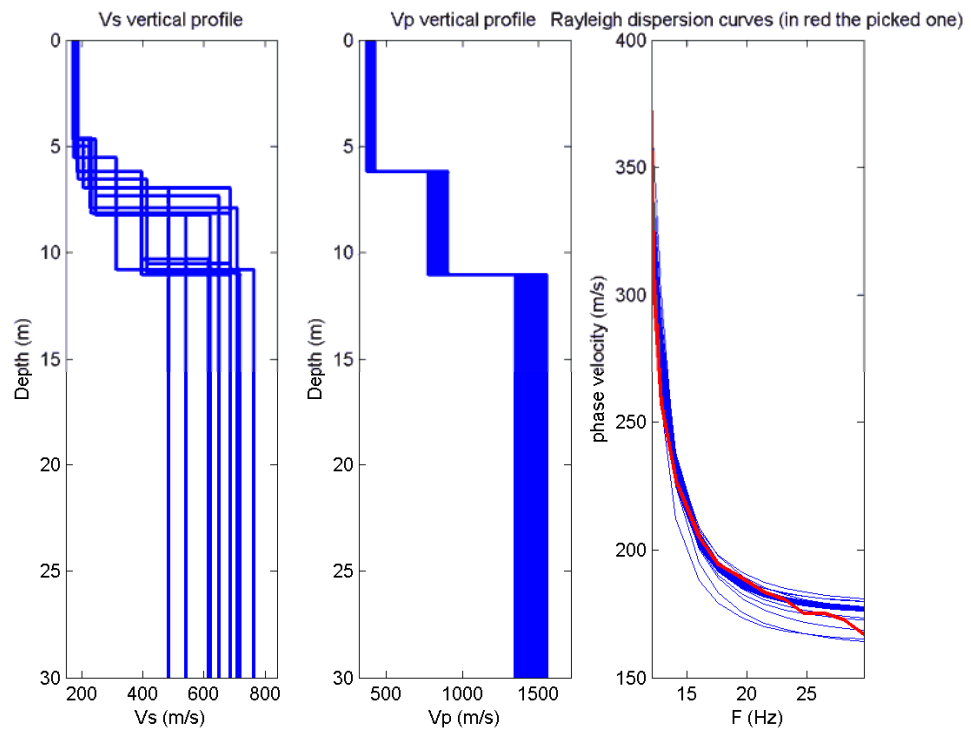
Foto 1 – vista dello stendimento MASW realizzato dallo SPARO N.1 (posizione in primo piano).

Curva di Dispersione, Profilo Verticale Vs

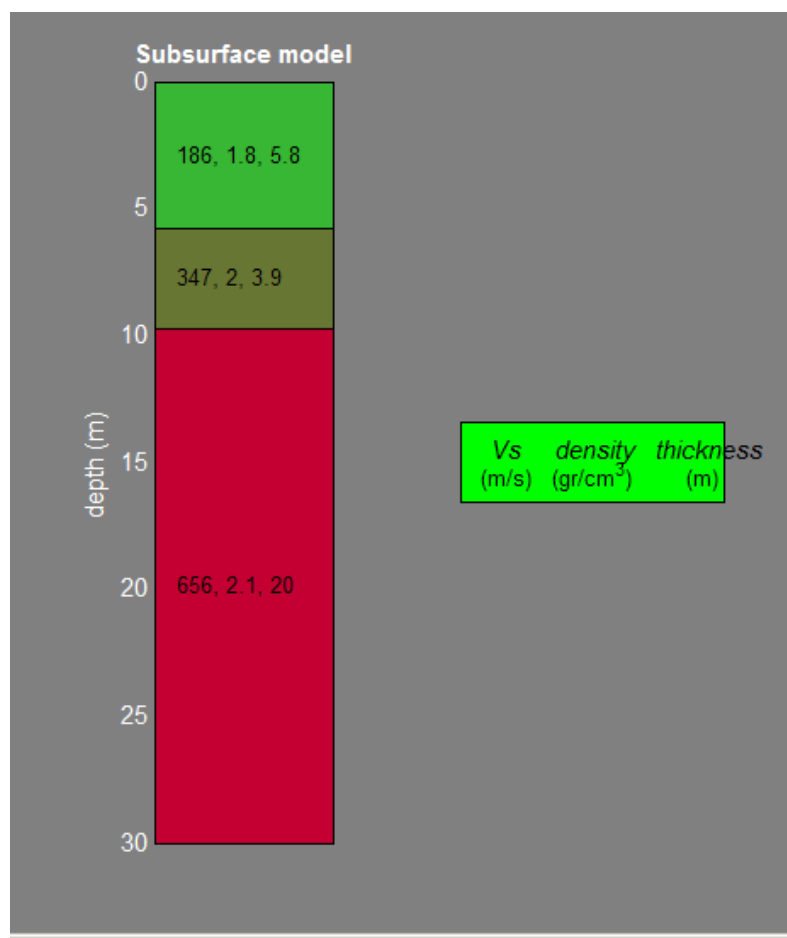
Profilo verticale Vs, Vp e curva di dispersione Rayleigh



Modello medio e HSR



Profilo verticale


**RISULTATO INDAGINE MASW
SPARO 2**

Elaborazione eseguita in data 27/02/2017 – Time 09.39 – curva di dispersione considerata:
“2017.02.14_Scuola.Monticelli.cdp” - Dataset: scap03.DAT

STRATO	MODELLO MEDIO		
	N.1	N.2	N.3
Vs (m/s)	172	221	565
Standard deviations (m/s)	1	10	70
Spessore (m)	3.4	4.6	22
Standard deviations (m)	0.3	0.3	-

VALORI di DENSITÀ e MODULO DI TAGLIO e VALORI APPROSSIMATI per Vp e MODULI ELASTICI

STRATO	N.1	N.2	N.3
Spessore (m)	3.4	4.6	22
Density (gr/cm ³)	1.81	1.87	2.08
Shear modulus (MPa)	53	92	663
Vp (m/s)	360	477	1093
Poisson	0.35	0.36	0.32
Bulk modulus (MPa)	163	304	1596
Young's modulus (MPa)	145	250	1746

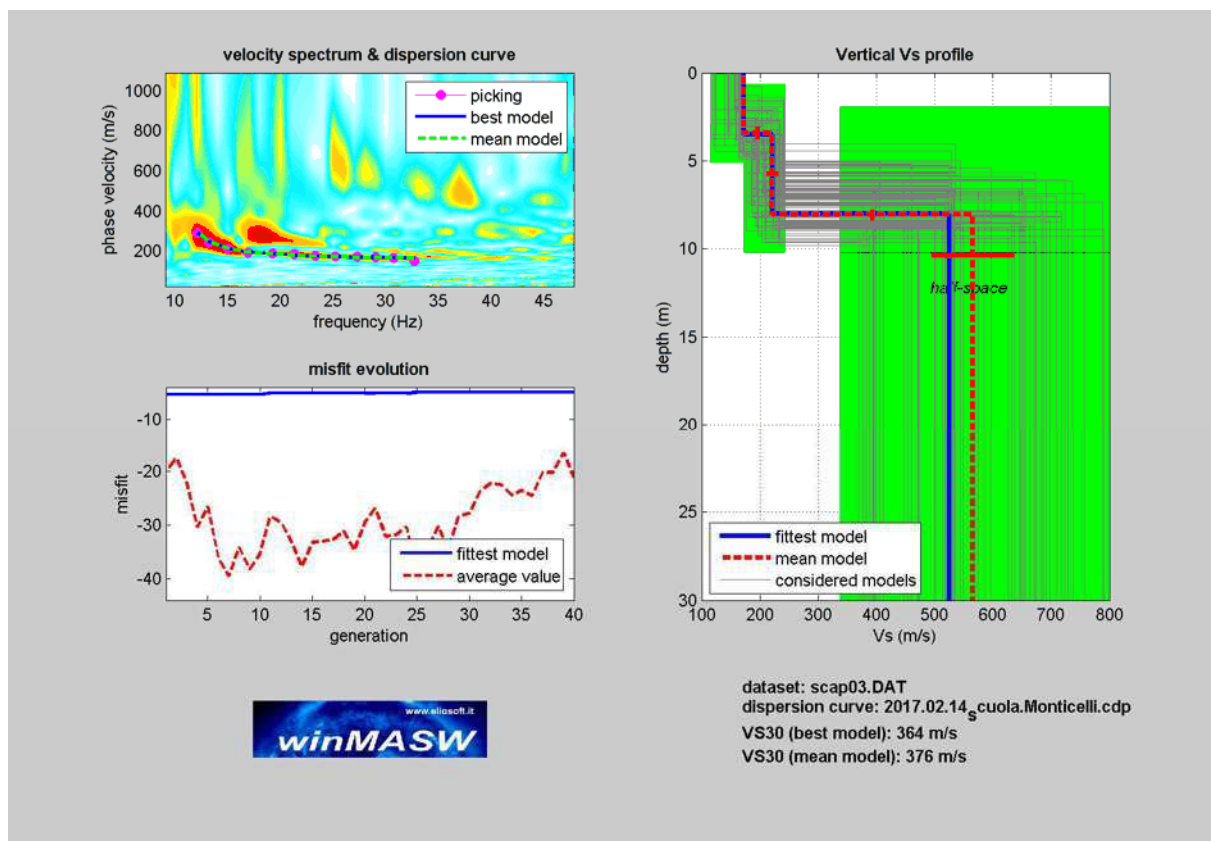
Lamé (MPa)	127	243	1154
------------	-----	-----	------

Vs₃₀, e SOIL TYPE

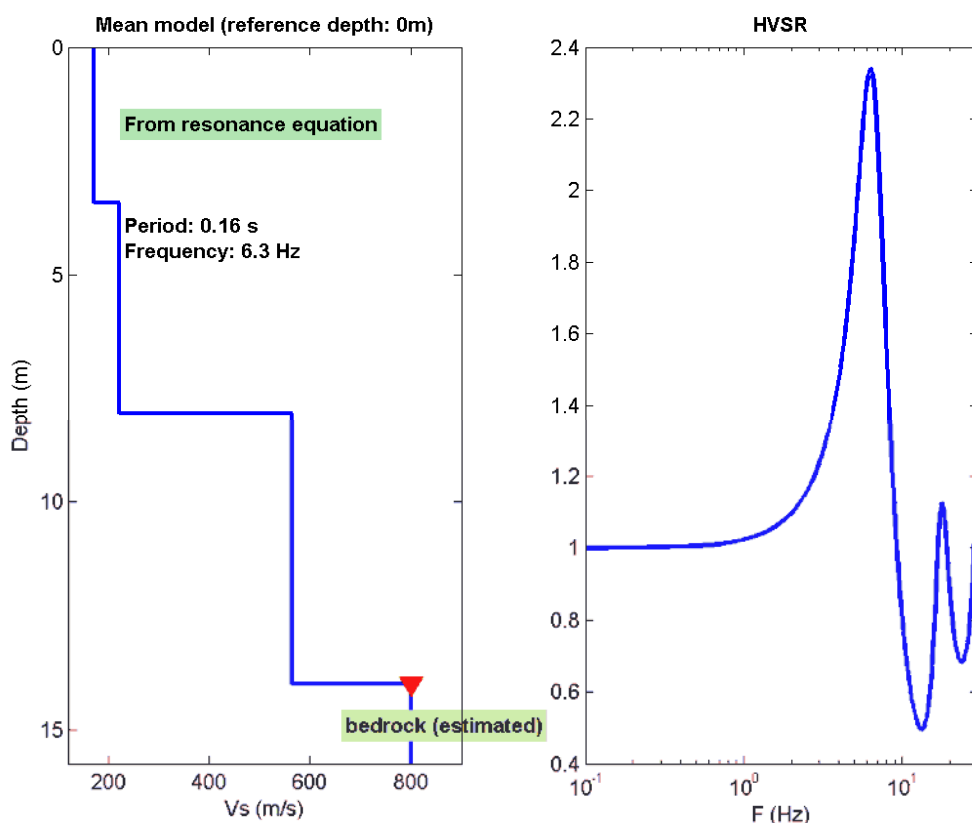
Vs ₃₀ (m/s):	376
Soil Type	B



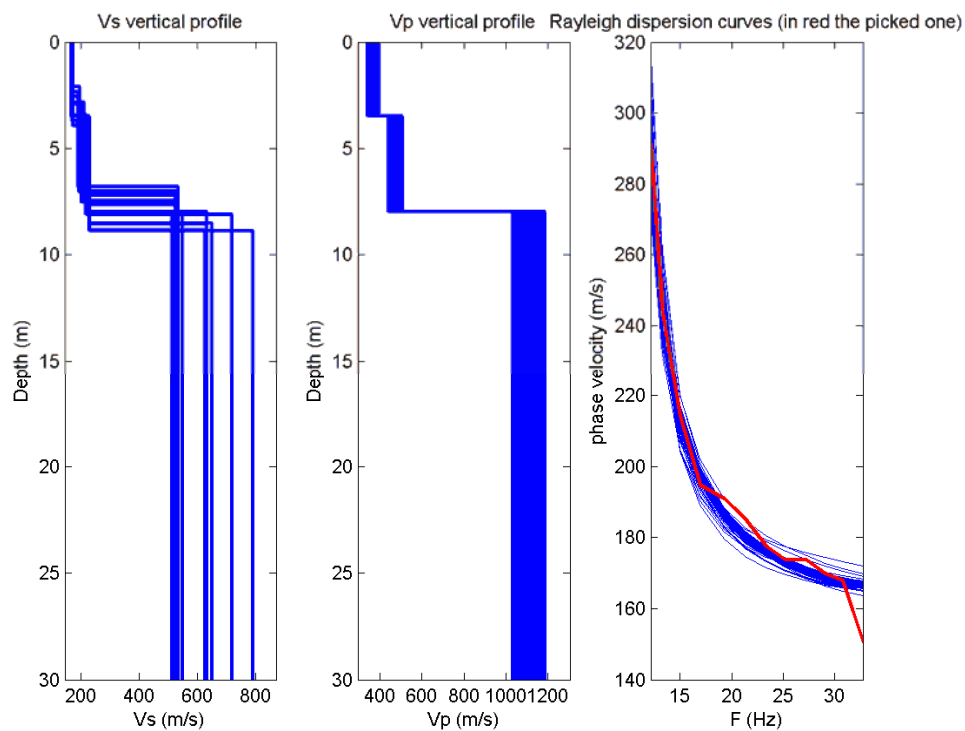
Foto 2 – vista dello stendimento MASW realizzato dallo SPARO N.2 (posizione in primo piano).

Curva di Dispersione, Profilo Verticale Vs

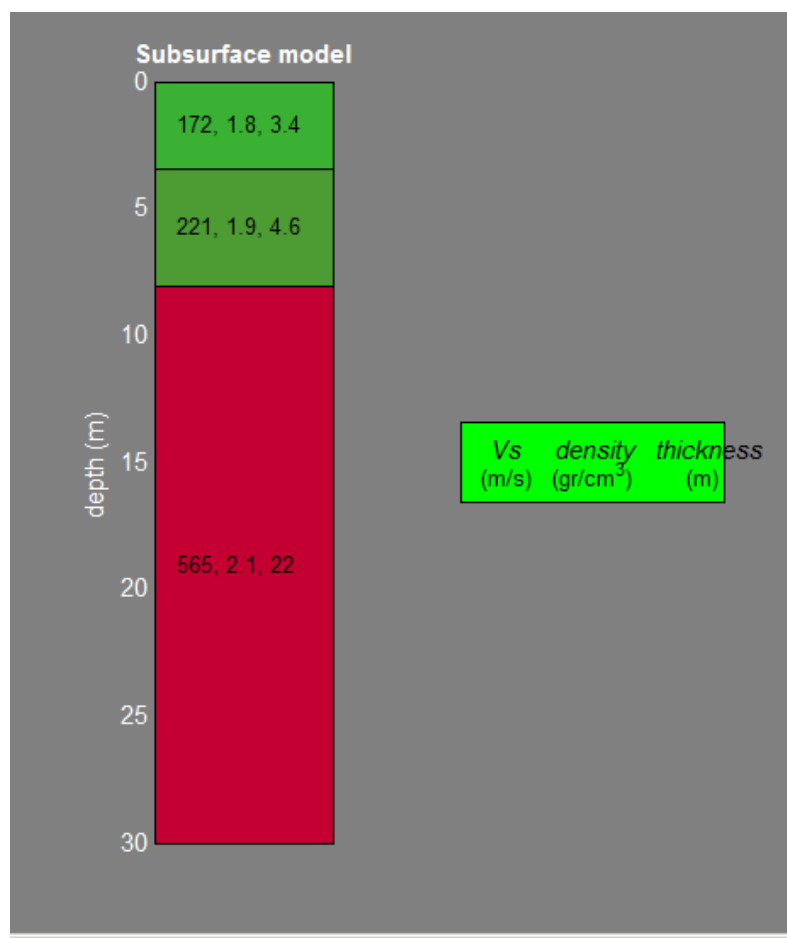
Profilo verticale Vs, Vp e curva di dispersione Rayleigh



Modello medio e HSR



Profilo verticale



CONCLUSIONI

Dall'analisi dell'indagine MASW (con doppio sparo), effettuata mediante geophysical software WinMASW (vers. 4.1.1 pro – EliaSoft), sono stati ottenuti risultati che appaiono compatibili con il modello geofisico del sottosuolo elaborato. Per quello che concerne il V_{s30} l'analisi ha evidenziato per entrambi gli spari un valore prossimo:

V_{s30}	409 m/s	S_1
V_{s30}	376 m/s	S_2

Con tali valori di V_{s30} in base alla normativa vigente si può classificare il suolo dell'area all'oggetto di tipo **B**.

L'inversione degli spari evidenzia stessa sequenza sismostratigrafica (numero tre sismostrati v. Profilo Verticale pagg 7 e 10) ma con spessore di poco differenti che suggeriscono un bedrock sismico alla profondità tra 8 e 10 metri dall'attuale piano di campagna.

Ascoli Piceno lì, 27 febbraio 2017

Elaborazione - GeA S.n.c.
Dott. Geol. Oreste Schiavoni

GeA s.n.c.
Via del Commercio, 8 - Tel. 0736.344383
63100 ASCOLI PICENO
Partita IVA: 01862270440

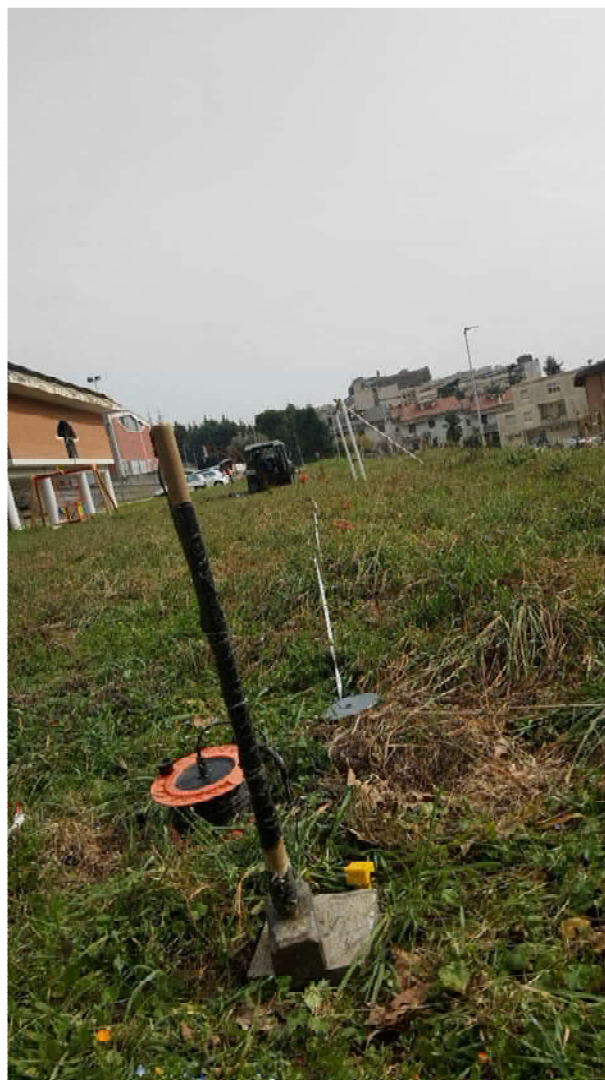


Foto 3 - vista rispettivamente dallo "sparo1" (circa da Est verso Ovest) e dallo "sparo2" (circa da Ovest verso Est) dell'allineamento geofonico realizzato.



Foto 4 - vista da SE della posizione mediana dell'allineamento geofonico realizzato.



Foto 5 - vista da NW della posizione mediana dell'allineamento geofonico realizzato.

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 42,853727

longitudine: 13,617811

Classe: 4

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 24310 Lat: 42,8349 Lon: 13,5583 Distanza: 5283,211

Sito 2 ID: 24311 Lat: 42,8349 Lon: 13,6265 Distanza: 2209,827

Sito 3 ID: 24089 Lat: 42,8849 Lon: 13,6266 Distanza: 3537,762

Sito 4 ID: 24088 Lat: 42,8849 Lon: 13,5584 Distanza: 5959,857

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100anni

Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 60 [anni]

ag: 0,078 g

Fo: 2,448

Tc*: 0,301 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	101	[anni]
ag:	0,097	g
Fo:	2,450	
Tc*:	0,317	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	949	[anni]
ag:	0,229	g
Fo:	2,507	
Tc*:	0,352	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1950	[anni]
ag:	0,290	g
Fo:	2,542	
Tc*:	0,362	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,400
St:	1,000
Kh:	0,019
Kv:	0,009
Amax:	0,918
Beta:	0,200

SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,380

St: 1,000

Kh: 0,023

Kv: 0,012

Amax: 1,146

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,170

Cc: 1,360

St: 1,000

Kh: 0,075

Kv: 0,037

Amax: 2,624

Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,110

Cc: 1,350

St: 1,000

Kh: 0,090

Kv: 0,045

Amax: 3,152

Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 42.852767

longitudine: 13.616896