



PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI RICOSTRUZIONE Loc. Capoluogo

perimetrazione adottata
con decreto del Vice Commissario Delegato
n. 21/VCOMMS16 del 10.09.2019

TAV. G01	RELAZIONE GEOLOGICA
	Agg.: Settembre 2021

Comune di Caldarola

AMMINISTRAZIONE COMUNALE

Sindaco:

Dott. Luca Maria Giuseppetti

Vice Sindaco

Assessore ai lavori pubblici, urbanistica, attività produttive, demanio, ricostruzione, personale, viabilità, associazioni, sicurezza, polizia municipale:

Avv. Giorgio Di Tomassi

Assessore istruzione beni e servizi, servizi sociali, famiglia, sanità e SAE
Dott.ssa Minnucci Teresa

SETTORE URBANISTICA – LLPP.PP – EDILIZIA PRIVATA

Responsabile:

Ing. Andrea Spinaci

Ufficio Ricostruzione urbanistica
ed edilizia privata:

Geom. Lucia Maria Rossi

Arch. Ilenia Gianfelici

Geom. Sabrina Passarini

Gruppo tecnico

Studio FOA – Architetti Associati:

Arch. Elena Stella Ottavia Rusconi

Prof. Arch. Piergiorgio Vitillio

Prof. Arch. Paolo Galuzzi

FOA

Studio di architettura e urbanistica

Rilievo e modellazione 3D

Flyengineering



Aspetti geomorfologici

geol. Mauro Cataldi



Caldarola Laboratorio Ricostruzione

Coordinamento Tecnico-Scientifico:

Area Urbanistica Dipartimento SIMAU

Università Politecnica delle Marche

Prof. Arch. Giovanni Marinelli

Ing. Luca Domenella

Gruppo di lavoro:

Arch. Marco Galasso

Arch. Silvia Cerigioni

Geom. Massimiliano Palummeri

Matteo Corradi

#laboratorioricostruzione



1.0	PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE	4
2.0	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	8
3.0	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, COROGRAFICO E TOPOGRAFICO DEL SITO	11
4.0	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO E CONFORMITÀ IN MATERIA URBANISTICA, AMBIENTALE E PAESAGGISTICA	13
4.1	PIANIFICAZIONE DI LIVELLO NAZIONALE	14
4.2	PIANIFICAZIONE DI LIVELLO REGIONALE E PROVINCIALE	19
4.3	PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	23
5.0	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	23
5.1	ASPETTI LITOSTRATIGRAFICI E STRUTTURALI GENERALI DELL'AREA DI STUDIO	24
5.2	STRATIGRAFIA E MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO	25
5.3	TETTONICA E SUBSIDENZA	28
5.4	ASPETTI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA DI STUDIO E DEL SITO DEGLI INTERVENTI	31
5.5	ASPETTI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI DELL'AREA DI STUDIO	42
5.6	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO IN ESAME E DEL SITO OGGETTO DEGLI INTERVENTI	43
5.7	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DEL TERRITORIO IN ESAME E DEL SITO OGGETTO DEGLI INTERVENTI	49
5.7.1	VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	50
5.7.2	INVARIANZA IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI	52
6.0	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	53
6.1	SISMICITÀ STORICA	53
6.2	SISMICITÀ RECENTE	55
6.3	CONDIZIONE SISMICA LOCALE	57
6.3.1	ACCELERAZIONE E ZONAZIONE SISMICA	57
6.3.2	ZONAZIONE SISMOGENETICA E VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO	58
6.3.3	STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA ESISTENTI	68
6.4	VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEL TERRITORIO	69
6.5	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	74
7.0	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	75
7.1	LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE	75

TAVOLE NEL TESTO

- INQUADRAMENTO GEOGRAFICO (TAV. 01 – SCALA 1: 25.000)
- INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO (TAV. 02 – SCALA 1: 10.000)
- INQUADRAMENTO CATASTALE (TAV. 03 – SCALA 1: 5.000)

ALLEGATI NEL TESTO

- RAPPORTO TECNICO INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE ESEGUITE E REPERITE:
 - N. 37 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO, SONDAGGI A DISTRUZIONE DI NUCLEO E TRINCEE ISPEZIONABILI.
 - N. 10 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
 - N. 13 STENDIMENTI SISMICI MASW
 - N. 1 DOWN-HOLE
 - N. 12 ANALISI MICROTREMORI A STAZIONE SINGOLA HVSR

TAVOLE FUORI TESTO

- CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA CON INQUADRAMENTO IDROLOGICO/IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO (TAV. G02 – SCALA 1: 2.000)
- CARTA LITOTECNICA (TAV. G03 – SCALA 1: 2.000)
- CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICHE ED IDRAULICHE (TAV. G04 – SCALA 1: 2.000)
- CARTA DELLE ZONE A MAGGIORI PERICOLOSITÀ SISMICHE LOCALI (TAV. G05 – SCALA 1: 5.000)
- CARTA DELLE INDAGINI (TAV. G06 – SCALA 1: 2.000)

1.0 PREMESSA E METODOLOGIA DI INDAGINE

La presente relazione è stata redatta su incarico dell'Amministrazione comunale di Caldarola, interessata all'effettuazione di uno studio di tipo geologico e geomorfologico necessario per la redazione dei Piani Attuativi per la ricostruzione del capoluogo, ai sensi dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n. 25 del 23 maggio 2017 "*Criteri per la perimetrazione dei centri e nuclei di particolare interesse che risultano maggiormente colpiti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016*" e della successiva Ordinanza n. 39 dell'8 settembre 2017 "*Principi di indirizzo per la pianificazione attuativa connessa agli interventi di ricostruzione nei centri storici e nuclei urbani maggiormente colpiti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016*".

La perimetrazione è uno strumento di ricostruzione dedicato ai centri storici ed ai nuclei urbani sia cittadini che rurali che abbiano caratteristiche tipologiche, architettoniche e paesaggistiche di particolare interesse. Le condizioni necessarie per poter eseguire la perimetrazione sono le seguenti:

1. la presenza di un patrimonio culturale particolare interesse e pregio storico, architettonico, archeologico, naturale e paesaggistico;
2. che il centro storico o i nuclei urbani siano stati gravemente colpiti dal sisma;
3. che il centro storico o i nuclei urbani e rurali siano in condizioni di pericolosità anche al di fuori di fenomeni di natura sismica.

Il territorio comunale di Caldarola è stato interessato dalla sequenza sismica iniziata il 24 agosto 2016, a seguito della quale si sono verificati ingenti danni e l'inagibilità della gran parte dei fabbricati presenti nel territorio; inoltre, si è evidenziata la necessità di adeguare le previsioni dettate dall'attuale PRG alle sopravvenute esigenze al fine di accelerare e facilitare il processo di ricostruzione. Sulla base del danno riscontrato e nel pieno rispetto dei criteri e indirizzi riportati nelle Ordinanze precedentemente riportate, il Comune di Caldarola ha individuato le aree da perimetrare per le quali gli interventi sono attuati previa approvazione di apposito piano urbanistico con gli atti di seguito elencati:

- Deliberazione Consiglio Comunale n. 15 del 09.04.2019, "*Sisma 2016. Perimetrazioni ai sensi dell'Ordinanza Commissario Straordinario n. 25 del 23 maggio 2017 e s.m.i. – provvedimenti*" in cui viene approvata la proposta di perimetrazione del territorio comunale, e relativi elaborati grafici, per le seguenti aree:
 - a) Capoluogo: porzione del Centro Storico ed aree interessate dalla realizzazione della nuova bretella;
 - b) Castello di Croce: area storica del castello;
 - c) Castiglione di Croce: porzione della frazione;
 - d) Valcimarra: porzione della frazione.

- Deliberazione Giunta Comunale n. 62 del 18.06.2019, “Sisma 2016. Perimetrazioni ai sensi dell’Ordinanza Commissario Straordinario n. 25 del 23 maggio 2017 e s.m.i. – aggiornamento aree perimetrate”.
- Deliberazione Consiglio Comunale n. 42 del 29.10.2019, “Sisma 2016. Perimetrazioni ai sensi dell’Ordinanza Commissario Straordinario n. 25 del 23 maggio 2017 e s.m.i. – approvazione definitiva”.
- Deliberazione Giunta Comunale n. 67 del 20.06.2020, “Sisma 2016. Perimetrazioni ai sensi dell’Ordinanza Commissario Straordinario n. 25 del 23 maggio 2017 e s.m.i. – rettifica errore materiale nelle cartografie delle aree perimetrate” in cui si rende necessario procedere all’aggiornamento delle cartografie delle aree perimetrate” in quanto, per mero errore materiale, l’area catastalmente individuata al foglio 8, particella n. 83, in corrispondenza di Via Lungara del Rio, non era stata riportata nelle cartografie relative alle perimetrazioni; in tal modo, vengono approvati definitivamente gli elaborati grafici dell’ambito urbano e confermati i perimetri relativi alle frazioni.

Per quanto riguarda il capoluogo, oggetto del presente studio, sono stati individuati due distinti ambiti di perimetrazione caratterizzati da obiettivi e finalità distinti:

Prima perimetrazione: Via Roma e aree urbane lungo il Fosso delle Conce.

Il contesto dell’area oggetto della perimetrazione comprende edifici fortemente danneggiati con caratteri storici/identitari e edifici danneggiati di più recente costruzione che risultano strategici per la possibilità di poter riqualificare gli spazi urbani in termini di sicurezza pubblica, accessibilità e salubrità degli edifici stessi. Inoltre, all’interno della zona perimetrata vi è il tratto stradale in costruzione che consentirà il collegamento viario tra la S.S. 77 “della Val di Chienti” con i nuclei frazionari di Croce e Vestignano e con i comuni interni verso Sarnano e l’area montana dei Sibillini.

Obiettivi degli interventi previsti sono quelli:

1. ristrutturazione urbanistica delle aree in cui sono presenti gli edifici e spazi pertinenziali maggiormente danneggiati dal sisma, nel rispetto dei valori storici identitari;
2. alta compatibilità tra il tracciato della nuova sede stradale e le aree urbane del centro storico;
3. risoluzione delle criticità evidenziate degli attuali strumenti di prevenzione (Microzonazione sismica di livello III e documento di Condizione Limite per l’Emergenza). Tali criticità sono dovute alla presenza di edifici che in occasione del sisma sono in parte crollati sulla sede stradale di Via Roma, che pertanto rendono vulnerabile il sistema viario urbano e contemporaneamente compromettono l’operatività delle attività strategiche per l’emergenza, come l’accessibilità e la connessione del centro storico con il contesto territoriale.

Seconda perimetrazione: Via Caldoro, piazza del Teatro.

L'area perimetrata include edifici fortemente danneggiati con caratteri storico/identitari, edifici più recenti posti in ambiti urbani strategici per la riconfigurazione degli spazi urbani in termini di sicurezza pubblica, accessibilità e salubrità degli edifici e degli spazi pertinenziali e, infine, spazi pubblici pertinenziali per la viabilità sia carrabile che pedonale (vicoli).

L'ambito si caratterizza per una particolare densità edilizia con fabbricati costruiti in cortina continua, in parte affacciati su piazza del teatro e in parte sul vicolo Caldoro. La tipologia del tessuto edilizio intercluso su tre lati associata all'incertezza della suddivisione del sistema proprietario per i diversi immobili rende necessario la ridefinizione unitaria del tessuto edilizio.

Obiettivo degli interventi ipotizzati sarà quello della ristrutturazione urbanistica delle aree in cui sono presenti gli edifici, ed i relativi spazi pertinenziali maggiormente danneggiati, nel rispetto dei valori storici-identitari esistenti. Tale ristrutturazione avrà come obiettivo la riduzione della vulnerabilità complessiva del centro storico, abbassando i livelli di esposizione al rischio degli abitanti della zona attraverso il potenziamento dell'accessibilità sulle vie adiacenti e qualora si renda necessario delocalizzando parte delle volumetrie danneggiate.

Si avverte che i contenuti di questa indagine sono finalizzati esclusivamente alla redazione di un modello geologico e sismico, imprescindibile dalla successiva caratterizzazione e modellazione geotecnica, di cui, nella presente, se ne fa comunque accenno. Eventuali verifiche in condizioni statiche agli Stati Limite Ultimi (SLU - "Capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possono compromettere l'incolumità delle persone, ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera" e agli Stati Limite di Esercizio (SLE - "Capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio") ed eventuali verifiche in condizioni sismiche agli Stati Limite della Vita (SLV) e agli Stati Limite di Danno (SLD) presenti in tale relazione, hanno valore prettamente indicativo. Tali verifiche dovranno essere approfondite in apposita relazione geotecnica.

Lo studio, in conformità con le linee guida indicate dal Consiglio Nazionale dei Geologi per la redazione della Relazione Geologica (*Progetto Qualità 2010 e Raccomandazioni per la redazione della "Relazione geologica" ai sensi delle Norme Tecniche sulle Costruzioni*) ed in congruità con la Circolare dell'Ordine dei Geologi delle Marche n. 177/15RE (*Linee guida per la valutazione degli elaborati geologici, geotecnici e sismici di competenza della figura del geologo*), è stato articolato nel modo di seguito indicato:

Indagini preliminari

- Ricerca ed analisi dei dati esistenti: cartografie tecnico-scientifiche pubblicate, dati catastali, vincolistica, sismicità storica, sondaggi geognostici e/o scavi ispezionabili, prove in situ o in laboratorio geotecnico, dati bibliografici, indagini geologiche, geofisiche e/o geotecniche precedenti.

- Esecuzione di una analisi aero-fotogrammetrica dell'area indagata.
- Pianificazione del programma di indagine e progettazione dello stesso sulla base dell'inquadramento geologico della zona e in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica di dettaglio che possa risultare adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geologica del sottosuolo.

Indagini di terreno

- Esecuzione di sopralluoghi volti a individuare gli aspetti geologici (riconoscimento delle formazioni, acquisizione delle giaciture e delle strutture tettoniche), geomorfologici ed idrogeologici dell'area oggetto di indagine, per un intorno significativo, con particolare riferimento sia a processi morfologici e dissesti attivi o quiescenti e loro tendenza evolutiva e sia a processi erosivi connessi al ruscellamento superficiale e all'evoluzione del reticolo idrografico. Analisi delle interferenze con i manufatti circostanti.
- Acquisizione di n. 3 misure di rumore sismico ambientale a stazione singola (metodo di Nakamura o metodo HVSR da *Horizontal to Vertical Spectral Ratios* o semplicemente H/V).

Elaborazione dei dati raccolti

- Caratterizzazione e modellazione geologica.
- Descrizione dei risultati ottenuti e delle difficoltà incontrate. Esposizione ed interpretazione dei dati risultanti dalle indagini e dalle prove eseguite - caratteristiche intrinseche delle singole unità litologiche (terreni o rocce) con particolare riguardo ad eventuali disomogeneità, discontinuità, stati di alterazione e fattori che possano indurre anisotropia delle proprietà fisiche dei materiali.
- Analisi e ricostruzione degli aspetti idrogeologici dell'area fornendo lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea. Valutazione delle permeabilità/trasmissività. Definizione geometrica e dinamica degli acquiferi e delle relazioni fra acque superficiali e sotterranee.
- Considerazioni specifiche sulla stabilità dei versanti (opportunamente estese ad un intorno significativo) tenendo conto di quanto previsto dal P.A.I. o altro strumento di programmazione idrogeologica (es. P.T.C.) e dell'analisi delle forme e dei processi geomorfologici, processi erosivi e dinamiche evolutive del reticolo idrografico. Definizione del modello concettuale di franosità ed individuazione delle possibili tipologie di evento potenzialmente atteso (caratteristiche geometriche ed evolutive del versante) anche sulla base di deduzioni relativa alla franosità pregressa.

- Modellazione sismica. Analisi e descrizione della sismicità storica. Definizione del terremoto di progetto, magnitudo. Definizione delle forme spettrali. Eventuale analisi della risposta sismica locale, calcolo della $V_{S,eq}$ per la definizione della categoria del suolo di fondazione. Spettro di risposta elastico. Potenziale di liquefazione.
- Caratterizzazione e modellazione geotecnica.
- Stesura degli elaborati grafici (cartografie e sezioni litostratigrafiche) e descrittivi.
- Stesura finale della presente relazione con sintesi di quanto realizzato, giudizio sulla fattibilità geologica degli interventi proposti ed eventuale esplicazione degli stessi per renderli compatibili con l'assetto idrogeologico dell'area ed in particolare con le pericolosità ambientali definite in funzione delle indagini eseguite.

2.0 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

L'indagine è stata predisposta nel rispetto delle norme e disposizioni recate dai seguenti provvedimenti:

- D.P.R. n. 328 del 05.06.2001, *Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni, nonché della disciplina dei relativi ordinamenti.*
- D.M. 17.01.2018, *Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Circolare n. 7 del 21.01.2019, *Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17.01.2018.*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, *Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.* Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, *Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.*
- O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006, *Criteri generali per l'individuazione delle Zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.*
- O.P.C.M. n. 3316 del 02.10.2003, *Modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003.*
- O.P.C.M. n. 3907 del 13.11.2010, *Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico.*
- Eurocodice 8 (1998), *Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.* Stesura finale 2003.

- Eurocodice 7.1 (1997), *Progettazione geotecnica - Parte I: Regole Generali*. UNI.
- Eurocodice 7.2 (2002), *Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio*. UNI.
- Eurocodice 7.3 (2002), *Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita con prove in sito*. UNI.
- D.M. LL.PP. 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 il sostegno delle terre e delle opere di fondazione*. G.U. Repubblica Italiana n. 127.
- D.M. LL.PP. 16.01.1996, *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*. G.U. Repubblica Italiana n. 29 del 05.02.1996.
- D.L. 03.03.2006 n. 152, *Norme in materia ambientale*. (G.U. Repubblica Italiana n. 88 del 14.04.2006 - S.O. n. 96).
- D.A.C.R. del 03.11.1989 n. 197, *Piano Paesistico Ambientale Regionale (P.P.A.R.)*.
- Deliberazione di Consiglio Provinciale del 11.12.2001 n. 75, *Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (P.T.C.)*.
- Ordinanza n. 25 del 23 maggio 2017, *Criteri per la perimetrazione dei centri e nuclei di particolare interesse che risultano maggiormente colpiti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016*.
- Ordinanza n. 39 dell'08 settembre 2017, *Principi di indirizzo per la pianificazione attuativa connessa agli interventi di ricostruzione nei centri storici e nuclei urbani maggiormente colpiti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016*.
- Ordinanza n. 107 del 22 agosto 2020, *Linee Guida sui Programmi Straordinari di Ricostruzione, indirizzi per la pianificazione e ulteriori disposizioni di accelerazione della ricostruzione privata*.

Nell'elaborazione della presente indagine sono state consultate le seguenti pubblicazioni e cartografie:

- Antonini G., *et alii* (1993) – *Carta inventario dei movimenti franosi della Regione Marche ed aree limitrofe (scala 1: 100.000)*. CNR – IRPI Perugia, CNR – GNDCI. Pubbl. CNDCI n. 580.
- Barchi M., *et alii* (1988) – *Sezioni geologiche bilanciate attraverso il sistema a pieghe umbro-marchigiano*. Boll. Soc. Geol. It., 107: 109-130.
- Boni C., *et alii* (1986) – *Schema idrogeologico dell'Italia Centrale*. Mem. Soc. Geol. It., 35: 991-1012.
- Boni C., *et alii* (2009) – *Studio idrogeologico nel settore nord-occidentale dei monti sibillini: un contributo alla cartografia idrogeologica ufficiale*. Italian Journal of Engineering and Environment, 1: 25-40.

- Calamita F., et alii – Analisi dell’evoluzione tettonico – sedimentaria ... Il Bacino di Camerino. Studi Geologici Camerti, V.
- Centamore E. (1986) - *Carta Geologica delle Marche (scala 1: 250.000)*. Litografia Artistica Cartografica - Firenze.
- Centamore E., Deiana G. (1986) - *La geologia delle Marche*. Numero speciale, Studi Geologici Camerti.
- Centamore E. et alii (1991) - *Carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica delle Marche (scala 1: 100.000)*. A cura della Regione Marche, Assessorato Urbanistica - Ambiente. S.E.L.C.A. - Firenze.
- Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (1990) – *Zonazione e riclassificazione sismica. Atti del Convegno*. Pisa, 25-27 giugno 1990. Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- *Linee guida per la stabilizzazione delle frane e strategie di mitigazione del rischio*. Programma comune per l’integrazione e l’aggiornamento della cartografia del rischio frana del Piano di Bacino.
- Regione Marche - Giunta Regionale (1991) - *L’ambiente fisico delle Marche: geologia, geomorfologia, idrogeologia*.
- Autorità di Bacino Regionale (2001) - *Piano stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*.
- Regione Marche - Ufficio Urbanistica e Cartografia (1999-2001) - *Carta geologica regionale (scala 1: 10.000)*.
- Arch. Recchi O. e Ing. Scoppa E. (2013), *Piano Regolatore Generale del Comune di Caldarola*. D.C.C. n. 27 del 30.11.2013, adeguamento alle prescrizioni della Provincia di Macerata ai sensi dell’art. 26 comma 6 lett. a) L.R. 34/1992, D.C.C. n. 4 del 18.02.2013 e D.G.P. n. 357 del 19.11.2012.
- Geol. Cataldi M. (2017), *Microzonazione Sismica di Livello I*. Attuazione dell’articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77 OCDPC n. 293/2015. Programma regionale degli Studi ed Indagini di Microzonazione Sismica, annualità 2014.
- Geol. Cataldi M. (2018), *Microzonazione Sismica di Livello III*. Ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 registrata il 15 maggio 2017 al n. 1065.
- Geol. Pucciarelli R. (2020), *Aggiornamento dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello III*. Studio di approfondimento delle instabilità di versante (Capoluogo - Castello Pallotta - Località Colle - Valle Valcimarra) ai sensi dell’Ordinanza del Commissario Straordinario n. 79 registrata il 12 agosto 2019 al n. 1719.

3.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, COROGRAFICO E TOPOGRAFICO DEL SITO

Le due aree oggetto di studio sono ubicate nel Comune di Caldarola (Regione Marche, Provincia di Macerata), rispettivamente:

Zona 1-1A: Via Roma ed aree urbane lungo il Fosso delle Conce: l'area si snoda in corrispondenza del Fosso delle Conce, ad E del centro abitato, dall'incrocio tra la S.P. 502 "di Cingoli" (Via Faleriense) e la strada comunale che conduce alle località di Croce e Vestignano, alla quota di circa 320 m s.l.m. (WGS84: Lat. 43,133190 - Lng. 13,226249), fino alla S.P. 7 "Belforte - Caldarola" (Via Piandassalto), alla quota di 295 m s.l.m. (Lat. 43,144837 - Lng. 13,225259); inoltre, la Zona 1-1A comprende un gruppo di edifici fortemente danneggiati posti tra Via Roma e Via Lungara del Rio, alla quota di 310 m s.l.m. (Lat. 43,139217 - Lng. 13,225660). Il settore, pertanto, risulta essere piuttosto articolato in tratti a pendenza variabile.

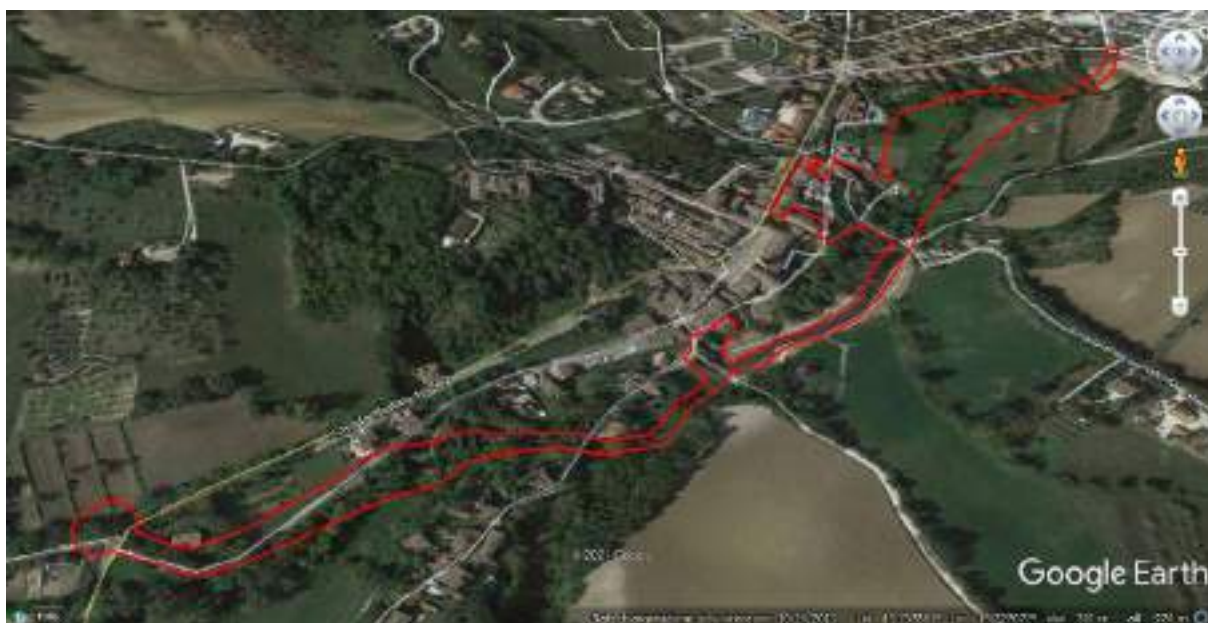


Figura 1 - Inquadramento aero-satellitare con indicata l'area oggetto di studio Zona 1-1A.

Zona 1-1B: Via Caldoro, Piazza del Teatro comunale: l'area è ubicata nel centro storico di Caldarola e comprende un gruppo di edifici fortemente danneggiati posti tra Via de Magistris e Via Pallotta, alla quota di 320 m s.l.m. (Lat. 43,138019 - Lng. 13,225354) e che comprende Via Caldoro e Piazza Leopardi (in corrispondenza del Teatro comunale). Il settore presenta acclività media del 12% ed esposizione verso E.

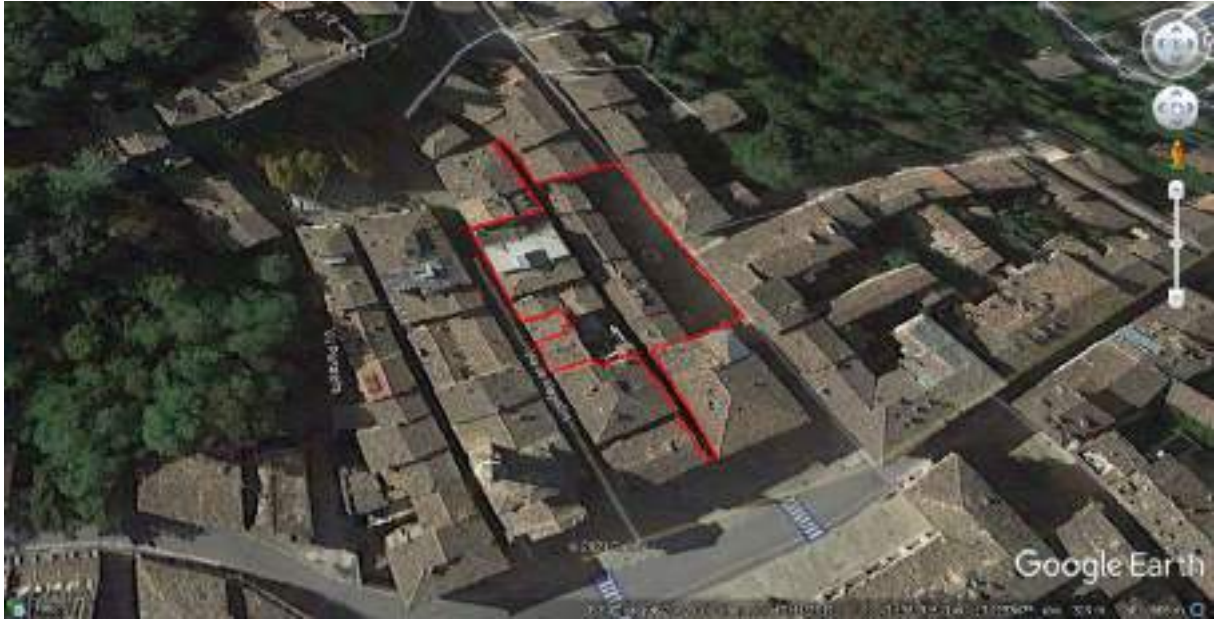


Figura 2 - Inquadramento aero-satellitare con indicata l'area oggetto di studio Zona 1-1B.

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Si forniscono al progettista i valori dei parametri per la determinazione della velocità base di riferimento v_b , considerando che il sito oggetto di studio ricade nella Zona 3 (Tabella 3.3.I delle N.T.C. 2018):

$v_{b,0}$ (m/s)	27
a_0 (m)	500
k_s	0,37

Per la definizione del coefficiente di esposizione c_e , strettamente legato alla categoria di esposizione del sito dove sorge la costruzione, viene offerto un valore della distanza media dalla costa corrispondente a circa 45 km (Figura 3.3.2, N.T.C. 2018). Il coefficiente di topografia c_t viene posto pari a 1. Pertanto, assumendo una Classe di rugosità del terreno (Tabella 3.3.III, N.T.C. 2018) pari a B (aree urbane, suburbane, industriali e boschive), i parametri per la definizione del coefficiente di esposizione (Tabella 3.3.II, N.T.C. 2018) vengono consigliati come segue:

Categoria di esposizione del sito	IV
k_r	0,22
z_0 (m)	0,30
z_{min} (m)	8

Per quanto riguarda l'azione della neve, ricadendo l'area in Zona II ($a_s > 200$ m), considerando una quota media di 310 m s.l.m., viene posto il carico q_{sk} pari a 1,20 kN/m² (Figura 3.4.1, N.T.C. 2018). Il

coefficiente di esposizione C_E , utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera si assumerà uguale a $C_E = 1,0$.

Nella cartografia ufficiale, i siti oggetto di studio sono presenti nella *Carta Topografica d'Italia - Foglio 124 "Macerata" - Quadrante II, Tavoletta NO "San Ginesio"* (Tavola 01, scala 1: 25.000).

In particolare, con maggiore precisione, l'area ricade nella *Carta Tecnica delle Marche - Foglio 313 "Camerino" - Sezione 131070 "Caldarola"* (Tavola 02, scala 1: 10.000).

Catastalmente, le zone ricadono nei Fogli 2, 7, 8 e 16 del Comune di Caldarola (Tavola 03, scala 1: 5.000).

4.0 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO E CONFORMITÀ IN MATERIA URBANISTICA, AMBIENTALE E PAESAGGISTICA

Il quadro di riferimento programmatico è stato sviluppato allo scopo di fornire gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e gli strumenti di pianificazione e programmazione settoriale e territoriale.

In seguito, sarà evidenziata la coerenza tra il progetto e gli indirizzi di pianificazione a diversa scala.

Per lo svolgimento del lavoro, sono stati esaminati gli strumenti di pianificazione/programmazione vigenti per il territorio in esame e per i settori che hanno relazione diretta o indiretta con il progetto.

Tali strumenti sono pubblicamente disponibili ai seguenti link:

<http://www.sit.provincia.mc.it:8081/pmapper/map.phtml>

<http://www.sitap.beniculturali.it/>

La normativa e gli strumenti di programmazione che possono avere una relazione diretta o indiretta con il progetto in esame sono:

Livello nazionale

- R.D. del 30/12/1923 n. 3267, *Vincolo Idrogeologico*.
- D.P.R. dell'08/09/1997 n. 357, *Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43 CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi naturali, nonché della flora e della fauna selvatica*.
- D.L. del 22/01/2004 n. 42, *Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137*.
- D.L. dell'11/05/1999 n. 152, *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane*.
- L. del 05/01/1994 n. 36, *Disposizioni in materia di risorse idriche*.

Livello regionale e provinciale

- Deliberazione di Consiglio Regionale del 21.01.2004 n. 116, *Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*. Supplemento n. 5 BUR Marche n. 15 del 13.02.2004.
- D.A.C.R. del 03.11.1989 n. 197, *Piano Paesistico Ambientale Regionale (P.P.A.R.)*.
- Deliberazione di Consiglio Regionale del 23.12.1985 n. 8, *Individuazione delle aree di notevole interesse pubblico sotto il profilo ambientale e paesistico*. BUR Marche n. 44 del 02.05.1986.
- Deliberazione di Consiglio Provinciale del 11.12.2001 n. 75, *Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (P.T.C.)*.

Livello comunale

- D.C.C. n. 27 del 30.11.2013, adeguamento alle prescrizioni della Provincia di Macerata ai sensi dell'art. 26 comma 6 lett. a) L.R. 34/1992, D.C.C. n. 4 del 18.02.2013 e D.G.P. n. 357 del 19.11.2012, *Piano Regolatore Generale del Comune di Caldarola*.

4.1 PIANIFICAZIONE DI LIVELLO NAZIONALE

Il Vincolo Idrogeologico grava su terreni "di qualsiasi natura e destinazione" al fine di preservare l'ambiente fisico e impedire forme di utilizzazione (anche contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9), che possano determinare ai terreni denudazione, innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità, nonché turbamento del regime delle acque ecc., con possibilità di danno pubblico (art. 1). Pertanto, tutti gli interventi e le opere che comportano una modifica dello stato di luoghi ricadenti in aree sottoposte a vincolo per scopi idrogeologici, necessitano del rilascio di preventivi nulla osta o autorizzazioni da parte della Regione ai sensi degli artt. 7 e 8.

In linea generale, i principali procedimenti nell'ambito dei quali è necessario richiedere il Nulla osta/parere sono i seguenti:

- proposta e approvazione delle variazioni in ordine all'imposizione del Vincolo Idrogeologico nelle zone non boscate;
- istruttorie finalizzate al rilascio del Nulla Osta per la trasformazione dei boschi in altra qualità di coltura, dei terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione, nonché per l'esecuzione di movimenti terra di qualsiasi tipo legati a molteplici interventi/attività (bonifiche agrarie, attività estrattive, interventi di mitigazione idrogeologica, movimenti terra nell'ambito di interventi urbanistico-edilizi, condoni edilizi salvo il III Condono di cui alla L. 326/2003 - L.R. 23/2004, in ottemperanza a quanto previsto, oltre che dal R.D.L. n. 3267/23, dal D.M. 14.01.2008 e dal Regolamento Edilizio Tipo della Regione Marche), sia su istanze di parte che su procedimenti attivati tramite SUAP, SUE, Conferenze dei Servizi (anche legate a procedimenti di attività estrattiva, interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, ecc.);

- in relazione al combinato disposto tra l'art. 7 del R.D.L. 3267/1923 e l'art. 11 della L.R. 6/2005, che ha esteso il Vincolo Idrogeologico a tutti i boschi marchigiani, istruttorie per il rilascio del Nulla osta per l'esecuzione di qualsiasi intervento di movimento terra anche se l'area in cui esso viene eseguito, precedentemente alla emanazione della legge, era esclusa dalla perimetrazione di cui al R.D. 3267/23 ed ora vi ricade per la presenza di un'area boscata.
- rilascio di pareri in qualità di SCA nell'ambito di procedimenti di VIA, VAS, AUA, Varianti Urbanistiche di PRG ecc.
- imposizione buone pratiche agricole ai sensi dell'art. 72 delle Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale su terreni agricoli privi o con carenti sistemazioni idraulico agrarie;
- imposizione lavori riparatori (art. 24 e segg. R.D.L. 3267/1923) nell'ambito di interventi eseguiti in violazione del Vincolo Idrogeologico (interventi non autorizzati o eseguiti in modo difforme rispetto all'autorizzazione rilasciata).

La Legge Forestale disciplina le azioni e gli interventi diretti allo sviluppo del settore forestale, nonché alla salvaguardia dei boschi, delle siepi, degli alberi e dell'assetto idrogeologico del territorio" (art. 1).

Per la prima volta ed in modo chiaro riporta la definizione di "bosco" (art. 2 comma 1 punto e), nonché altre definizioni (albero di alto fusto, formazioni non boscate ecc. (art. 2 comma 1).

A seguito dell'approvazione da parte della Regione del "Regolamento del Verde Urbano" (DGR n. 603/2015) e dell'abrogazione definitiva della L.R. n. 7/85 "Disposizioni per la salvaguardia della flora marchigiana", la L.R. 6/2005 è diventata l'unica norma vigente a livello regionale in materia di tutela delle essenze arboree e delle formazioni vegetali.

Le competenze della Regione nell'ambito della stessa sono le seguenti:

- Autorizzazione di tagli boschivi nelle aree esterne alle Unioni Montane (art. 10).
- Estensione del Vincolo Idrogeologico a tutti i boschi delle Marche (art. 11).
- Autorizzazione all'esecuzione di interventi di riduzione di superfici boscate con compensazione ambientale (art. 12).
- Dichiarazione di fallimento di rimboschimenti eseguiti con fondi pubblici (art. 13).
- Competenze in materia di "Interventi forestali di pubblica incolumità" al di fuori delle Unioni Montane (art. 15 quater) e di "accordi bonari per la realizzazione degli interventi forestali" al di fuori delle Unioni Montane (art. 15 *quinques*).

Esiste una forte connessione tra il Vincolo Idrogeologico (R.D.L. 3267/1923) e la Legge Forestale Regionale (L.R. 6/2005).

Il Vincolo Idrogeologico, attraverso il regolamento attuativo "Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale", norma tra le altre cose anche le modalità di gestione dei tagli boschivi (D.G.R. 2585 del

06/11/2001 “D.P.R. 24 luglio 1977 n. 616 – R.D.L. 30/1271923 n. 3267. Emanazione delle Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale Regionale e delle Norme per la gestione dei boschi marchigiani”).

Da parte sua, la L.R. 6/2005, ribadisce la competenza regionale in materia di tagli boschivi fuori dai territori delle Unioni Montane (art. 10 comma 2) ed estende il Vincolo Idrogeologico a tutti i boschi marchigiani (art. 11).

Nel caso specifico, la Zona 1-1A RICADE all'interno del vincolo idrogeologico per due tratti ubicati in corrispondenza della porzione più a N e più a S del perimetro, mentre la Zona 1-1B NON RICADE nel vincolo (Figura 3).



Figura 3 - Vincolo idrogeologico (colore rosa). In rosso, le aree oggetto di indagine.

Il D.P.R. 08/09/1997 n. 357 prevede, ai fini della salvaguardia delle biodiversità mediante la conservazione di definiti habitat naturali e di specie della flora e della fauna, l’istituzione di “Siti di Importanza Comunitaria - SIC” e di “Zone Speciali di Conservazione”. In tali aree sono previste norme di tutela per le specie faunistiche e vegetazionali (art.li 8, 9 e 10).

Successivamente a tale decreto, è stato emesso il D.M. 03 Aprile 2000 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il quale è stato reso pubblico l’elenco dei siti di importanza comunitaria proposti, ai sensi della direttiva 92/43/CEE, unitamente all’elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE del Consiglio del 02 Aprile 1979, concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

La Regione Marche ha, a sua volta, emanato la delibera della G.R. n. 1791 dell'01/08/2000 con la quale, in recepimento delle direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE, sono state individuate le "Zone a Protezione Speciale - ZPS" e definiti gli adempimenti procedurali in ordine della valutazione di incidenza di cui all'art. 5 del D.P.R. 357/97. Tali aree si aggiungono ai SIC già definiti per adempiere agli obblighi comunitari.

Nel caso specifico, sia la Zona 1-1A che la Zona 1-1B NON RICADONO all'interno del vincolo SIC e ZPS (Figura 4).



■ sic

■ zps

Figura 4 – SIC e ZPS. In rosso, le aree oggetto di indagine.

Il Decreto Legislativo del 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 Luglio 2002, n. 137", già L. 1497/39, abrogando il precedente D.L. 490/99, detta una nuova classificazione degli oggetti e dei beni da sottoporre a tutela e introduce diversi elementi innovativi per quanto concerne la gestione della tutela stessa.

In particolare, il nuovo decreto identifica, all'art. 1, come oggetto di tutela e valorizzazione il "patrimonio culturale" costituito dai "beni culturali e paesaggistici" (art. 2).

Il Codice è suddiviso in 5 parti delle quali la Parte II è relativa ai beni culturali (es. siti di interesse artistico, archeologico, con storia politica, militare o letteraria, ville, parchi, giardini, siti minerari) e la Parte III ai beni paesaggistici (es. singolarità geologica, bellezza naturale, parchi, bellezza panoramiche, fiumi, corsi d'acqua, boschi e foreste, zone umide, vulcani).

Nel caso specifico, sia la Zona 1-1A che la Zona 1-1B RICADONO all'interno del vincolo (Aree di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle Acque Pubbliche, e di 300 metri dalla linea di battigia costiera del mare e dei laghi, vincolate ai sensi dell'art.142 c. 1 lett. a), b), c) del Codice - Figura 5). Il corso d'acqua del Fosso delle Conce (o Fosso di Vestignano o dell'acqua nera) è infatti iscritto nell'elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Macerata (R.D. n. 7132 del 07.11.1902).

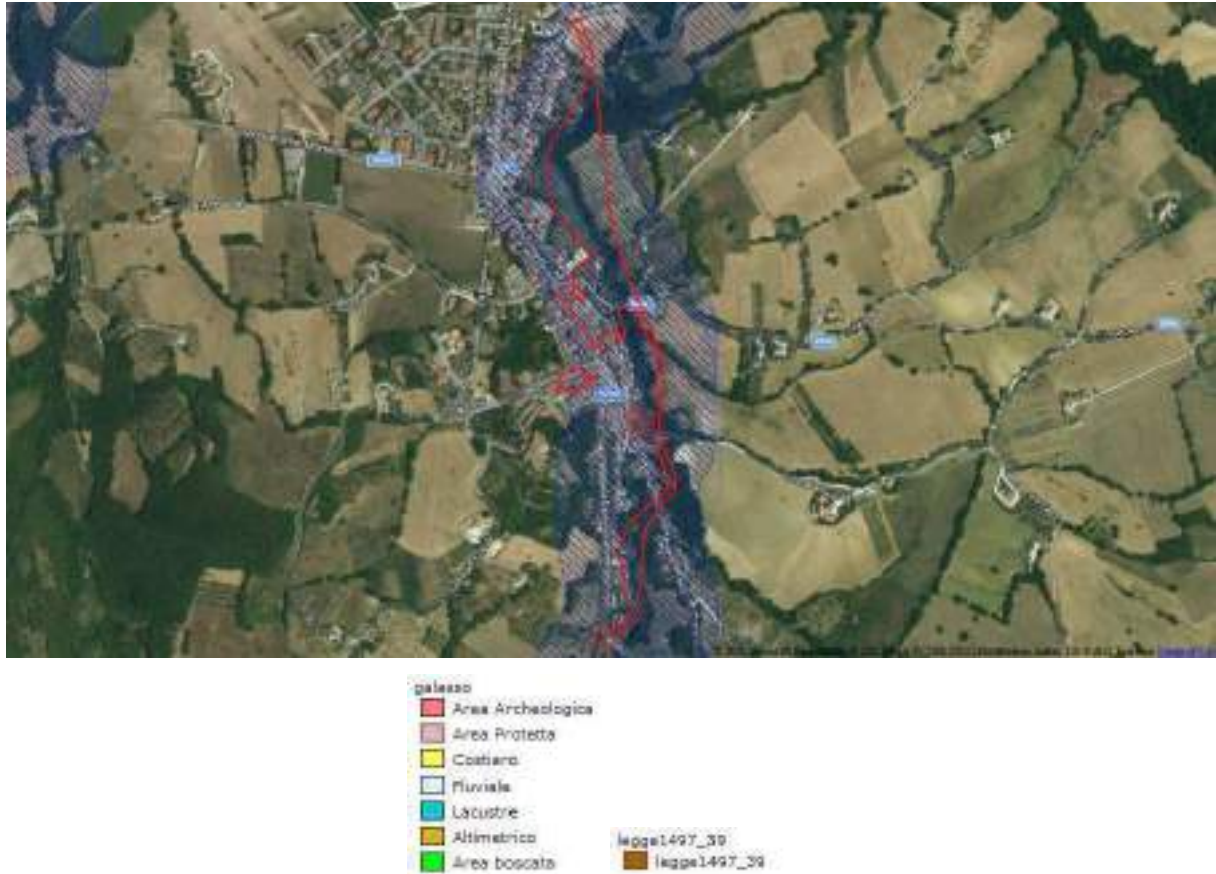


Figure 5 - Vincolo D.L. 42/2004. In rosso, le aree oggetto di indagine.



Figura 6 – Vincolo Del. 23.12.1985 n. 8 “galassini”. In rosso, le aree oggetto di indagine.

4.2 PIANIFICAZIONE DI LIVELLO REGIONALE E PROVINCIALE

La pianificazione a valenza ambientale nella Regione Marche viene attuata attraverso il Piano Paesistico Ambientale Regionale, approvato con delibera n. 197 del 03/11/1989. Tale Piano ha seguito quanto disposto dalla ex L. 431/85, ora D.L. 42/04.

A livello provinciale si seguono le direttive dettate dal Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (P.T.C.), approvato con deliberazione di Consiglio Provinciale del 11.12.2001 n. 75.

Dall’analisi degli strumenti sotto riportati (Figura 7, 8 e 9) risulta che in sintesi l’area oggetto di intervento è interessata in parte dalla seguente vincolistica:

- PIANE ALLUVIONALI (art. 27 NTA del PTC);
ZONE RURALI NTA DEL PRG: EM – AGRICOLE MONTANE / EA – AGRIGOLE DI SALVAGUARDIA PAESISTICO AMBIENTALE;
- VERSANTI (art. 31 NTA del PPAR): ambito di tutela permanente – aree con pendenza superiore al 30%;
ZONE RURALI NTA DEL PRG: EA – AGRIGOLE DI SALVAGUARDIA PAESISTICO AMBIENTALE;
- CORSI D’ACQUA (art. 29 NTA del PPAR): ambito di tutela permanente;
- ELEMENTI DIFFUSI DEL PAESAGGIO AGRARIO (art. 37 NTA del PPAR): vegetazione ripariale, macchie e boschi residui;
- TUTELA INTEGRALE;
- Fascia di tutela permanente delle strade panoramiche e dei percorsi storici – aree di alta percektività visiva (art. 23, art. 43 NTA del PPAR);

ZONE RURALI NTA DEL PRG: EN – AGRIGOLE NORMALI:

- TUTELA ORIENTATA.



Figura 7 – Stralcio tavola EN_03b del P.T.C. “Categoria della struttura geomorfologica”. In rosso, le aree oggetto di indagine.

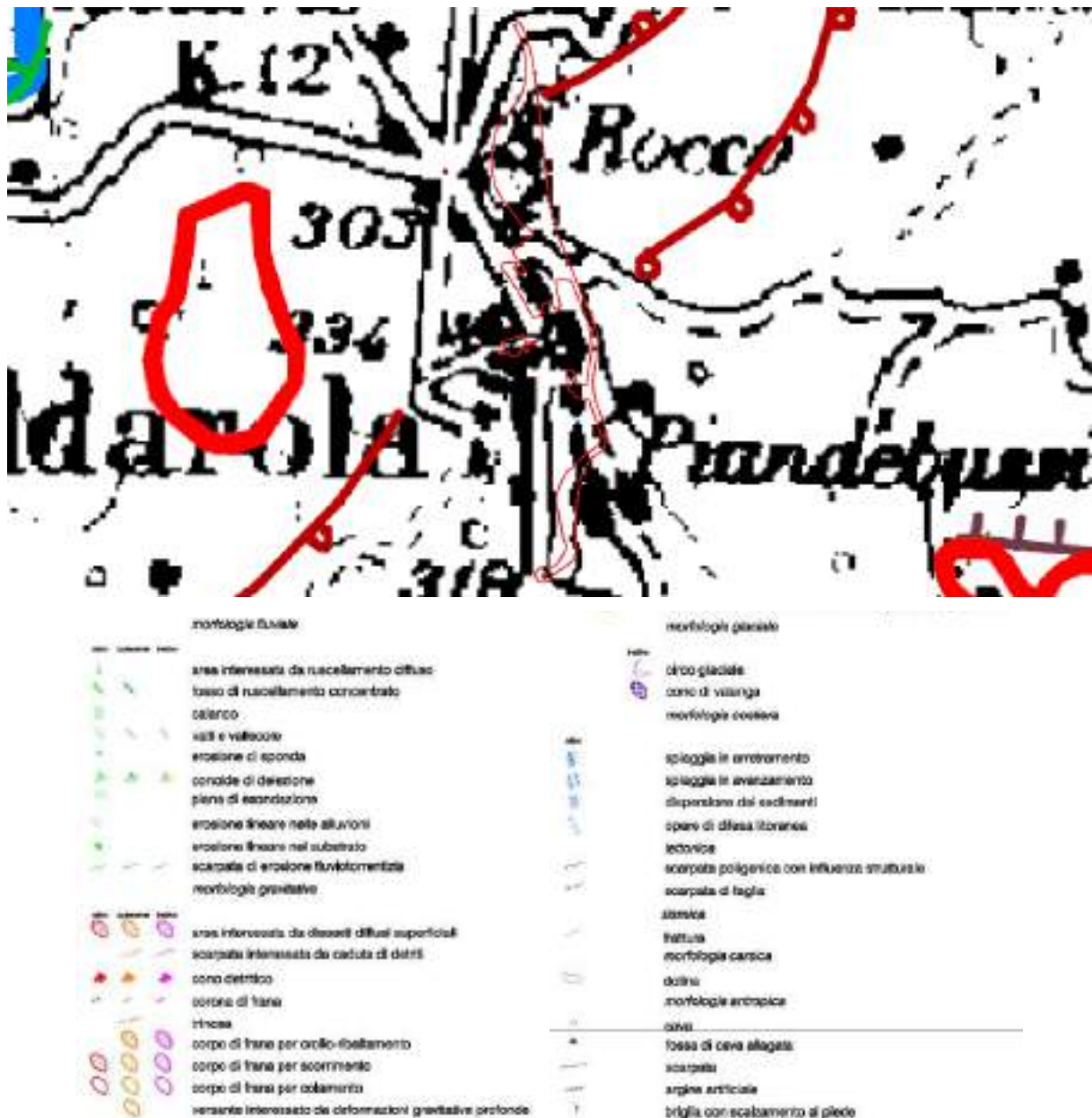


Figura 8 – Stralcio tavola EN_04 del P.T.C. “Aree dei dissesti e dei fenomeni gravitativi”. In rosso, le aree oggetto di indagine.

4.3 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'area oggetto di intervento ricade nella giurisdizione dell'Autorità di Bacino della Regione Marche, attraverso lo strumento denominato Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico - P.A.I. (Deliberazione di Consiglio Regionale del 21.01.2004 n. 116, Supplemento n. 5 BUR Marche n. 15 del 13.02.2004). Nel 2016, in prima adozione con D.C.I. n. 68 del 08/08/2016 e D.G.R. n. 982 del 08/08/2016, è stato approvato l'aggiornamento.

Dall'analisi della cartografia allegata (Figura 10), tratta dalla tavola "RI 57 c" del PAI, si nota che le aree oggetto di studio NON RICADONO in tale vincolistica.

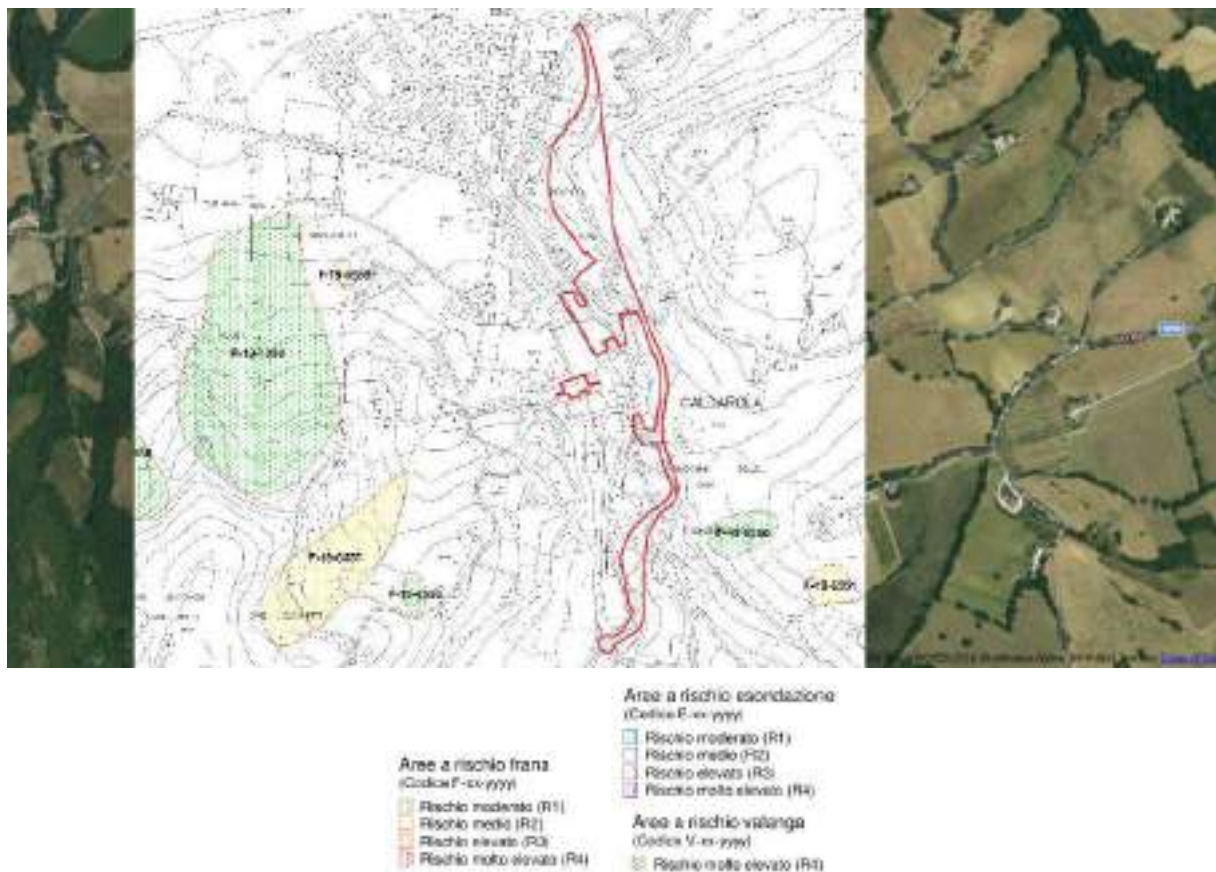


Figura 10 - Vincolo P.A.I.. In rosso, le aree oggetto di indagine.

5.0 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consistono nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica e geomorfologica del territorio.

5.1 ASPETTI LITOSTRATIGRAFICI E STRUTTURALI GENERALI DELL'AREA DI STUDIO

L'area oggetto della presente indagine, secondo un'analisi omogenea dal punto di vista del rilievo, dell'assetto morfologico complessivo e della posizione geografica precedentemente presa in considerazione, effettuata a partire dalla Carta Geologica delle Marche (1: 250.000) e dalla Carta Geologica d'Italia (1: 100.000), appartiene alla regione fisiografica "B - Fasce di rilievi collinari comprese tra catene montuose o adiacenti ad esse" [Sistema Ba], caratterizzata dalla presenza in substrato di alternanze di termini arenacei, arenaceo-pelitici e pelitico arenacei con, in subordine, livelli argillosi e gessi, depositi nel Miocene (23,03 – 5,333 Ma), fittamente stratificati e con possibili strutture sinclinaliche.

I depositi superficiali sono in genere argilloso-limoso-sabbiosi di spessore cospicuo (da qualche metro fino a 10 m ed oltre) e, lungo le valli fluviali, sono presenti depositi alluvionali terrazzati, prevalentemente ghiaiosi, di discreta estensione e potenza.

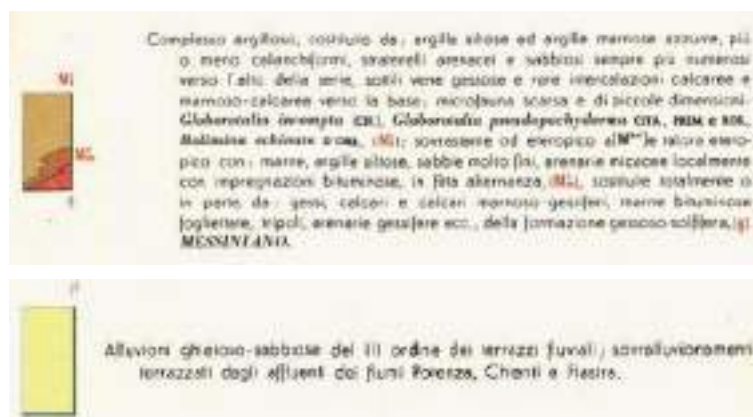


Figura 11 - Inquadramento geologico. Stralcio della Carta Geologica d'Italia (scala 1: 100.000) - Foglio 124 "Macerata". Nel cerchio, in blu, l'area oggetto di indagine.

Nel caso in esame (Figura 11), è ben visibile come i litotipi presenti, deposti in periodi a partire dal Messiniano (7,246 Ma) in ambiente sottomarino e torbido, siano riconducibili ad unità appartenenti al complesso argilloso, formato da argille e argille sabbiose grigio-azzurre e giallognole, con intercalazioni sabbiose e arenacee verso l'alto e calcareo-marnose verso la base. La sedimentazione del complesso argilloso è uniforme durante quasi tutto il Messiniano ed eteropica sia con la formazione delle molasse inferiori dei bacini interni e sia con la formazione gessosa, costituita da marne, argille siltose con cristalli di gesso, marne sabbiose, sabbie molto fini, arenarie micacee in sottili strati e con impregnazioni bituminose.

Per quanto riguarda la copertura alluvionale, in genere si presenta degradante da SW a NE con le originarie superfici terrazzate che si manifestano del tutto smembrate in corrispondenza dei depositi alluvionali più antichi (f¹); incise dagli affluenti dei corsi d'acqua principali in corrispondenza delle alluvioni medie (f²); continue, infine, in corrispondenza delle più recenti alluvioni pleistoceniche (f³). Su quest'ultime si sono venute a sovrapporre le alluvioni degli affluenti che alterano, con conoidi alluvionali, l'uniformità e la continuità delle superfici terrazzate principali. I terrazzi pleistocenici si trovano a quote variabili rispettivamente da 130 a 90 m (f¹), da 80 a 60 m (f²) e da 40 a 20 m (f³) sull'alveo attuale dei principali corsi d'acqua e sono tra loro separati da scarpate talora notevoli. Tali terrazzi alluvionali sono prodotti con ogni probabilità in ambiente freddo, come testimoniato dalla presenza al loro interno di forme singenetiche di crioturbazione (convoluzioni, ciottoli verticalizzati, ecc...) e dalle frequenti interdigitazioni con depositi stratificati di versante riferibili a clima periglaciale.

5.2 STRATIGRAFIA E MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO

In riferimento alla figura seguente (Figura 12) e ad un rilievo geologico di dettaglio effettuato (elaborato G02 - Carta geologica e geomorfologica con inquadramento idrologico/idraulico ed idrogeologico), è possibile determinare, dal termine più recente a quello più antico, la seguente successione stratigrafica:

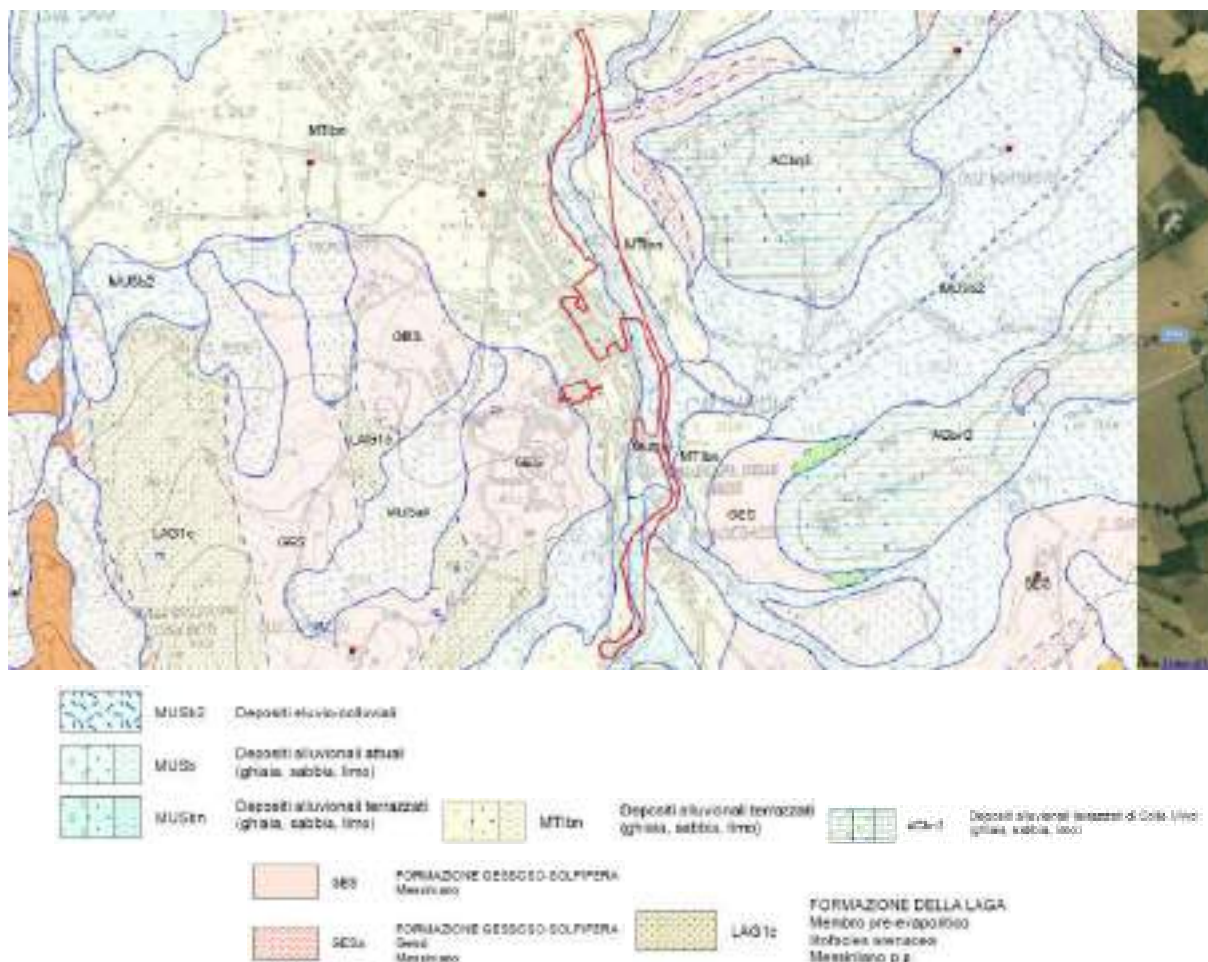


Figura 12 – Stralcio della Carta Geologica Regionale (Scala 1: 10.000) – Sezione 313070 “Caldarola”. In rosso, le aree oggetto di indagine.

COPERTURA

SINTEMA DEL FIUME MUSONE (Olocene)

DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI [MUSb2]

Tali depositi sono prevalentemente di natura limoso-argillosa, di origine colluviale, con frazione sabbiosa e/o con elementi marnosi o calcareo-marnosi in relazione alla natura del bacino di alimentazione.

Nel settore studiato sono diffusi come copertura nei versanti, in maniera indistinta sia a W che ad E del Fosso delle Concie; lo spessore può arrivare fino a circa 20 m.

DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI [MUSb]

DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI DEL IV ORDINE [MUSbn]

I depositi alluvionali di epoca olocenica sono costituiti dalle alluvioni d’alveo attuale lungo tutti i corsi d’acqua, anche di piccola portata e, eventualmente, da quelle terrazzate aventi un dislivello di 5-10 m sul fondovalle. In genere sono separate da deboli scarpate ma talora sfumano dolcemente l’una nell’altra. La

loro composizione è pressoché analoga a quella dei depositi precedenti, essendo costituite da elementi provenienti in prevalenza dalle formazioni calcaree, calcareo-marnose, arenacee e arenaceo-pelitiche. Rispetto alle alluvioni pleistoceniche questi depositi si presentano freschissimi e del tutto inalterati. I depositi del 4° ordine presentano una genesi diversa rispetto ai depositi precedenti: i materiali ciottolosi sono stati messi in posto soprattutto come conseguenza di estesi disboscamenti effettuati per l'approvvigionamento di legname, per pascolo o per fini agricoli in epoca storica, mentre la loro incisione si è verificata in tempi molto recenti a seguito di attività che hanno rallentato l'apporto detritico dei versanti (rimboschimenti, sistemazioni montane e agricole) o hanno interrotto il transito dei materiali lungo gli alvei (impianto di bacini artificiali e di traverse, estrazione di inerti dai letti fluviali).

Nel settore indagato affiorano in corrispondenza dell'alveo del Fosso delle Conce.

SINTEMA DI MATELICA (Pleistocene superiore)

DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI DEL III ORDINE [MTIbn]

SUPERSINTEMA DI COLLE ULIVO-COLONIA MONTANI (Pleistocene medio-sommitale)

DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI DEL II ORDINE [ACbn3]

I depositi di II e III ordine si presentano in lembi estesi e continui, con spessori fino a 20-30 metri. Essi sono costituiti da ciottoli a granulometria più uniforme, con diametri compresi mediamente tra 2 e 5 cm, anche se non mancano talora elementi molto grossolani (specie alla base dei depositi). I clasti sono spesso iso-orientati ed embriciati e presentano un certo grado di appiattimento, soprattutto se provengono dalla litologia della Scaglia rossa. Per quanto riguarda la composizione litologica, nei depositi di II e III ordine aumentano progressivamente gli elementi provenienti dai terreni più antichi della Scaglia rossa, dato il graduale approfondimento delle valli fluviali che incidevano via via i terreni al nucleo delle strutture anticlinaliche. Spesso si rinvengono lenti e livelli limosi e sabbiosi e clasti arenacei, più frequenti nei bacini modellati in substrati arenacei e arenaceo-pelitici. Spesso i depositi del II ordine appaiono cementati in superficie a seguito di processi pedogenetici, ai quali sono dovuti anche suoli fersiallitici più o meno troncati che si osservano alla loro sommità.

Affiorano in maniera estesa nel territorio comunale di Caldarola: nel capoluogo si rinvengono anche depositi di conoide alluvionale, sempre attribuiti al Pleistocene superiore, a prevalenza ghiaiosa attribuiti al Fosso delle Conce che si aprono a ventaglio verso N, passando dalla quota di circa 300 m a 290 m s.l.m. e che presentano spessori maggiori ad W rispetto al letto attuale del corso d'acqua, all'incirca in corrispondenza del Viale Umberto I. Un'ulteriore conoide di deiezione si individua in corrispondenza del centro storico, con settore apicale ubicato nella parte alta di Via Pallotta (335 m s.l.m.) e parte distale sviluppata verso piazza Vittorio Emanuele II (314 m s.l.m.), ad E, probabilmente al di sopra della precedente conoide. Localmente, al di sopra di tali depositi ghiaiosi si possono rinvenire strati a granulometria decisamente più fina, per azione del Fiume Chienti.

Altri lembi di depositi terrazzati si rinvencono in Borgo Piandebussi, Colle Antico, C.da Panicale e in corrispondenza del castello Pallotta e del Monastero.

SUBSTRATO

FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA [GES] (Messiniano)

È rappresentata da marne color tabacco o scure, euxiniche, da diatomiti, da calcari e gessi laminati (deposti in ambiente intra e sopratidale). Sono inoltre presenti livelli gessiferi, formati da gessareniti con contenuto silicoclastico variabile e da debris flow gessiferi e marnosi. L'unità in esame giace, quasi sempre, in discordanza sulle varie litofacies del membro pre-evaporitico, salvo qualche eccezione, ad esempio sulle dorsali, dove è sovrapposta direttamente sullo Schlier.

Nell'area oggetto di studio, la Formazione gessoso-solfifera affiora nei pressi di c.da Colcù e in destra idrografica del Fosso delle Conce.

FORMAZIONE DELLA LAGA

MEMBRO PRE-EVAPORITICO [LAG1] (Messiniano p.p.)

Vi si riconoscono diverse associazioni di facies variamente alternate tra loro: litofacies arenacea [LAG1c], litofacies arenaceo-pelitica [LAG1d] e litofacies pelitico-arenacea [LAG1e]. Il contatto con il sottostante Schlier può essere di tipo erosivo oppure possono essere interposti livelli pelitici, pelitico-arenacei, ed arenaceo-pelitici. Nei dintorni di Caldarola (ad E e a W di questa località) l'associazione arenacea è sostituita completamente dall'associazione arenaceo-pelitica (più spesso pelitico-arenacea) che affiora poi anche sul bordo occidentale della dorsale Taccoli-Villa Rofanello (*L'Ambiente Fisico delle Marche*, 1991).

5.3 TETTONICA E SUBSIDENZA

È noto che la regione marchigiana è interessata da uno stile tettonico prevalentemente plicativo, con pieghe e sovrascorrimenti ad andamento NW-SE, cioè, grosso modo, parallelo al bordo costiero adriatico, spesso rovesciate verso oriente. Dall'osservazione dello schema strutturale del Foglio 124 (Figura 13), si nota che tutto il territorio comunale di Caldarola risulta essere a cavallo tra il settore indicato come "Anticlinale M. San Vicino - M. Letegge - M. Fiegni - M. Sassotetto" e la "Sinclinale Castel San Pietro - San Severino - Cessapalombo - Sarnano".

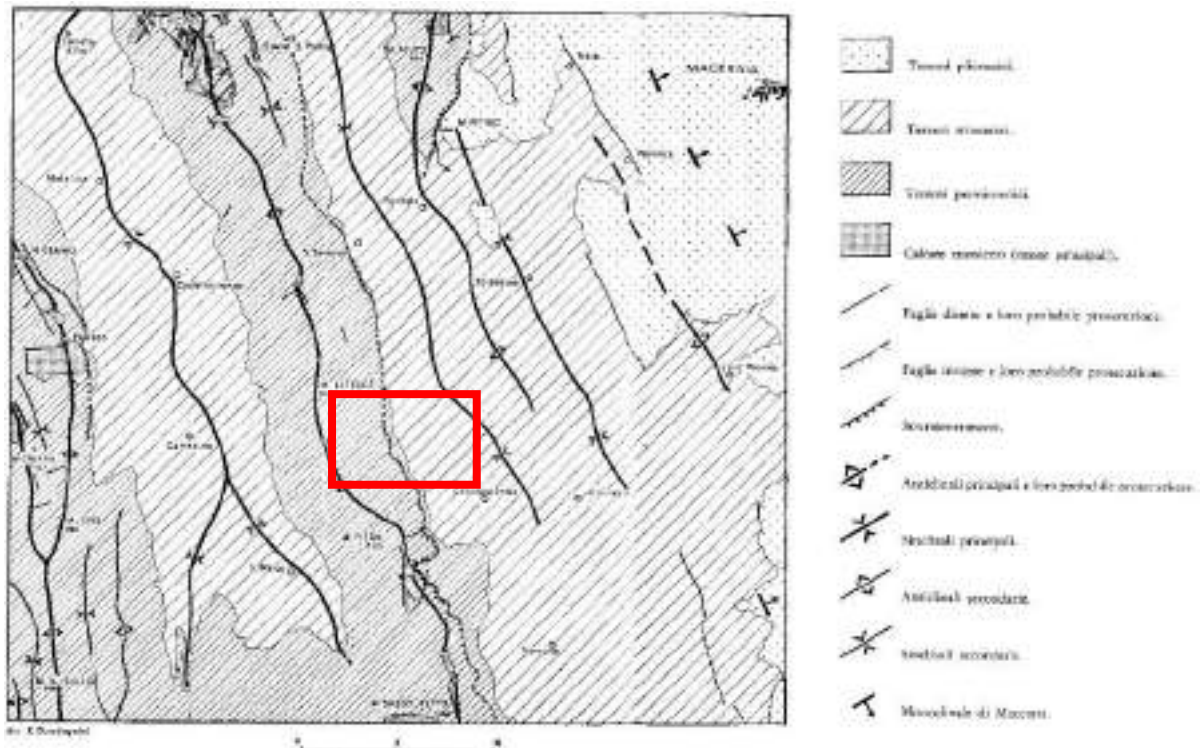


Figura 13 – Schema strutturale del Foglio 124. In blu, il settore oggetto di indagine.

L'anticlinale, nel territorio comunale di Caldarola, presenta una struttura tranquilla rispetto al proseguimento verso N e si avvertono, a tratti, motivi di rovesciamento verso E nel suo fianco orientale, complicato da un motivo compressivo (sovrascorrimento). La formazione che vi affiora più estesamente è la scaglia cretacea-eocenica che fa passaggio, in qualche punto, ai termini più antichi della serie, messi a nudo dall'erosione del fiume Chienti. Si rinviene così il modesto lembo di Calcareo massiccio nei pressi di Campolarzo, vicino al nucleo abitato di Bistocco. Il tratto centrale dell'anticlinale è interessato da faglie di tipo estensivo la cui maggiore evidenza, oltre ad una importante fascia cataclastica, è data dal contatto Calcareo massiccio - Maiolica in destra idrografica del fiume Chienti e dal contatto Calcari diasprini - Maiolica, in sinistra. A Sud, la struttura anticlinale si collega a quella più complessa dei Monti Sibillini attraverso i monti Fiegni e Sasso Tetto.

Verso oriente, come detto in precedenza, si passa alla struttura sinclinalica costituita al nucleo da terreni del Messiniano. Questa struttura è interessata da fenomeni disgiuntivi, diretti da NNW a SSE, complicati da numerose fratture trasversali e tra loro parallele, a debole rigetto. I rapporti con l'anticlinale sono abbastanza regolari, con limitati fenomeni di rovesciamento dei termini della Scaglia cinerea appenninica, del Bisciario e, in parte, dello Schlier al di sopra delle unità pre-evaporitiche.

I litotipi che costituiscono la struttura sinclinalica (Figura 14) si sono depositati a partire dal Miocene, quando viene a cessare la relativa uniformità delle condizioni ambientali e sedimentarie instauratesi nel bacino umbro-marchigiano a partire dal Cretaceo inferiore. Questo è raggiunto dalla compressione che, in

rapida progressione da W verso E, ne modificano continuamente la morfologia del fondo. Esso assume via via i caratteri di un'avanfossa torbidityca migrante verso E a spese dell'avampaese ed ubicata sul fronte della catena appenninica in evoluzione. Le torbiditi (Membro pre-evaporitico...ecc...) poggiano quindi sulle emipelagiti di avampaese (Bisciario, Schlier) alle quali passano anche lateralmente.

Nel Messiniano medio, in relazione con la crisi di salinità del Mediterraneo occidentale, si instaura un diffuso ambiente evaporitico che porta alla deposizione della Formazione gessoso-solfifera.

Nel Messiniano superiore, l'area corrispondente all'attuale fascia appenninica è in via di corrugamento, mentre il bacino della Laga è ancora sede di deposizione torbidityca di mare profondo (Membro post-evaporitico, Formazione di San Donato). Nei bacini intrappenninici minori (*piggy-back basins*), in un ambiente decisamente salmastro, si depongono invece le Argille a Colombacci. Si hanno spesso discordanze tra depositi evaporitici e post-evaporitici, indicative di particolare intensità della tettonica compressiva dell'area marchigiana. I flussi gravitativi sono convogliati nelle aree deposizionali lungo strette valli trasversali controllate dalla tettonica (es. linea trasversale Fiastrone-Fiastrella).

L'area si solleva ed emerge intorno al Pliocene superiore, in relazione al perdurare di compressioni iniziate nel Pliocene inferiore-medio. Tale attività compressiva cessa nel Pleistocene inferiore: a questo punto si sviluppano esclusivamente movimenti verticali, almeno sino al Pleistocene medio-superiore, differenziati a causa delle faglie trasversali che creano una divisione in blocchi. Tali sistemi di faglie presentano un andamento generale del tipo NE-SW. La sedimentazione è strettamente controllata dalla tettonica che condiziona l'impostazione dell'attuale reticolo idrografico.

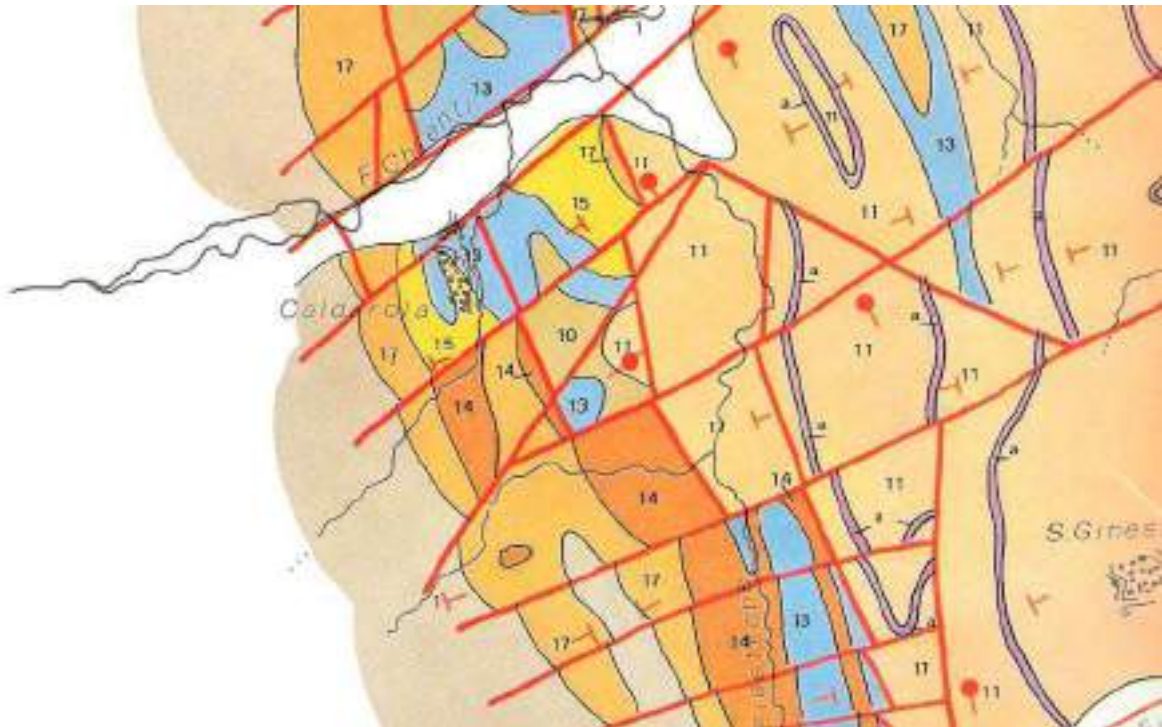


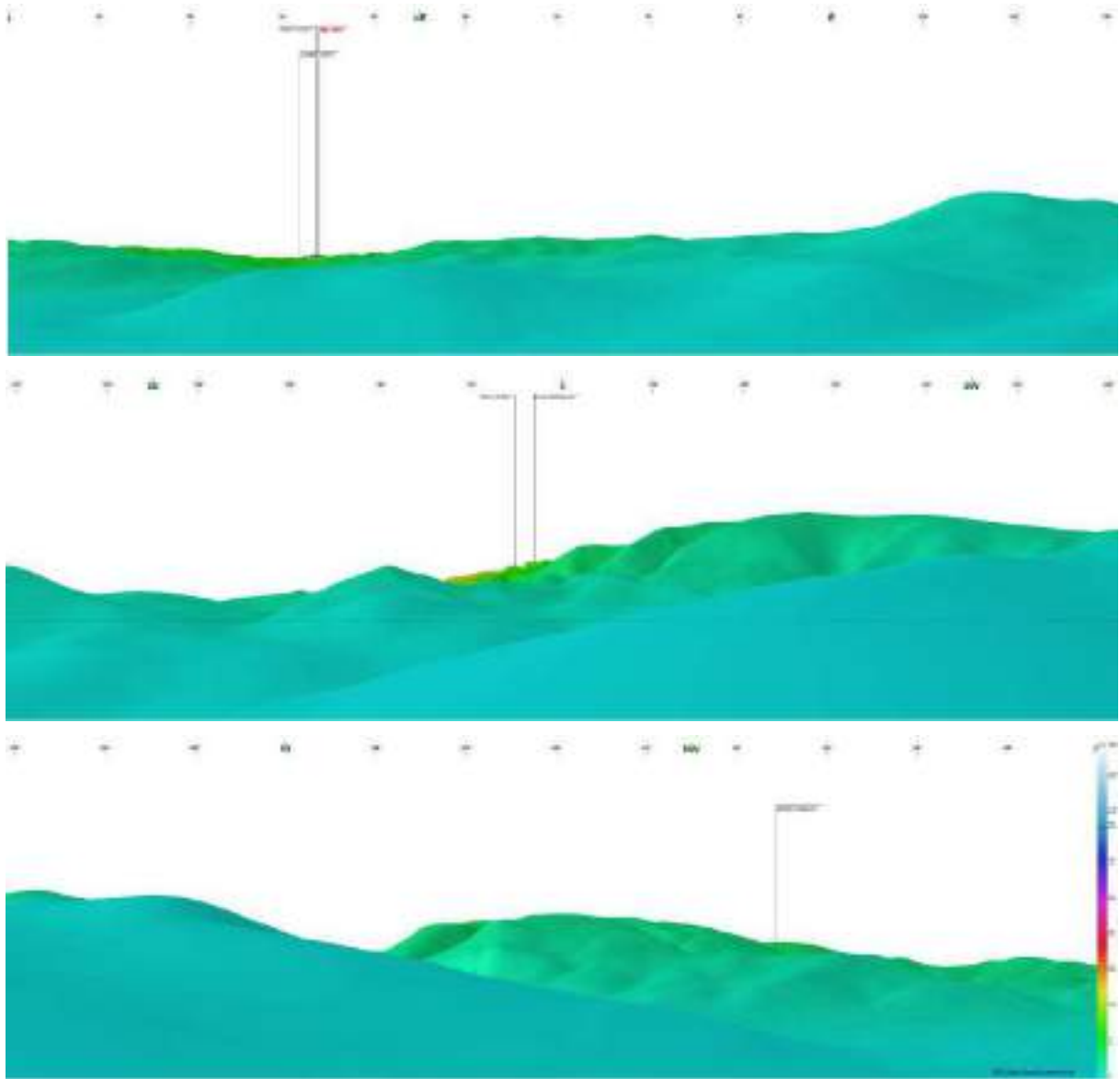
Figura 14 – Estratto della Carta geologica dei depositi neogenico-quadernari tra il f. Potenza e il f. Tronto. Istituto di Geologia – Università di Camerino. (10) Argille a Colombacci, (11) Membro post-evaporitico con (a) livello guida vulcanoclastico, (12)

Membro evaporitico con (a) livello guida con gessareniti torbiditiche, (13) Formazione gessoso-solfifera, (14) Membro pre-evaporitico - facies arenacea, (15) Membro pre-evaporitico - facies arenaceo-pelitica, (17) Bisciario/Schlier.

5.4 ASPETTI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA DI STUDIO E DEL SITO DEGLI INTERVENTI

Per quanto concerne le forme del terreno e i processi geomorfici, l'area mostra i caratteri tipici del sistema precedentemente denominato "Ba": le quote sono variabili, comprese tra i 250 e i 600 m, l'energia di tale rilievo è medio o medio-basso, generalmente non supera i 100 m, l'acclività è medio-bassa, dell'ordine del 20% e la morfologia dei versanti è caratterizzata da gradini e scarpate di altezza variabile, raramente superiore a 20 m.

Nel territorio, i processi morfogenetici prevalenti sono rappresentati dalle diverse tipologie franose, con netta prevalenza di colamenti interessanti per lo più i depositi colluviali ed eventualmente la porzione alterata del substrato. L'indice di franosità è di 0,24 frane/kmq.



Come detto in precedenza, si hanno l'area oggetto di intervento riguarda due settori, la Zona 1-1A che si snoda lungo il Fosso delle Conce, ad E dell'abitato e articolato in tratti ad acclività variabile, da sub-orizzontale a ridosso del corso d'acqua, fino a pendenze mediamente del 40%, soprattutto in destra idrografica dove insiste il versante occidentale di Colle Antico (363,5 m s.l.m.) e Contrada Panicale (365,9 m s.l.m.) e la Zona 1-1B che comprende Via Caldoro la Piazza del Teatro comunale, nel cuore del centro storico, che presenta acclività media del 12% ed esposizione verso E.

Dall'analisi della cartografia esistente (Figure 16, 17 e 8) e nel corso di un sopralluogo eseguito nel sito oggetto di intervento, vengono rilevate le seguenti morfologie:

FORME DI EROSIONE E DI ACCUMULO DOVUTE ALLA GRAVITÀ: sono stati osservati, nel versante posto alla destra idrografica del Fosso delle Conce, fenomeni morfogenetici in stato di attività, esclusivamente interessanti la coltre eluvio-colluviale e la porzione granulometricamente fine sommitale dei depositi alluvionali, non tali comunque da pregiudicare la fattibilità di qualsiasi intervento. L'elemento principale è rappresentato da un corpo di frana per scorrimento roto-traslativo, scaturito a seguito di avverse condizioni meteorologiche nel 2012 (Foto 1 e 2). In corrispondenza di tale dissesto, si rinvengono scarpate (principale e secondarie) di altezza circa 1,5-2,0 m. Inoltre, sono identificabili dissesti superficiali (soliflussi - Foto 3) attivi, a causa di fattori predisponenti legati essenzialmente alla geologia e geotecnica del sito (presenza di depositi eluvio-colluviali con scarse caratteristiche geomeccaniche e di un substrato pelitico/gessoso anche fortemente alterato) e alla morfologia dell'area (pendenza del versante fino al 40% di pendenza). A tali condizioni possono sommarsi fattori che modificano la stabilità del pendio, a causa di incrementi di sforzi agenti sul pendio stesso o di una riduzione delle resistenze.

Nel caso in esame, tra i fattori del primo tipo (aumento degli sforzi) rientrano sicuramente l'azione dei carichi esterni che si registrano in caso di neve o di fenomeni sismici, l'aumento del peso di volume dei depositi per l'aumento del contenuto d'acqua (data la frazione argillosa presente), la pressione dell'acqua nei pori e nelle fessure che si originano per fenomeni di "tension cracks" in testa al pendio e l'azione scalzante alla base del pendio dovuta al Fosso delle Conce. I fattori del secondo gruppo (diminuzione della resistenza del pendio) sono dovuti al rigonfiamento delle argille per l'assorbimento di acqua, alla rottura per l'attività sismica, alla fessurazione per l'alternanza di rigonfiamento e ritiro o per decompressione, alle deformazioni e rottura progressiva in argille sensitive fragili e all'alterazione chimica e biochimica dei depositi.



Foto 1 – Corpo di frana per scorrimento roto/traslattivo presente nel versante occidentale di Colle Antico, in destra idrografica del Fosso delle Conce.



Foto 2 – Vista attuale del corpo di frana per scorrimento roto/traslattivo.



Foto 3 – Settori caratterizzati da deformazione plastica superficiale (soliflussi) sempre ubicati nei versanti presenti in destra idrografica del Fosso delle Conce.

FORME DI EROSIONE E DI ACCUMULO FLUVIALI, FLUVIO-GLACIALI E DOVUTE AL DILAVAMENTO: essendo la Zona 1-1A posta a ridosso del corso d'acqua del Fosso delle Conce, insiste su terrazzi o ripiani alluvionali, depositati dallo stesso corso d'acqua in epoca sia pleistocenica finale (III ordine) che, in misura minore, olocenica (IV ordine), presenti soprattutto in sinistra idrografica e sviluppati in lembi poco estesi (Foto 4, 5 e 6). Tali terrazzi sono dislocati da scarpate di erosione fluviale aventi altezza raramente superiore a 10 m (Foto 7 e 8). In destra idrografica è invece presente un settore altimetricamente più elevato, con in sommità un terrazzo di II ordine (Colle Antico e Contrada Panicale - Foto 9). Oltre al Fosso delle Conce, nell'area sono presenti altri due fossi che presentano alveo in approfondimento e incisione e risultano essere affluenti in destra idrografica del corso d'acqua principale. Data la morfologia piuttosto meandriforme, vengono riportate diverse dinamiche di erosione laterale (Foto 10 e 11) piuttosto attive, su cui talvolta è richiesto intervento mediante opere di difesa spondale tipo l'utilizzo di massi ciclopici o gabbionate (Foto 12). Per quanto riguarda la Zona 1-1B, viene rilevata la presenza di una conoide alluvionale o di deiezione non attiva sviluppata da W verso E.



Foto 4 – Terrazzo alluvionale.



Foto 5 – Terrazzo alluvionale.



Foto 6 – Terrazzo alluvionale.



Foto 7 – Scarpata di erosione fluviale.



Foto 8 – Scarpata di erosione fluviale tra l'attuale alveo del Fosso delle Conce e il terrazzo alluvionale.



Foto 9 – Terrazzo alluvionale del II ordine (Colle Antico) posto alla destra idrografica del Fosso delle Conce.



Foto 10 – Scarpata decisamente acclive con substrato affiorante. È determinante l'azione erosiva da parte del Fosso delle Conce.



Foto 11 – Erosione laterale ad opera del Fosso delle Conce.



Foto 12 – Opere di difesa spondale con massi ciclopici in corrispondenza del tratto di bretella stradale realizzato.

FORME ANTROPICHE: localmente si rileva la presenza di scarpate di scavo, muri di sostegno, opere di difesa di sponda fluviale (gabbionate e massi ciclopici) e briglie (Foto 13). Inoltre, in particolare in prossimità della Zona 1-1B, al di sotto di Piazza Vittorio Emanuele II e della S.P. 502, vengono rilevate delle cavità antropiche in pessimo stato di conservazione (Foto 14) accessibili attraverso un cunicolo posto nei sotterranei del Palazzo Pallotta.



Foto 13 – Briglia all'interno dell'alveo del Fosso delle Conce.



Foto 14 – Cavità sotterranea posta al di sotto di Piazza Vittorio Emanuele II.

5.5 ASPETTI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI DELL'AREA DI STUDIO

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche superficiali dell'area oggetto di studio, è evidente che il Fosso delle Conce e i due affluenti posti in destra idrografica descritti nel precedente paragrafo rappresentano le vie di drenaggio naturale preferenziale per le acque superficiali.

La configurazione idrogeologica che caratterizza il sottosuolo dei siti di indagine (Figura 19) vede sostanzialmente la presenza di coperture con livelli ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi che hanno la trasmissività che varia da $1,5 \times 10^{-2}$ a $9,0 \times 10^{-3}$ m²/s, la permeabilità da $7,0 \times 10^{-2}$ a $2,0 \times 10^{-3}$ m/s (classe di permeabilità buona e/o discreta), la velocità effettiva, misurata nei depositi ghiaiosi in condizioni di moto perturbato, da 2 a 30 m/h; la porosità dinamica dal 2 al 7%. Per quanto riguarda le porzioni argilloso-limose e limoso-argillose, costituenti anche i depositi eluvio-colluviali, la permeabilità scende variando da $1,5 \times 10^{-4}$ a $5,5 \times 10^{-5}$ m/s (classe di permeabilità discreta e/o bassa).

Per quanto riguarda il substrato, l'area rientra nel "Complesso idrogeologico della Formazione Gessoso-Solfifera (Messiniano)". Tale complesso, costituito da gessi, arenarie gessose, gessareniti e argille bituminose, emergono sorgenti a facies solfato-calcica con arricchimenti in bicarbonati, magnesio e stronzio con tenore salino superiore anche a 3 g/l. La ricarica degli acquiferi gessosi deriva soprattutto dalle piogge e dalle acque vadose presenti nei corpi arenacei pre e post evaporitici in contatto coi gessi. La circolazione delle acque è superficiale, non dispersiva, in circuiti brevi e legata al ciclo idrologico.

Nel complesso, la vulnerabilità degli acquiferi in genere è estremamente elevata e la pericolosità potenziale di inquinamento è rilevante, a causa dell'ingente concentrazione degli insediamenti, dell'attività produttiva e della rete infrastrutturale e tecnologica.



Figura 19 - Stralcio delle Schema idrologico della Regione Marche (2002). Nel cerchio, in rosso, l'area oggetto di studio. Il "celestese" indica il Complesso idrogeologico delle pianure alluvionali e dei depositi fluvio-lacustri e lacustri (Olocene - Pleistocene superiore e medio).

5.6 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO IN ESAME E DEL SITO OGGETTO DEGLI INTERVENTI

Per pericolosità geologica, si intende quella relativa a processi erosivi, franosi, alluvioni e legata esclusivamente alla natura litologica del terreno.

Il rischio viene invece definito come "valutazione dell'intensità del fenomeno" dove per fenomeno si intende tutta la tipologia dei processi visti in precedenza.

Già il P.A.I. identifica e quantifica le situazioni di degrado sotto il profilo idrogeologico ed individua le relative presumibili cause, in funzione del livello di conoscenza già raggiunto e con la previsione di aggiornamenti dinamici in funzione del completamento delle conoscenze e dell'evoluzione dei fenomeni, In particolare sono individuate:

- le situazioni di pericolosità dell'assetto fisico-territoriale (assetto idrogeologico), che si determinano in seguito dell'alterazione degli equilibri naturali del sistema stesso sotto il profilo della stabilità del terreno (frane ed erosioni) e di regolamentazione del deflusso delle acque;
- le situazioni di rischio per il sistema antropico, che si determinano quando esso interferisce con la dinamica del sistema fisico-territoriale, provocando danni a persone o cose.

Attualmente, come si è visto sia dalla cartografia esistente del P.A.I. sopra-citato (Figura 10) e dallo stralcio della cartografia dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI - Figura 20), l'area oggetto di studio no risulta essere interessata da processi morfogenici dovuti alla gravità (movimenti di versante).

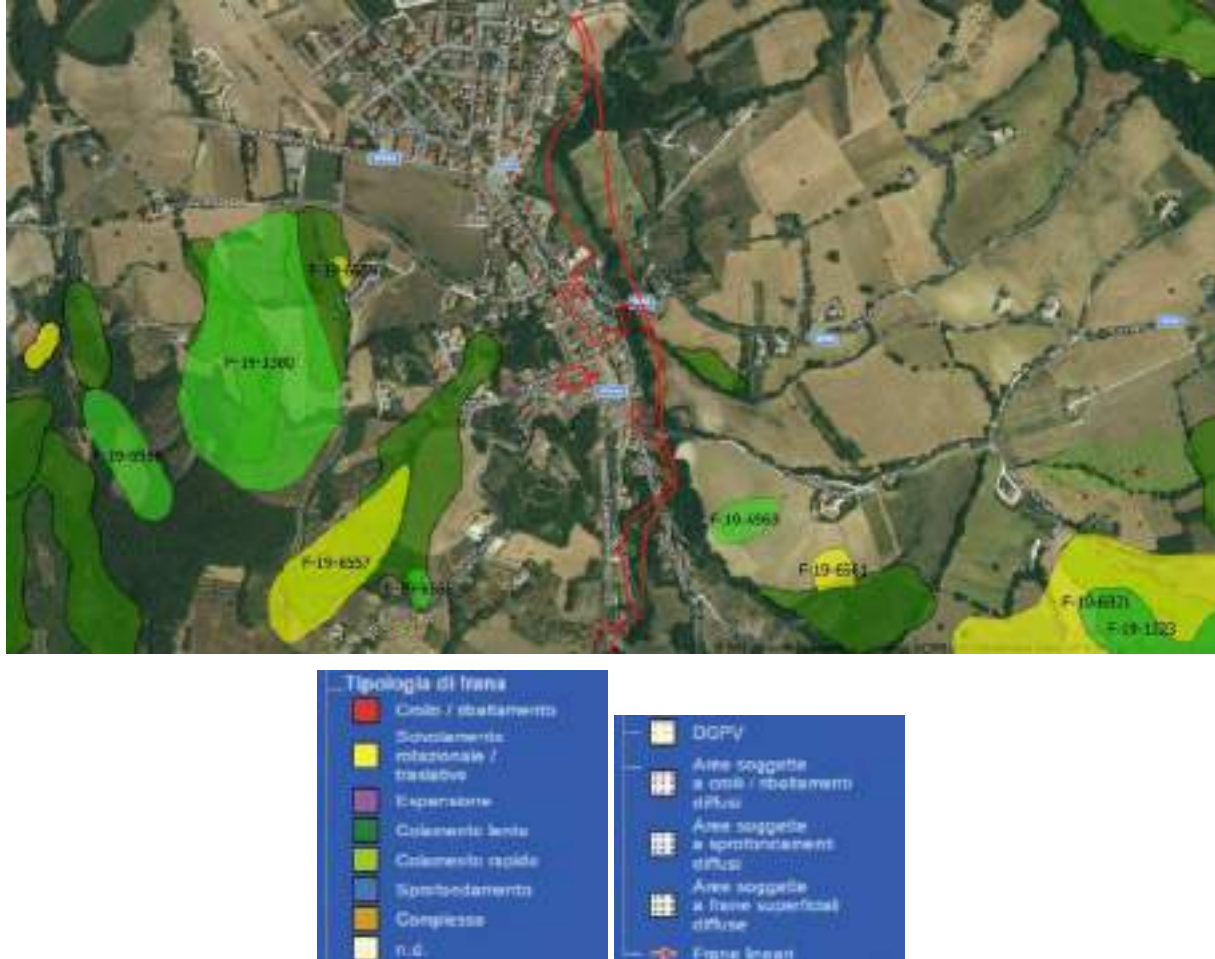


Figura 20 - Stralcio della carta Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI). Nel cerchio, in rosso, l'area oggetto di studio.

Tuttavia, dal rilievo geologico e geomorfologico eseguito, sono stati osservati fenomeni morfogenetici in stato di attività, come lo scorrimento roto/traslato, i soliflussi ed episodi di erosione laterale con conseguenti dinamiche di franamento materiale nella sede fluviale.

Per l'eventuale presenza di spostamenti a danni dell'edificato, è stata eseguita in via preliminare un'analisi dei dati interferometrici (Persistent Scatterers Interferometry o PSI) attraverso i dati acquisiti dai satelliti ESA ERS-1 (1991-2000), ERS-2 (1995-2011), ENVISAT (2002-2012) e COSMO-SkyMed a partire dal 2007: il sito in esame presenta numerosi punti misura ma non vengono evidenziate situazioni arealmente apprezzabili di dissesto, confermando la stabilità del sito, soprattutto del centro storico, evidenziato in dettaglio (Figura 25).



Figura 21 – Dati interferometrici satellitari ERS (ascending).



Figura 22 – Dati interferometrici satellitari ERS (descending).



Figura 23 – Dati interferometrici satellitari ENVISAT (ascending).



Figura 24 – Dati interferometrici satellitari ENVISAT (descending).



Figura 25 – Dati interferometrici satellitari COSMO-SkyMed (descending).



Figura 26 – Dati interferometrici satellitari COSMO-SkyMed (descending). Particolare sul centro storico di Caldarola.

Riguardo l'esistenza delle cavità sotterranee precedentemente citate, l'analisi dell'interazione tra esse e le infrastrutture esistenti, con riferimento specifico alla loro evoluzione morfodinamica con pericolo di dissesto, apertura di voragini, cedimenti e lesioni di edifici e infrastrutture, non risulta di facile ed immediata determinazione. Le cavità ipogee presenti a Caldarola, in particolare quella di sotto di Piazza Vittorio Emanuele II (Foto 14), sono di origine antropica, realizzate come sotterranei di "servizio" e scavate nei litotipi granulari (ghiaia in matrice sabbiosa addensata) senza sostegno. I problemi potenziali di stabilità di queste cavità aumentano in funzione dell'aumento della loro prossimità al piano campagna, soprattutto nel caso di Piazza Vittorio Emanuele II, dove i sostegni sono assenti e si hanno distacchi in calotta dei detriti ghiaiosi, situazione sicuramente peggiorata dopo gli eventi sismici.

Eventuali danni al sistema insediativo che possono derivare dal crollo di una cavità sono:

- lesioni ad edifici e manufatti;
- crollo di edifici e manufatti;
- rottura di reti idriche, fognarie, gas, etc...
- rottura del manto e della struttura stradale con interruzione del traffico;
- pericoli e disturbi alla cittadinanza.

Tale sistema insediativo non è solo “bersaglio” degli impatti distruttivi che si originano dal crollo di una cavità ma è spesso è elemento di incremento della pericolosità (sovraccarichi, vibrazioni del traffico, perdita della rete idrica e/o fognaria). Comunque, al fine di individuare i livelli di pericolo di crollo e sprofondamento degli ipogei e di vulnerabilità territoriale, andrebbero quanto prima mappati i seguenti “indicatori” almeno per tutto il centro storico di Caldarola:

- numero di cavità;
- profondità della calotta;
- dimensioni planimetriche caveali, cavità unica, rete caveale, etc...
- percentuale di scavo;
- rapporto tra altezza e larghezza degli eventuali pilastri;
- rapporto tra profondità e larghezza della cavità;
- tipologia (cunicolo di servizio, cunicolo idraulico, pozzi, cisterne);
- geologia, litostratigrafia;
- idrogeologia;
- caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e rilevamento geostrutturale;
- eventuale stato tensionale ed evolutivo delle cavità (esame diagnostico visivo);
- presenza di strutture di sostegno in sotterraneo;
- reti idriche e fognarie lesionate e con perdite;
- vibrazioni e tipologia di traffico;
- presenza di sovraccarichi, manufatti e tipologia fondale.

Per quanto riguarda le indagini per lo studio e l'individuazione di cavità ipogee, si possono adottare i seguenti metodi:

METODI INDIRETTI (utili per un'individuazione di massima della presenza o meno di vuoti)

- geoelettrici;
- georadar;
- microgravimetrici.

METODI DIRETTI (utili per individuare il reale andamento plano-altimetrico ipogeo e per giungere all'interpretazione diagnostica per addivenire a realistiche valutazioni della stabilità e di pericolo geologico)

- sondaggi meccanici;
- rilievi speleologici;
- rilievi topografici;
- indagini televisive o laser in foro.

In definitiva, per quanto riguarda l'attribuzione del grado di pericolosità dell'area, similmente all'allegato "B" del P.A.I., Ricognizione dei dissesti gravitativi, in cui si fa riferimento all'analisi critica dei dissesti presenti, in particolare alla tipologia e stato di attività e alla presenza di cavità, è stato suddiviso il territorio in esame sulla base degli elementi presenti nella tabella di seguito (elaborato G04 – Carta delle pericolosità geomorfologiche ed idrauliche).

Tabella 1 - Attribuzione grado di pericolosità (Allegato "B" - Ricognizione dei dissesti gravitativi, Piano Assetto Idrogeologico P.A.I.).

Definizione grado di pericolosità	Indice di pericolosità	Indicatori
ELEVATA	P3	Evidenziata da movimenti di massa in atto, con una dinamica geomorfologica tendente più o meno all'estensione areale della pericolosità. Presenza di cavità sotterranee con episodi di distacco.
MEDIA	P2	Evidenziata da indicatori geomorfologici diretti, quali l'esistenza di antichi corpi di frana, di segni precursori di movimenti gravitativi (ondulazioni, contropendenze, lacerazioni, ecc...) periodiche
MODERATA	P1	Evidenziata sulla base di caratteri fisici territoriali (litologia e caratteri geotecnici dei materiali, struttura e giacitura, processi di degradazione meteorica, dinamica geomorfologica in atto), vegetazionali e di uso del suolo, ma prive al momento di indicazioni morfologiche dei fenomeni, sia superficiali che profondi, che possono riferirsi a processi erosivi capaci di innescare fenomeni franosi o a movimenti gravitativi veri e propri.

5.7 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DEL TERRITORIO IN ESAME E DEL SITO OGGETTO DEGLI INTERVENTI

Per *inondazione* si intende il fenomeno di invasione ed espansione delle acque su vaste aree prodotto da una rottura o un sormonto d'argine naturale o artificiale, connesso ad un evento di piena di un corso

d'acqua. I territori coperti dalle acque sono inondati, mentre il corso d'acqua che esce dal suo letto esonda. Il termine generale *alluvione* è utilizzato per indicare tutti i danni prodotti da un evento di piena di un corso d'acqua, sia quelli legati all'inondazione di territori, sia quelli più profondamente connessi con l'instabilità delle sue sponde, l'erosione accelerata alla testata del bacino e l'instabilità dei versanti.

Il fenomeno di inondazione di un territorio o esondazione di un corso d'acqua risulta sempre connesso ad un evento di piena del corso d'acqua stesso. Per piena di un corso d'acqua si intende il fenomeno del rapido sopraelevamento della superficie libera dovuto all'aumento della portata che, a sua volta, è causato da precipitazioni di forte intensità e, più raramente nel nostro paese, dalla rapida fusione di nevai e ghiacciai.

Il rischio idraulico scaturisce dalla possibilità di danno a persone e/o beni in conseguenza dei principali fenomeni di trasporto in alveo e può essere suddiviso in:

- rischio da esondazione: connesso al trasporto di massa liquida;
- rischio da dinamica d'alveo: connesso al trasporto di massa solida;
- rischio da inquinamento: connesso al trasporto di massa inquinante.

5.7.1 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

L'ambito di applicazione territoriale della L.R. 22/2011 riguarda l'intero territorio regionale; in particolare si considerano in grado di modificare il regime idraulico e conseguentemente da assoggettare a VCI per previsione legislativa:

- a) Strumenti di pianificazione territoriale generale e loro varianti che comportano maggiore capacità edificatoria o un incremento del rapporto di copertura vigenti alla data di approvazione dei presenti criteri (per rapporto di copertura di intende quello tra la superficie fondiaria e la superficie territoriale complessiva);
- b) Strumenti di pianificazione territoriale generale e loro varianti, pur non incrementando il rapporto di copertura vigente, riguardino aree comunque denominate, interessanti superfici maggiori di 2 ha, che non possono essere considerate di completamento in quanto non rispondenti ai requisiti di cui all'art. 2, lett. b) del D.M. 1444/1968;
- c) Strumenti di pianificazione territoriale generale e loro varianti che, pur non rientrando nelle fattispecie delle precedenti lettere a) e b), introducono destinazioni d'uso che possono determinare un aumento dell'esposizione al rischio idraulico, valutate secondo lo schema riportato in Appendice, tra le Definizioni, alla voce "Esposizione";
- d) Strumenti di pianificazione territoriale attuativa previsti dalla Legge Regionale 34/1992 e dalle vigenti disposizioni normative di altri settori.

La verifica si sviluppa su diversi livelli di approfondimento che possono corrispondere a fasi successive:

- a) Verifica Preliminare: Analisi Idrografica-Bibliografica-Storica;
- b) Verifica Semplificata: Analisi Idrografica-Bibliografica-Storica e Analisi Geomorfologica;
- c) Verifica Completa: Analisi Idrografica-Bibliografica-Storica, Analisi Geomorfologica e Analisi Idrologica-Idraulica di dettaglio;

La Verifica Preliminare (Analisi Idrografica-Bibliografica-Storica) è da sviluppare sempre.

Ad esito della Verifica Preliminare verrà valutato se sottoporre lo strumento di pianificazione ai successivi livelli di analisi della Compatibilità Idraulica (Semplificata e/o Completa).

I successivi livelli di approfondimento della Verifica di Compatibilità Idraulica, attraverso l'Analisi Geomorfologica ed eventualmente l'Analisi Idrologica-Idraulica, vanno sviluppati per i corsi d'acqua:

- a) che rientrano tra quelli demaniali, individuati nelle mappe catastali;
- b) per i quali sono individuate criticità legate a fenomeni di esondazione/allagamento in strumenti di programmazione o in altri studi eventualmente disponibili;
- c) sui quali si sono verificati in passato eventi di esondazione/allagamento.

Per quanto riguarda il rischio idraulico da esondazione, oggetto del presente capitolo, trae origine dalla eventualità che una determinata area sia invasa dalle acque fuoriuscite dalle reti di drenaggio naturali e/o artificiali per insufficiente capacità di smaltimento delle portate in transito nella stessa rete, oppure per rotture di opere di contenimento. Per capacità di smaltimento, si deve intendere la capacità di un tratto di un corso d'acqua a far transitare una determinata portata con un'altezza d'acqua contenibile entro le sommità spondali o arginali. A parità di portata, la capacità di smaltimento del tratto può variare nel tempo per cause sistematiche e/o accidentali quali, ad esempio:

- interventi plano-altimetrici;
- variazioni di scabrezza;
- occlusioni localizzate.

La rottura delle opere di contenimento è conseguente alla perdita di stabilità di strutture arginali e di opere di sbarramento: si manifesta in generale durante l'evento alluvionale (es. sifonamento e/o scalzamento di un rilevato arginale).

In parte, connesso al rischio di esondazione, è il fenomeno del ristagno che si verifica in quelle zone che per caratteristiche geomorfologiche non dispongono di efficienti capacità di drenaggio superficiale e/o profondo e pertanto suscettibili al trattenimento di acque sulla superficie del terreno, siano esse di esondazione, meteoriche o di falda.

Nel caso specifico, la Verifica Preliminare (Analisi Idrografica-Bibliografica-Storica) ha permesso di individuare che:

- il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico - PAI (Figura 10), il Piano Gestione Rischio Alluvioni - PGRA 2021 e il progetto Areas of Potential Significant Flood Risk – APSFR (Figura 27) non individuano alcuna zona inondabile, con tempi di ritorno fino ad almeno 200 anni;
- non sono disponibili informazioni su eventi di esondazione/allagamento che hanno interessato la zona in passato;
- ritenendo comunque l'area inondabile per piene eccezionali, viene tracciata, su base geomorfologica, una fascia di pertinenza fluviale e individuate le eventuali direzioni di flusso che interessano aree a situazione morfologica sfavorevole (basso morfologico).



Figura 27 – Valutazione preliminare del rischio alluvioni.

Inoltre, è stata considerata una fascia di rispetto idraulica di cui al R.D. 523/1904 “Testo unico sulle opere idrauliche”, art. 96, comma f) che definisce almeno 10 m dal piede degli argini e loro accessori o dal ciglio di sponda dell'alveo.

5.7.2 INVARIANZA IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI

Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento delle velocità di corrivazione deve prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti e tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere i colmi di piena prima e dopo la trasformazione inalterati, si parla di *invarianza idraulica* delle trasformazioni di uso del suolo (L.R. 23.11.2011, ART. 10, C. 4 – DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE N.

53/27-1-2014, *Criteri, modalità e indicazioni tecnico operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali*).

Il principio dell'invarianza idraulica stabilisce che la portata di colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area urbana debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo dell'area.

Nel caso specifico, se all'interno delle aree perimetrate saranno previsti interventi che provocheranno trasformazione delle superfici, nel rispetto della tabella 1 del paragrafo 3.4 della normativa sopracitata, dovranno essere introdotte soluzioni tecnologiche atte a garantire un drenaggio sostenibile. Si fa presente che in ogni caso, laddove sussistano condizioni idrogeologicamente compatibili, vanno favoriti prioritariamente i processi di infiltrazione delle acque nel sottosuolo oggetto di trasformazione o comunque in un suo intorno significativo.

6.0 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

L'O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006, *Criteri generali per l'individuazione delle Zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone* e il D.M. 17.01.2018, *Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"*, pongono l'attenzione del progettista sulla determinazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

6.1 SISMICITÀ STORICA

È stata compiuta una ricerca degli eventi sismici più rilevanti dal DataBase Macrosismico Italiano 2015 v3.0 utilizzato per la composizione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15 v3.0), disponibile per un lasso di tempo che va dall'anno 1000 fino al 2019 e che fornisce un set omogeneo di intensità da diverse fonti relativo a terremoti con intensità massima ≥ 5 (Figura 28).

L'interrogazione ha fornito l'estrazione di 81 risultati.

Gli eventi più significativi in termini di danni sono stati comunque i seguenti accadimenti:

<i>Data</i>	<i>Area epicentrale</i>	<i>Mw</i>	<i>Intensità nella località</i>
28/07/1799	Appennino marchigiano	6,18	VIII
09/12/1936	Caldarola	4,76	VII-VIII
30/10/2016	Valnerina	6,61	VII-VIII
28/08/1921	Monti Sibillini	4,66	VII
08/06/1922	Valle del Chienti	4,73	VI-VII
01/09/1951	Monti Sibillini	5,25	VI-VII
26/09/1997	Appennino umbro-marchigiano	5,66	VI-VII

Inoltre, sulla base di osservazioni effettuate su versioni obsolete di cataloghi precedenti (CPTI99, CPTI04, CPTI11, DBMI04, DBMI11), sicuramente vanno presi in esame anche i seguenti accadimenti:

<i>Data</i>	<i>Area epicentrale</i>	<i>Mw</i>
30/04/1279	Appennino umbro-marchigiano	6,20
01/12/1328	Valnerina	6,49
12/05/1730	Valnerina	6,04
24/04/1741	Fabrianese	6,17
17/04/1747	Appennino umbro-marchigiano	6,05
12/03/1873	Appennino marchigiano	5,85
19/09/1979	Valnerina	5,83

Infine, sono state analizzate due fonti di dati sismologici di lungo periodo, lo *European Archive of Historical Earthquake Data (AHEAD)* e lo *SHARE European Earthquake Catalogue (SHEEC)* da cui emerge come significativo per l'area oggetto di studio, l'evento occorso nel 1703, il cui impatto sul territorio fu sensibilmente più grave rispetto a quanto è emerso a seguito della fase sismica del 2016/17, in quanto accompagnato da una successiva scossa avente epicentro nell'aquilano (Mw 6,67 del 02/02/1703):

<i>Data</i>	<i>Area epicentrale</i>	<i>Mw</i>
14/01/1703	Valnerina	6,92

6.2 SISMICITÀ RECENTE

È stata compiuta una ricerca degli eventi sismici recenti più rilevanti attraverso l'Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-basE (I.S.I.D.E. – Figura 29), servizio di sorveglianza sismica nazionale dell'INGV.

L'interrogazione, effettuata per un periodo di cinque anni, compreso tra Agosto 2016 e la data della stesura del presente paragrafo (Agosto 2021) e che ha riguardato un raggio di 30 km dal Comune di Caldarola e una magnitudo M_w compresa tra 2,0 e 10,0, ha fornito 5.143 risultati che rappresentano l'intensa sequenza sismica in parte ancora in atto (sequenza sismica Amatrice-Norcia-Visso) seguente alle violente scosse di Amatrice, Accumuli e Norcia del 24/08/2016 (M_w 6,0 e 5,3), di Castelsantangelo sul

Nera e Visso del 26/10/2016 (M_w 5,4 e 5,9), ancora Norcia del 30/10/2016 (M_w 6,5) e Montearale, Capitignano del 18/01/2017 (M_w 5,1, 5,5, 5,4 e 5,0) con ipocentri tra gli 8 e 11 km.



Figura 29 - Localizzazione degli ultimi eventi sismici significativi registrati (ISIDE - <http://cnt.rm.ingv.it/iside>).

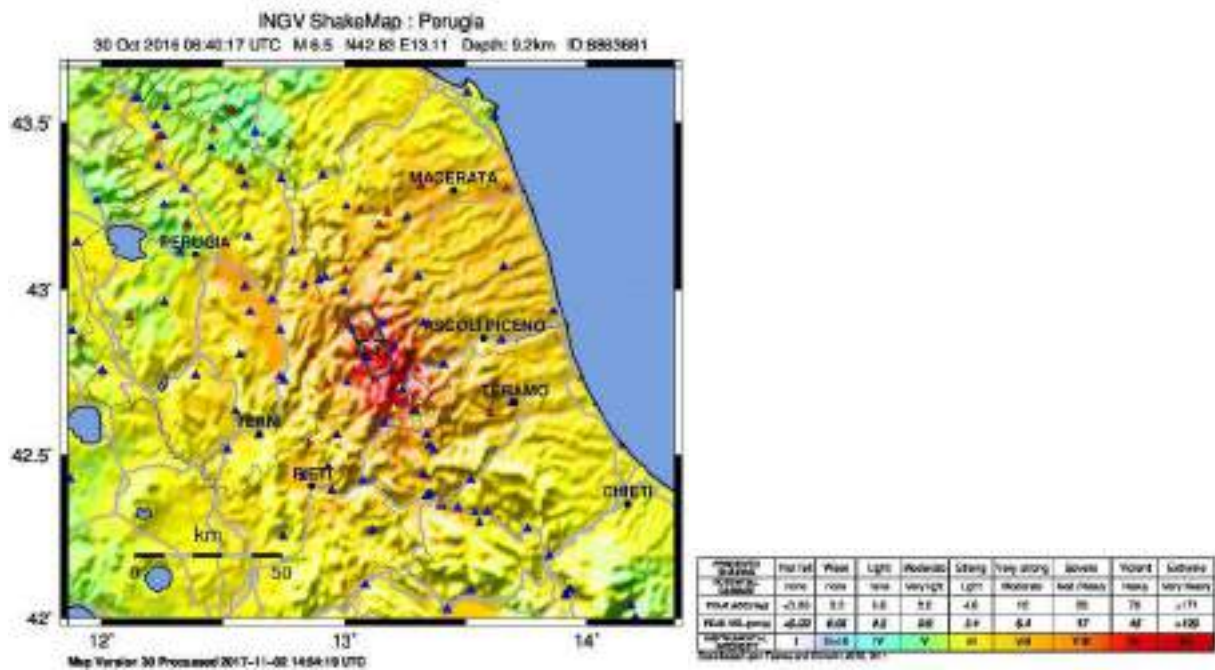


Figura 30 - Elaborazione ShakeMap del sisma occorso il 30/10/2016, per la stima dei parametri di scuotimento del suolo sulla base dei dati registrati dai sismometri e degli accelerometri e delle successive interpolazioni basate sulle conoscenze sismologiche (<http://cnt.rm.ingv.it/event/8863681>).

6.3 CONDIZIONE SISMICA LOCALE

6.3.1 ACCELERAZIONE E ZONAZIONE SISMICA

Per la determinazione delle azioni sismiche, l'elemento di conoscenza primario è costituito dalla pericolosità sismica. I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti dall'O.P.C.M. n. 3519/2006 che ha suddiviso l'intero territorio nazionale (*local hazard*) in quattro zone sismiche sulla base del valore di accelerazione orizzontale massima attesa a_g (*reference peak ground acceleration*) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) e che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Viene poi mostrata la disaggregazione della pericolosità sismica, operazione che permette di valutare i contributi delle diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito; la forma proposta è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che consente di definire il contributo delle sorgenti sismogenetiche poste a distanza R e capaci di generare terremoti di magnitudo M. In altre parole, la disaggregazione dei valori di a_g dei terremoti occorsi in magnitudo-distanza fornisce statisticamente 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 oggetto di intervento (scuotimento stimato in termini probabilistici).

Tabella 2 – Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su suolo rigido (OPCM 3519/06).

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. È la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse	$a_g < 0,05g$

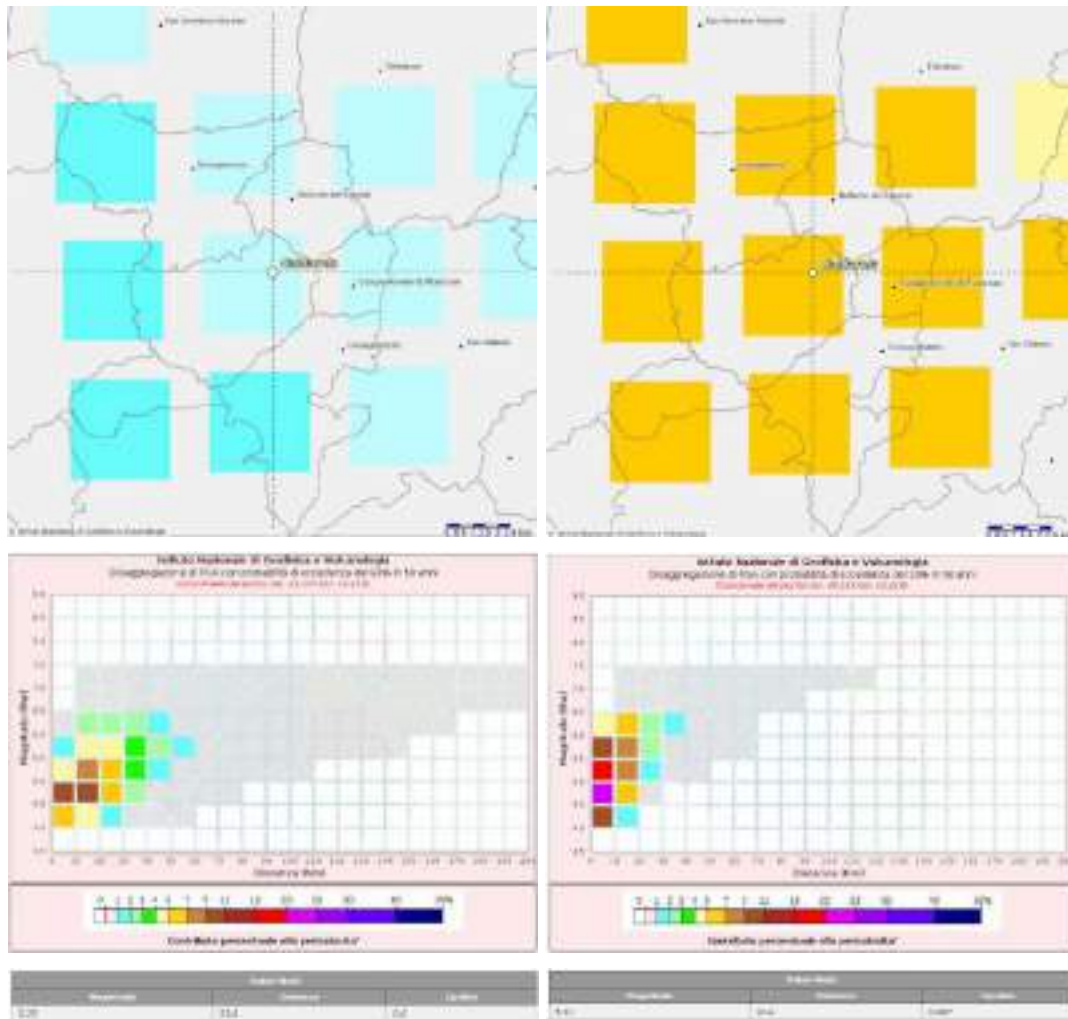


Figura 31 - Mappe interattive di pericolosità sismica allo SLD e SLV e grafico di disaggregazione del valore di ag con probabilità di eccedenza del 63% e del 10% in 50 anni.

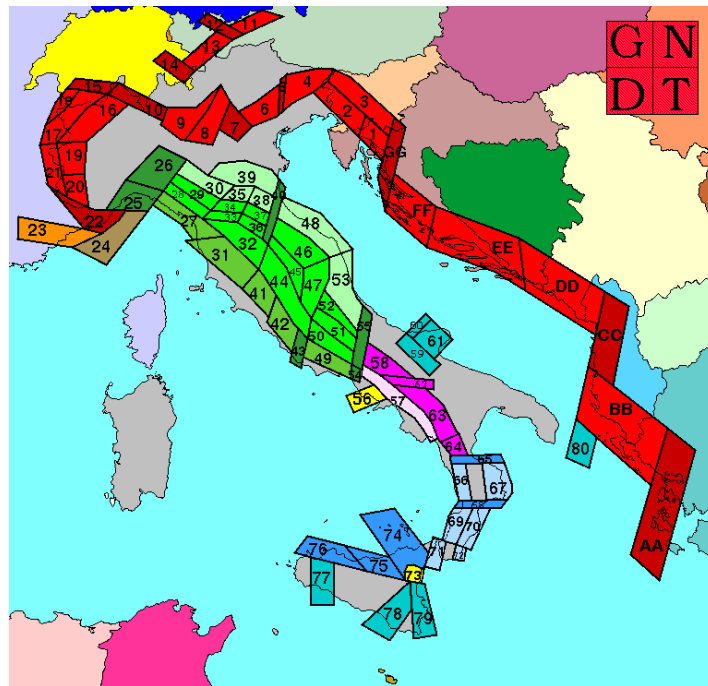
Dal grafico si può osservare immediatamente come per tempi di ritorno uguali a 475 anni, il sito in esame sia caratterizzato da terremoti modesti (M_w 5,310 – terremoto di scenario) originati da sorgenti sismiche anche piuttosto vicine ($R \sim 10$ km). Tuttavia, sono possibili sismi molto forti aventi magnitudo M_w di circa 6,5 da sorgenti ubicate fino a 40 km dal sito oggetto di intervento.

6.3.2 ZONAZIONE SIMOGENETICA E VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO

Negli ultimi anni e fino al 2002, la zonazione simogenetica ZS4 (Figura 32 - http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/ZONE/zone_sismo.html; Scandone e Stucchi, 2000), ha rappresentato il punto di riferimento per la maggior parte delle valutazioni di pericolosità simica dell'area italiana.

Tale zonazione era stata realizzata da Scandone e colleghi nel 1996 ma gli sviluppi più recenti delle conoscenze in materia di sismogenesi hanno evidenziato alcune inconsistenze di tale modello di zonazione, a cui a partire dal 1999 si è aggiunta una non completa coerenza con il catalogo CPTI (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, pubblicato in quell'anno dal Gruppo di Lavoro CPTI); inoltre, a causa

delle ridotte dimensioni delle zone sismogenetiche, anche utilizzando questo catalogo, il campione di terremoti disponibili per molte delle zone sismogenetiche è scarso, tale da rendere instabili le stime dei ratei di sismicità.



- A. Zone di interazione tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e zone di interazione tra piastra adriatica e sistema dinarico (Dinaridi ed Ellenidi fino allo svincolo di Cefalonia). L'asse di compressione massima, suborizzontale segue i vettori di spostamento dell'indenter insubrico.**
- 1.1. Aree con meccanismi di rottura attesi di tipo thrust e transpressivi
 - 1.2. Aree di svincolo, con meccanismi di rottura attesi di tipo transpressivo o strike-slip
- B. Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica.**
- 2.1. Fascia padano-adriatica in compressione. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
 - 2.2. Fascia intermedia. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
 - 2.3. Fascia tirrenica in distensione. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip
 - 2.4. Zone di svincolo (transfer). Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di strike-slip
- Non è ancora definitivamente chiarito se l'Arco Calabro appartiene a questo gruppo o al gruppo 3. Nella prima ipotesi:*
- 2.5.a. Fasce sismogenetiche longitudinali. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
 - 2.5.b. Zone di svincolo. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip
- C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampaese.**
- 3.1. Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip
 - 3.2. Margine tirrenico. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip
- D. Zone legate ad un regime compressivo giovane impostato su un precedente regime distensivo.**
- 4.1. Mar Ligure. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
 - 4.2. Liguria occidentale. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip e transpressione
- E. Zone di rottura all'interno della piastra di avampaese e lungo i suoi margini in flessione.**
- 5. Belice, Iblei, Scarpata Ibleo-Maltese, Gargano-Tremiti, Canale d'Otranto. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip nelle aree di flessura e lungo la scarpata di Malta e di strike-slip nelle altre
- F. Zone vulcaniche**
- 6. Ischia-Flegrei, Vesuvio ed Etna, con terremoti molto superficiali. Meccanismi di rottura attesi per i terremoti meno superficiali: dip-slip per l'area campana e misti (dip-slip e strike-slip) per l'Etna

Figura 32 – Zonazione sismogenetica ZS4 adottata dal GNDT nel 1996 e relativa legenda (da http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/ZONE/zone_sismo.html).

Per superare questo stato di cose si è convenuto di disegnare una nuova zonazione, denominata ZS9 (Figura 33) che soddisfacesse i seguenti requisiti:

- a) Essere basata prevalentemente sul background informativo e sull'impianto generale di ZS4, che deriva dall'approccio cinematico all'elaborazione del modello sismotettonico;

- b) Ricepire le informazioni delle sorgenti sismogenetiche italiane messe a disposizione da DISS 2.0 (Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy, Valensise e Pantosti, 2001) e da altre compilazioni regionali di faglie attive;
- c) Considerare le indicazioni e gli spunti che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatisi successivamente alla predisposizione di ZS4, alcuni dei quali (Bormio 2000, Monferrato 2001, Merano 2001, Palermo 2002, Molise 2002) localizzati al di fuori delle zone-sorgente in essa definite;
- d) Superare il problema delle ridotte dimensioni delle zone-sorgente e della conseguente limitatezza del campione di terremoti che ricade in ciascuna di esse;
- e) Essere utilizzabile in congiunzione con il nuovo catalogo CPTI2 utilizzato per i calcoli dei tassi di sismicità all'interno di questo progetto (ZS4 era stata tracciata anche sulla base del quadro di sismicità storica che derivava da NT.4);
- f) Fornire una stima di profondità "efficace", definita come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona-sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale;
- g) Fornire per ogni ZS un meccanismo di fagliazione prevalente utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione sulla base dei coefficienti proposti da Bommer et al. (2003).

Nel caso in esame, il territorio comunale di Caldarola, seguendo la zonazione ZS9, si trova all'interno della zona sismogenetica 918 (Figura 34 - Zona "Medio-Marchigiana/Abruzzese") che risulta dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. Tale zona è caratterizzata da terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale (zona di transizione a carattere misto); si possono altresì avere movimenti trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo (Mw max 6,37); le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori delle fasce esterne (profondità efficace 13 km): lo testimoniano quegli eventi che hanno avuto risentimenti su aree piuttosto vaste (1799 Camerino, 1873 Appennino marchigiano, 1950 Gran Sasso). A tale zona sono associate anche sorgenti "silenti" (Monti della Laga, Campo Imperatore), legate a fagliazione normale. Studi paleosismologici lungo le espressioni superficiali delle sorgenti suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene con magnitudo attese che, sulla base della lunghezza della rottura di superficie, vengono stimate tra 6,5 e 7,0 (Galadini e Galli, 2000).

In adiacenza alla zona sismogenetica 918, nel settore occidentale, sono ubicate le fasce 919 (Figura 35 - Zona "Appennino Umbro") e 923 (Figura 11 - Zona "Appennino Umbro"), che di corredo con la zona 915, rappresentano una fascia che dalla Lunigiana arriva fino al confine Abruzzo-Molise e nella zonazione

ZS4 veniva indicata come l'area con il maggior rilascio di energia dell'Appennino centro-settentrionale. Essa corrisponde al settore più interno della catena appenninica, generalmente interessato da importanti faglie primarie e relative sorgenti sismogenetiche, con faglie e sistemi di faglie legati all'estensione appenninica. Tali strutture immergono verso NE nel settore compreso tra la Toscana settentrionale e l'Umbria settentrionale e verso SW nel settore che si estende dall'Umbria centrale fino a tutto l'Abruzzo (Galadini et al., 2001; Valensise e Pantosti, 2001). Questa lunga fascia include le sorgenti sismogenetiche responsabili dei terremoti di più elevata magnitudo che hanno caratterizzato l'arco appenninico settentrionale e centrale. Nonostante le limitate dimensioni, la zona 919 (profondità efficace 8 km) è caratterizzata da un elevato numero di terremoti, molti dei quali di magnitudo maggiore o uguale a 5 (Mw max 6,37). Nella zona più meridionale (923, a sud della Valnerina, profondità efficace 9km) sono presenti invece le sorgenti più estese ed i terremoti a magnitudo più elevata (Mw max 7,06).

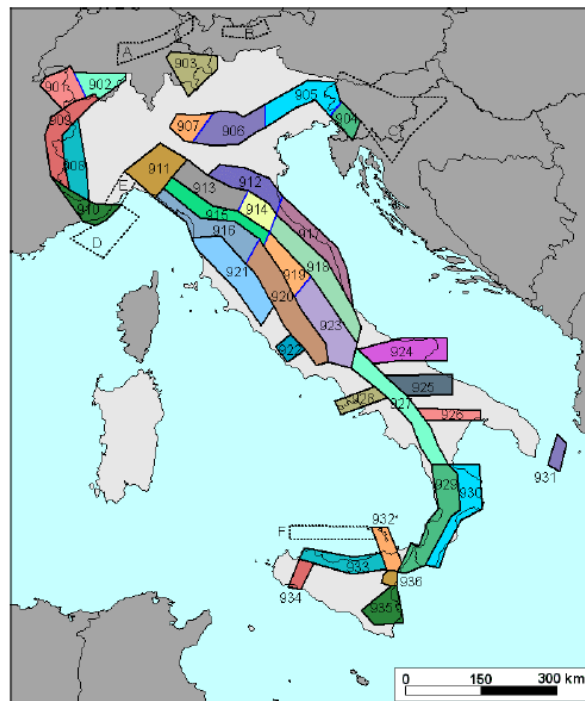


Figura 33 - Zonazione sismogenetica ZS9 (da <http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/App2.pdf>).

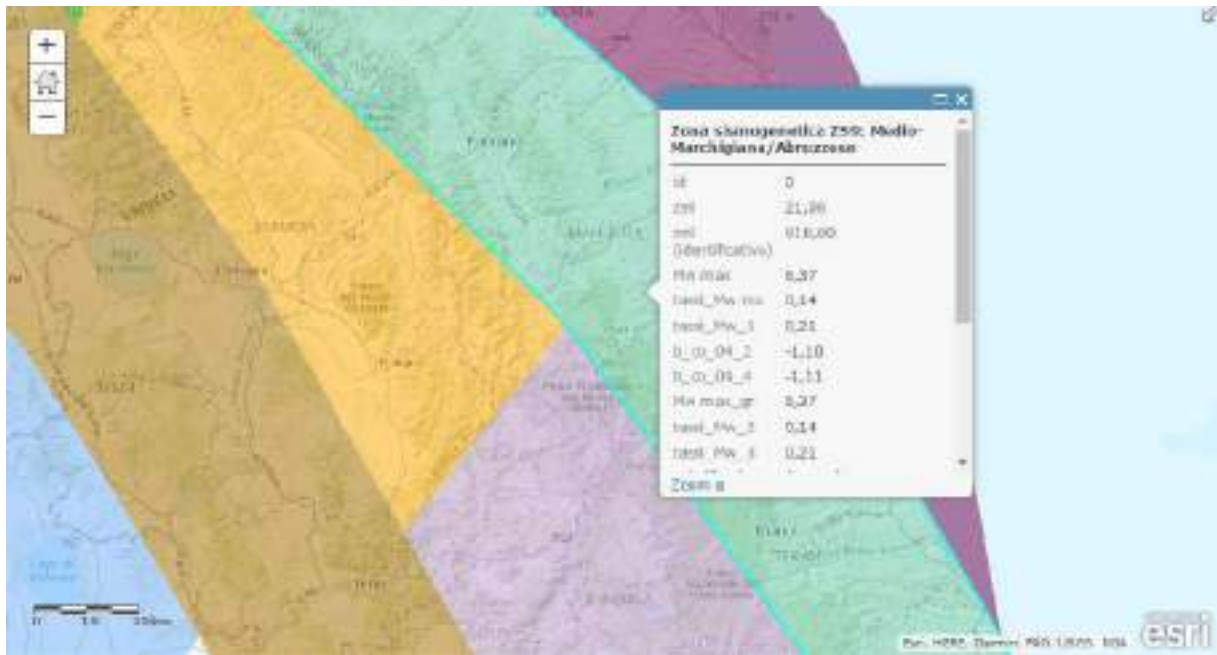


Figura 34 - Zona sismogenetica ZS9 n. 918 (verde acqua) – Zona “Medio-Marchigiana/Abruzzese” (da <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=8c5d55e0d3b34ea78346e802fd4f6d73>).

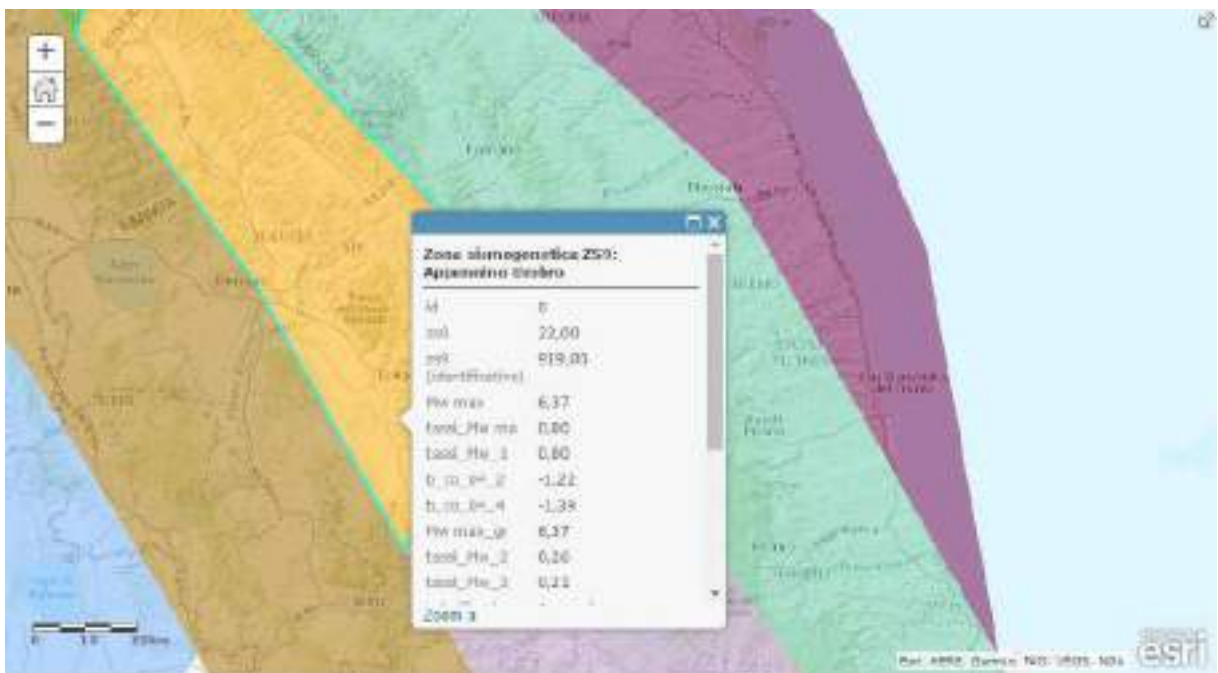


Figura 35 - Zona sismogenetica ZS9 n. 919 (giallo) – Zona “Appennino Umbro” (da <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=8c5d55e0d3b34ea78346e802fd4f6d73>).

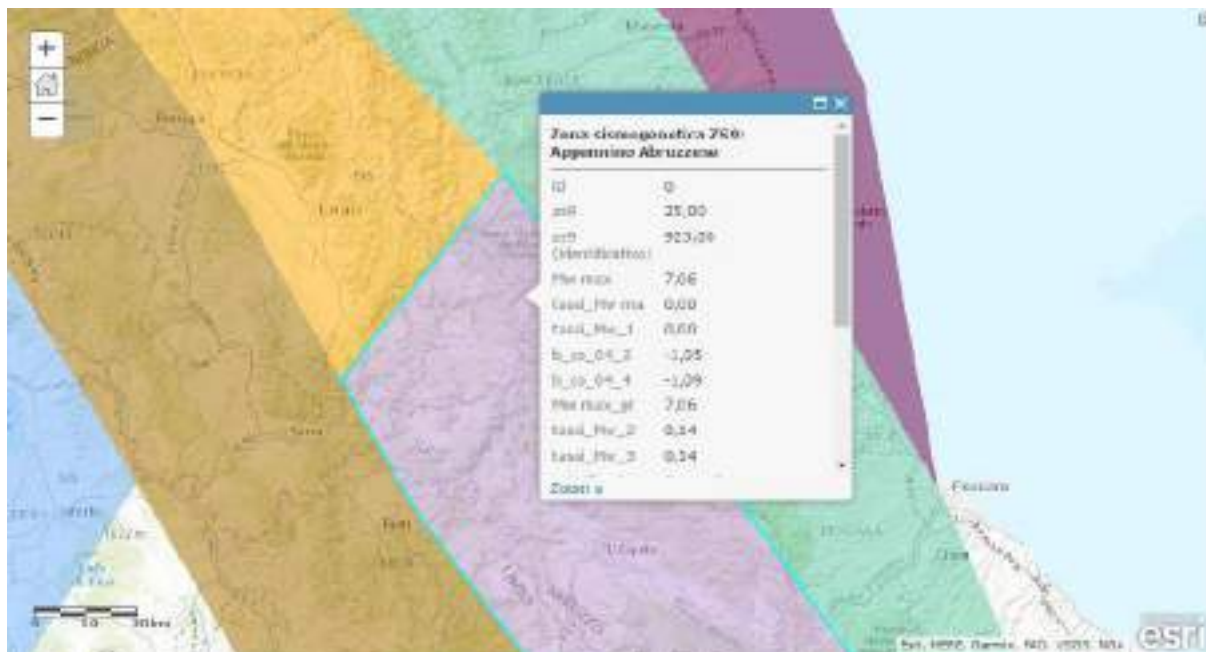


Figura 36 - Zona sismogenetica ZS9 n. 923 (viola) – Zona “Appennino Abruzzese” (da <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=8c5d55e0d3b34ea78346e802fd4f6d73>).

Il database DISS è stato concepito negli anni '90 da un gruppo di scienziati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia: è stato poi notevolmente migliorato attraverso rilasci successivi. Diversi autori, tra cui Bommer, definisce il DISS come il database più avanzato per le sorgenti sismogenetiche sviluppate in un contesto sismotettonico europeo.

Inoltre, rappresenta uno strumento indispensabile per lo sviluppo di futuri modelli di pericolosità sismica (Scotti, 2010).

Dopo la prima versione del DISS, rilasciata nel luglio del 2000, sono succedute altre versioni, fino a giungere all'attuale 3.2.1, rilasciata nel 2018 (Figura 37), consultabile anche su software gratuito Google Earth, che facilita la ricerca ai propri utenti ed espande le proprie capacità di diffusione dei dati.

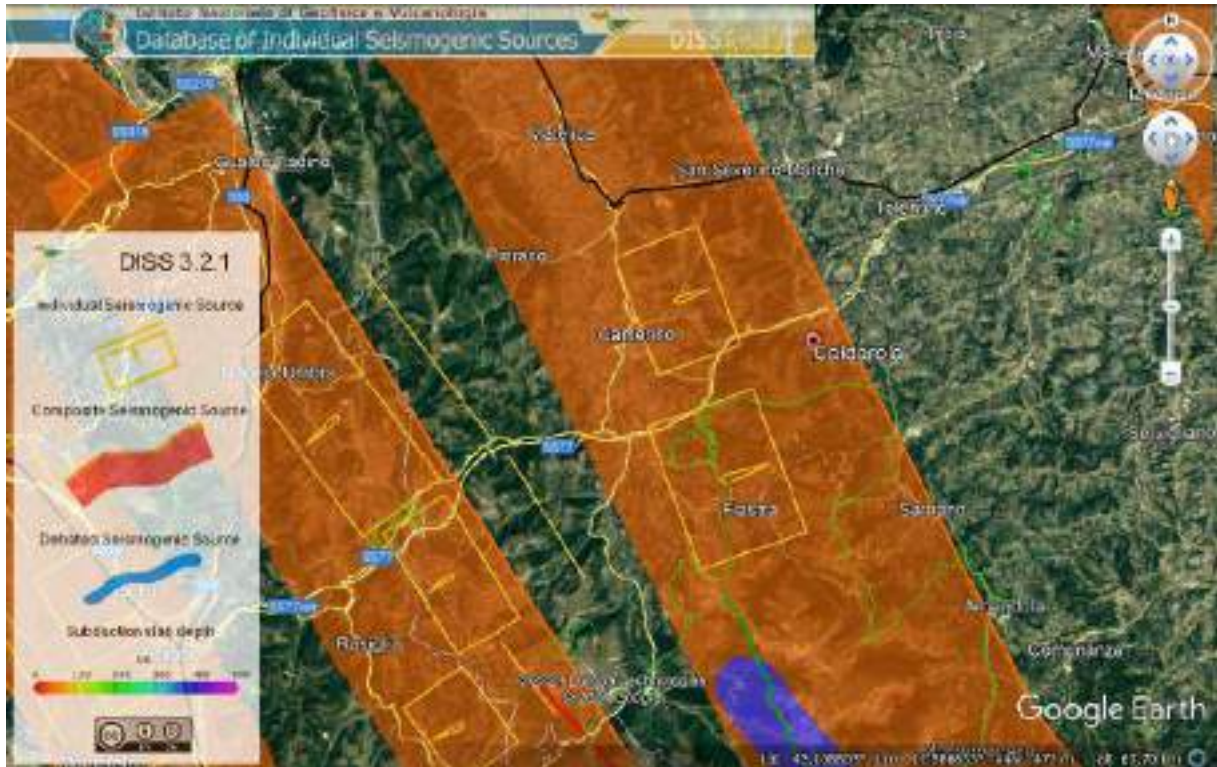


Figura 37 - Database delle strutture sismogeniche (DISS vers. 3.2.1).

Si può osservare che il territorio del Comune di Caldarola è compreso in un'ampia fascia simogenetica composta avente andamento Nord-Sud e indicata come ITCS027 "Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga", localizzata tra 12 e 22 km di profondità e rappresentata dalla proiezione di un thrust che emerge verso est lungo la costa adriatica, come ben individuato dal CROP03 (Barchi et al., 1998). Viene associata una magnitudo massima M_w max di 6,2 (terremoto di progetto) valutata usando la relazione di Wells & Coppersmith (1994).

All'interno di questa ampia fascia sono presenti singole sorgenti sismogenetiche, che da Nord a Sud sono: Loiano (ITIS058), Cagli (ITIS047), Fabriano (ITIS048), Camerino (ITIS049) e Sarnano (ITIS055).

Attualmente la regione interna marchigiana che ricade in tale fascia è caratterizzata da una bassa attività sismica: tuttavia terremoti estremamente dannosi hanno colpito questa zona negli ultimi 3 secoli, con epicentri allineati lungo una stretta striscia: Fabriano (1741, M_w 6,2), Cagli (1781, M_w 6,2), Camerino (1799, M_w 5,8) e Appennino marchigiano/Sarnano (1873, M_w 6,0).

I parametri delle strutture caratterizzanti le zone sismogenetiche prossime al Comune di Caldarola (Camerino e Sarnano) vengono riassunte nella tabella sottostante.

Tabella 3 – Caratteristiche delle zone sismogenetiche prossime al territorio comunale di Caldarola.

Codice	ITIS049	ITIS055
Nome	Camerino	Sarnano
Localizzazione (Lat/Lon)	43,1552/13,1022	43,0537/13,1399
Lunghezza (km)	8	9,5
Ampiezza (km)	6	7,5

<i>Profondità Min (km)</i>	14	14
<i>Profondità Max (km)</i>	16,1	16,6
<i>Strike (°)</i>	160	160
<i>Dip (°)</i>	20	20
<i>Rake (°)</i>	90	90
<i>Slip per evento (m)</i>	0,4	0,5
<i>Slip Rate (mm/y)</i>	0,1-0,5	0,1-0,5
<i>Magnitudo max (Mw)</i>	5,8	6
<i>Ultimo evento</i>	28 lug 1799	12 mar 1873
<i>Penultimo evento</i>	Sconosciuto	Sconosciuto

Ad occidente delle zone sismogenetiche analizzate, troviamo un'altra fascia denominata ITCS028 "Colfiorito-Campotosto" a cui viene associata una magnitudo massima Mw max di 6,5 e caratterizzata da un sistema di faglie normali a basso angolo, immergenti a SW e profondità compresa tra 2,5 e 14 km. A questa zona vengono associati numerosi terremoti distruttivi, che da nord a sud sono stati: Gubbio (1593, Mw 5,5), il doppio terremoto di Fiuminata (1747, Mw 5,9), Gualdo Tadino (1751, Mw 6,3), Camerino (1279, Mw 6,3) ed il recente doppio terremoto che ha colpito le zone di Colfiorito e Sellano, cioè il 26 settembre e il 14 ottobre 1997 (Mw 5,8 e 5,7 rispettivamente). A sud di questa zona, da segnalare il terremoto della Valnerina (1838, Mw 5,6), Norcia (1328, Mw 6,4) e Appennino Reatino (1703, Mw 6,8).

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri delle faglie presenti nelle zone sismogenetiche ubicate ad occidente del territorio comunale di Caldarola. Per quanto riguarda la zona ITIS016 "Bacino Norcia", i dati sono stati ricavati dalla precedente versione del database, cioè dal DISS 3.1.1, in quanto nella versione attuale sembrerebbe essere stata rimossa.

Tabella 4 – Caratteristiche delle zone sismogenetiche poste ad Ovest del territorio comunale di Caldarola.

<i>Codice</i>	ITIS017	ITIS018	ITIS019	ITIS016
<i>Nome</i>	Colfiorito Nord	Colfiorito Sud	Sellano	Bacino Norcia
<i>Localizzazione (Lat/Lon)</i>	43,0874/12.8358	42,999/12,9267	42,9133/12,9342	42,7587/13,0932
<i>Lunghezza (km)</i>	14	9	6	25
<i>Ampiezza (km)</i>	8	6	6	13,6
<i>Profondità Min (km)</i>	3,4	4	2,5	3
<i>Profondità Max (km)</i>	8,5	7,8	6,5	13,4
<i>Strike (°)</i>	143	148	144	150
<i>Dip (°)</i>	40	40	40	50
<i>Rake (°)</i>	275	277	260	270
<i>Slip per evento (m)</i>	0,33	0,38	0,28	0,64
<i>Slip Rate (mm/y)</i>	0,1-1	0,1-1	0,1-1	0,1-0,6
<i>Magnitudo max (Mw)</i>	6	5,7	5,6	6,5
<i>Ultimo evento</i>	26 set 1997	26 set 1997	14 ott 1997	30 ott 2016
<i>Penultimo evento</i>	30 apr 1279 (?)	Sconosciuto	<150 a.C.	14 gen 1703

L'area colpita dalla sequenza sismica del 2016-17 è caratterizzata da sistemi di faglia attivi, già descritti nella letteratura geologica pubblicata a partire dagli anni '90 del XX secolo. In particolare, il settore appenninico compreso tra l'area di Campotosto a sud e Colfiorito a nord è interessato da sistemi di faglie con direzione da NW-SE a NNW-SSE, con espressioni superficiali di lunghezza complessiva nell'ordine di 20-30 km, costituiti da segmenti minori di lunghezza pari a 5-10 km. Come descritto in precedenza, si

ritiene che queste faglie normali costituiscano l'espressione superficiale di sorgenti sismogenetiche potenzialmente in grado di generare terremoti con magnitudo compresa tra 5,5 e 7,0.

L'evidenza dell'attività recente - tranne che nel caso del sistema di faglia di Colfiorito - è riferibile alla dislocazione di depositi e forme attribuiti al Pleistocene superiore-Olocene (da circa 125.000 anni) e in molti casi è corroborata dai risultati di indagini paleosismologiche.

Di seguito vengono fornite sintetiche informazioni sui sistemi di faglia (Figura 38), come desumibili dalla ricca bibliografia disponibile.

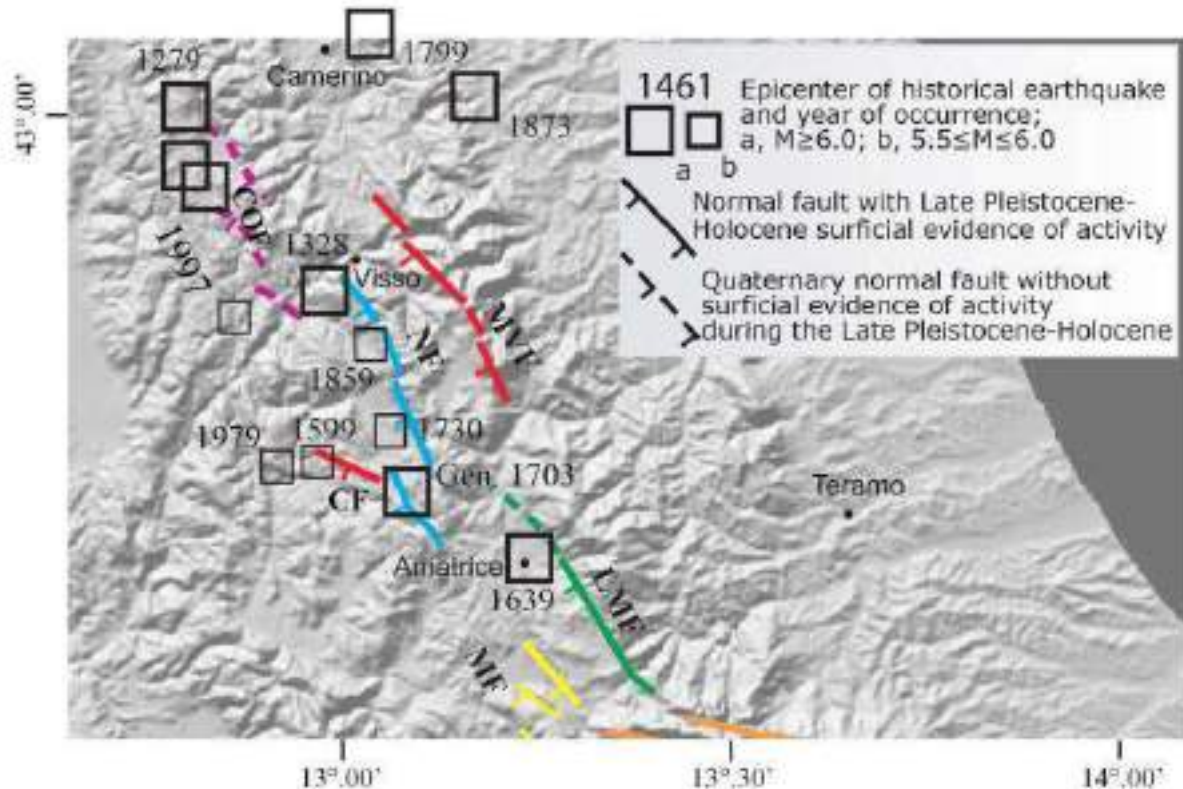


Figura 38 - Schema delle faglie quaternarie e/o attive nell'area compresa tra il bacino di Montereale (sud) e l'area di Colfiorito (nord): COF, faglia di Colfiorito; MVF, faglia del Monte Vettore; NF, faglia di Norcia; CF, faglia di Cascia; LMF, faglia dei Monti della Laga; MF, faglie del bacino di Montereale.

1) Sistema di faglie del M. Vettore (MVF), fra il versante settentrionale della valle del Tronto e la zona di Ussita. Comprende segmenti identificati lungo i versanti occidentali del M. Vettore, M. Argentella, Palazzo Borghese, M. Porche e M. Bove (Calamita e Pizzi, 1992; Coltorti e Farabollini, 1995; Cello et al., 1997; Pizzi et al., 2002; Galadini e Galli, 2003; Pizzi e Galadini, 2009). La sismicità che ha interessato questa zona a partire dal 24 agosto è stata attribuita all'attivazione dell'intero sistema di faglia. Considerando le evidenze di attività olocenica e la mancanza di terremoti storici ad essa associati, la faglia è stata in passato considerata "silente", intendendo che a essa era presumibilmente legato un gap sismico (Galadini e Galli, 2000). È da notare che in corrispondenza di un segmento minore al margine del Piano di

Castelluccio – oggetto di indagini paleosismologiche mediante la realizzazione di trincee nel 1999 (Galadini e Galli, 2003) – è stata osservata fagliazione di superficie a seguito del terremoto del 30 ottobre.

2) Sistema di faglie di Colfiorito (COF), caratterizzato da tre segmenti distribuiti lungo i bacini di Colfiorito (nord) e Cesi-San Martino e in corrispondenza della zona di Mevale (sud). Si ritiene che questo sistema di faglia costituisca l'espressione superficiale delle sorgenti sismogenetiche che hanno generato la sequenza sismica del 1997 (Cinti et al., 1999; Pantosti et al., 1999; Cello et al., 2000; Calamita et al., 2000; Vittori et al., 2000; Messina et al., 2002; Chiaraluce et al., 2005; Barchi and Mirabella, 2009). In riferimento all'attività quaternaria, la dislocazione complessiva è stata stimata nell'ordine di alcune centinaia di metri. Tuttavia, sembrerebbe che essa sia prevalentemente il risultato di movimenti attribuibili al Pleistocene inferiore, mentre l'attività dal Pleistocene medio in poi, legata a movimenti in superficie lungo la faglia, sarebbe trascurabile (Messina et al., 2002). Pertanto, l'attuale attività della faglia è stata considerata compatibile con il comportamento sismogenetico osservato nel corso della sequenza del 1997, caratterizzata da terremoti con M non superiore a 6 (Messina et al., 2002).

3) Sistema di faglie di Norcia (NF), tra gli abitati di Cittareale a sud e Preci a nord, costituita da quattro segmenti, di cui tre al margine di depressioni che hanno ospitato sedimentazione nel corso del Quaternario (Norcia, Campi, Preci) e uno (Cittareale-Castel Santa Maria) in un settore di catena privo di bacino intermontano e caratterizzato da evidenze geomorfologiche di deformazioni gravitative profonde di versante (Calamita e Pizzi, 1992; Calamita et al., 1982; 1995; 1999; 2000; Blumetti et al., 1990; Blumetti, 1995; Brozzetti e Lavecchia, 1994; Cello et al., 1998; Galadini e Galli, 2000; Pizzi e Scisciani, 2000; Pizzi et al., 2002; Galadini, 2006; Gori et al., 2007). Questo sistema di faglia è generalmente considerato come l'espressione della sorgente che ha generato il terremoto del 14 gennaio 1703 (es. Galadini e Galli, 2000; Boncio et al., 2004a), come peraltro evidenziato dai risultati delle indagini paleosismologiche (Galli et al., 2005). Da notare che al sistema di Norcia sono stati anche associati terremoti di più piccola magnitudo (1328, 1730, 1859, 1979) (Galadini et al., 1999). A est di Norcia, la depressione di Cascia (CF) è bordata da una faglia caratterizzata da attività quaternaria (Calamita et al., 1982; Cello et al., 1997), cui è stato attribuito il terremoto del 1599 (es. Galadini et al., 1999). Tuttavia, la relazione tra questa e il sistema di Norcia non è chiara.

4) Sistema di Faglie della Laga (LMF), tra la valle del Vomano (sud) e la valle del Tronto (nord). Lungo l'espressione in superficie delle faglie si identificano due diversi domini geomorfologici, vale a dire il bacino di Amatrice e l'altopiano di Campotosto (Cacciuni et al., 1995; Galadini e Messina, 2001; Boncio et al., 2004b). Mentre l'attività tardo-quaternaria lungo l'emergenza della faglia nel settore di Amatrice è trascurabile, nell'area di Campotosto si hanno invece chiare evidenze di dislocazione nel corso del

Pleistocene superiore-Olocene. Per questa ragione sono stati in passato distinti due diversi segmenti (Galadini e Messina, 2001). Da notare anche che le indagini paleosismologiche effettuate nel 1998 lungo il segmento di Campotosto evidenziarono movimenti ripetuti nel corso dell'Olocene (Galadini e Galli, 2003). La segmentazione proposta sembra compatibile con le indicazioni sismologiche. In effetti, al segmento di Amatrice potrebbe essere associato il terremoto del 1639. Lo stesso avrebbe in parte contribuito a generare il terremoto del 24 agosto. Al contrario, non sono stati identificati terremoti storici attribuibili al segmento di Campotosto, per cui in passato, similmente al caso del Vettore, è stato ipotizzato un gap sismico (Galadini e Galli, 2003).

5) Sistema di faglie di Montereale (MF), lungo il bordo orientale del bacino e sul fianco occidentale della dorsale carbonatica NW-SE di San Giovanni. L'attività quaternaria è stata ipotizzata in alcuni articoli sulla base di dati geologici e geomorfologici (Blumetti, 1995; Cacciuni et al., 1995; Galadini e Messina, 2001; Chiarini et al., 2014; Civico et al., 2016). La relazione tra queste faglie e le altre che interessano l'area dell'Aquila (M. Marine, Pettino), associate al terremoto del 2 febbraio 1703, è tuttora non chiara. È possibile che uno dei terremoti della sequenza del 1703 (16 gennaio) sia stato originato da queste faglie o da una di esse (nel qual caso, forse, quella che borda il bacino, a ridosso dell'abitato di Capitignano).

6.3.3 STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA ESISTENTI

Viene definita la Microzonazione Sismica (MS) come la “valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. In sostanza, la MS individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità (ora Zone di attenzione per instabilità, N.d.R.)”.

Per quanto riguarda il Comune di Caldarola, uno studio riguardante indagini di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stato condotto a seguito dell'emanazione dell'O.C.D.P.C. 293/2015 “*Individuazione dei territori della Regione Marche dove attuare il programma degli studi e indagini di microzonazione sismica e analisi CLE - V annualità*”. Tale studio di Livello 1 è stato svolto seguendo gli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” del 2008.

Successivamente, a seguito dei forti eventi sismici che hanno caratterizzato il Centro Italia a partire dal 24/08/2016, è stato emanato il D.L. n. 8 del 9 febbraio 2017, Nuovi interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici del 2016 e del 2017, convertito con modificazioni dalla Legge n. 45 del 7 aprile 2017 mentre il 12 maggio 2017, è stata emanata l'Ordinanza n. 24 da parte del Commissario del Governo per la ricostruzione, “*Assegnazione dei finanziamenti per gli studi di microzonazione sismica di III livello ai Comuni interessati dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016*”, in cui, all'Appendice 2 – Elenco dei Comuni interessati dagli studi di MS e raggruppamenti territoriali, risulta essere presente anche il Comune di Caldarola. Lo scopo di tale livello 3 è quello di associare valori dei fattori di

amplificazione FA e spettri medi di risposta alle zone stabili soggette ad amplificazione, già definite nel precedente livello 1, successivamente aggiornate durante gli studi per il livello 3. Il livello 1 può essere applicato alla sola pianificazione del territorio, mentre il livello 3 si applica alla pianificazione del territorio e può fornire elementi di supporto alle valutazioni che il progettista responsabile degli interventi sui manufatti deve comunque fare sotto la sua esclusiva responsabilità, anche indipendentemente dai risultati della Microzonazione di livello 3. Vengono inoltre definite 3 classi di intervallo dei periodi di vibrazione di interesse in relazione al numero dei piani in elevazione degli edifici presenti, o di futura edificazione, nell'area studiata (con caratteristiche omogenee): 0,1 – 0,5 s, 0,4 – 0,8 s e 0,7 – 1,1 s. Tali risultati vengono riportati nell'elaborato G05 – Carta delle zone a maggiori pericolosità sismiche locali.

Infine, in ottemperanza alle disposizioni contenute nell'Ordinanza n. 79 del 23 maggio 2019 *“Assegnazione dei finanziamenti per gli approfondimenti conoscitivi e studi prototipali in zone di attenzione per cavità e instabilità di versante, sismoindotte o in conseguenza di dissesti idrogeologici, individuate con gli studi di microzonazione sismica condotti ai sensi dell'Ordinanza n. 24 del 12 maggio 2017”* è stato effettuato un aggiornamento dello studio di Microzonazione Sismica del Comune di Caldarola (studio di approfondimento delle instabilità di versante del Capoluogo/Castello Pallotta, località Colle e località Valle di Valcimarra).

Da tale studio è emerso che: *“il professionista incaricato afferma che, sulla base del modello geologico e geotecnico ricostruito tramite rilievi di sito ed indagini, non sussistono condizioni di criticità e, pertanto, non ha condotto analisi di stabilità preliminari. Il centroMS, nel rispetto della responsabilità in capo al professionista, non ha pertanto potuto condurre analisi più approfondite. È tuttavia importante segnalare che il centroMS, anche grazie ai sopralluoghi effettuati in sito nella prima fase del lavoro, condivide sostanzialmente le affermazioni del professionista in quanto non si rilevano evidenze di campo che mettano in luce la presenza di dissesti in atto (attivi o quiescenti) né sussistono le condizioni geometriche e geotecniche per l'insorgenza di fenomeni significativi.”*.

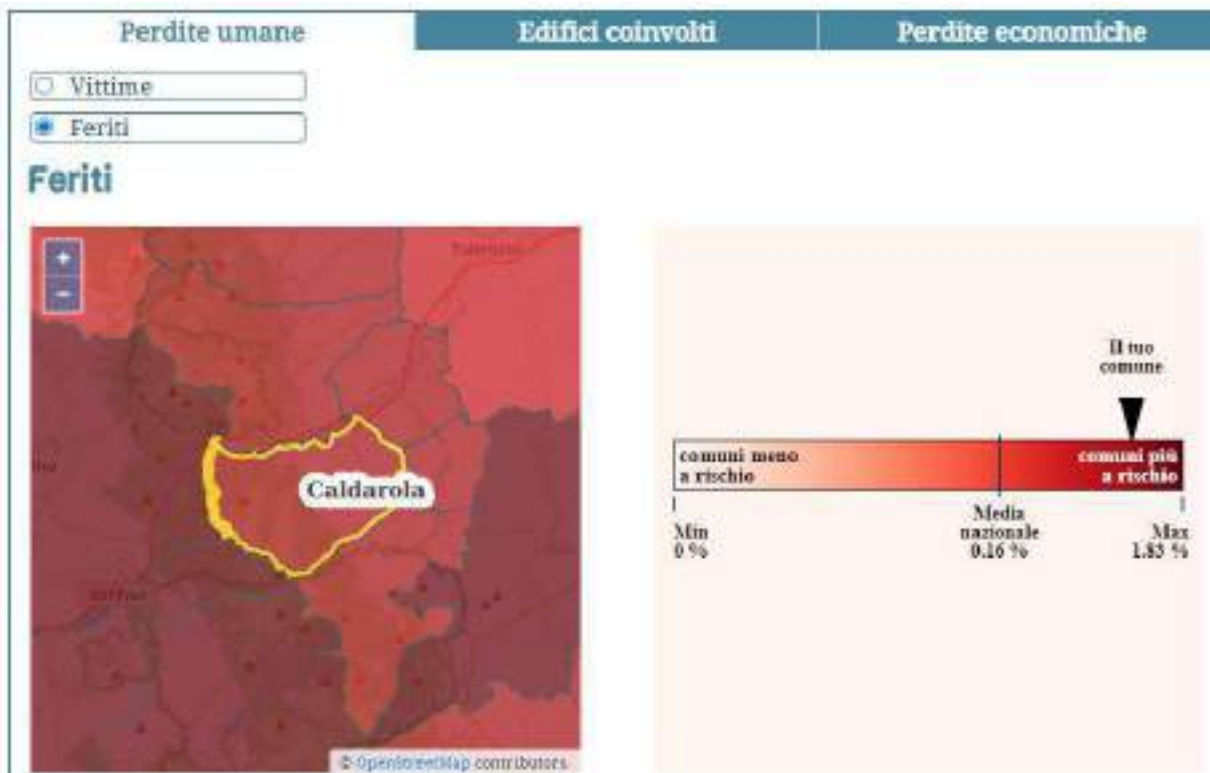
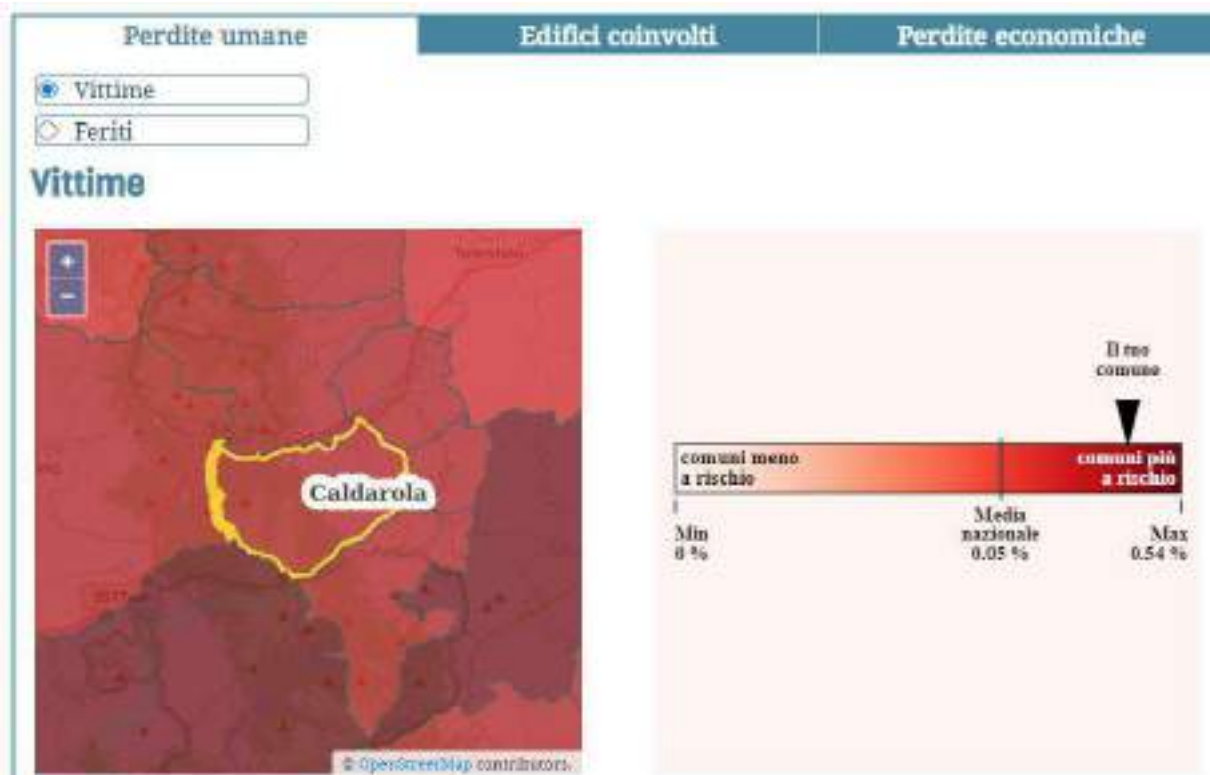
6.4 VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEL TERRITORIO

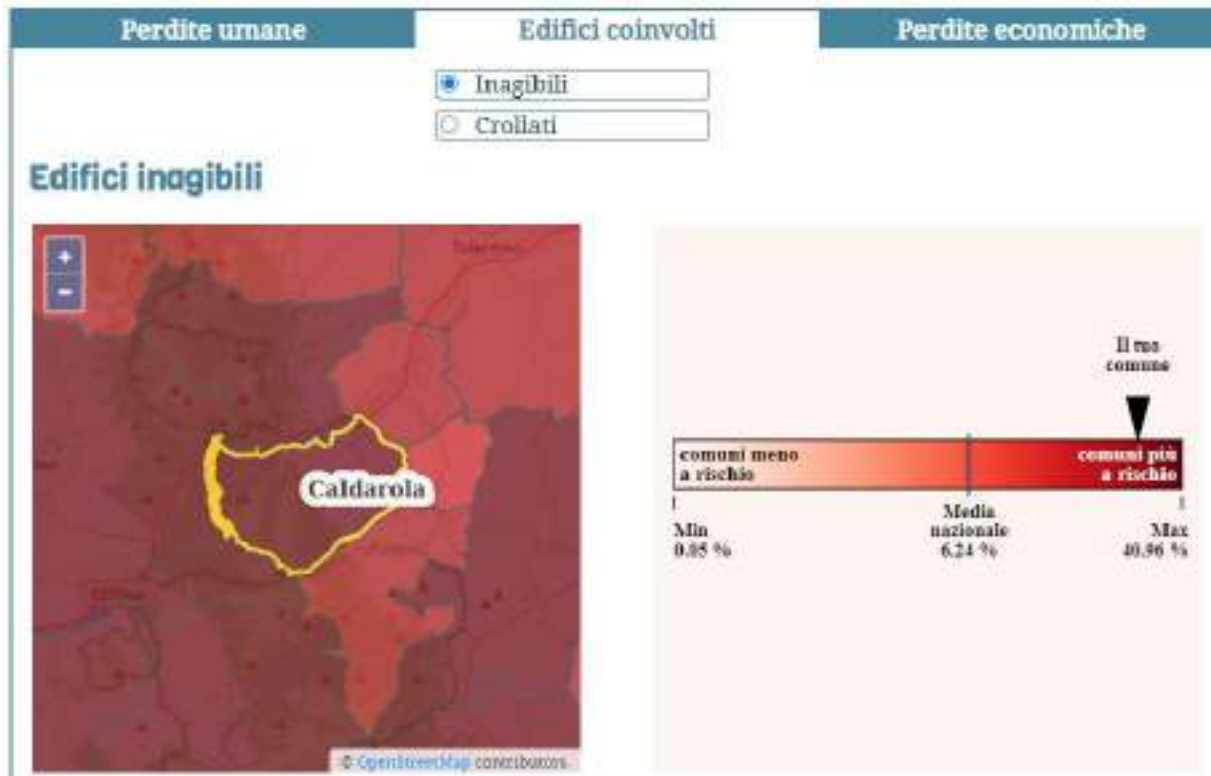
Da un'analisi della Tav. EN_07b del P.T.C. della Provincia di Macerata (Figura 39), risulta che il Comune di Caldarola, caratterizzato da una popolazione residente pari a 1.681 (ISTAT all'01/01/2021), possieda un grado di sismicità pari a 9 e un indice di sismicità pari a 0,4673: essendo quest'ultimo superiore alla media nazionale (0,0455), il sito oggetto di intervento viene fatto ricadere nella categoria *“Comuni ad elevato rischio sismico”*.



Figura 39 – Intensità massime osservate nei comuni nella Provincia di Macerata (PTC Tav. EN_07b).

Inoltre, attraverso il nuovo portale SICURO+, disponibile al link sicuropiu.it/index.html, viene fornito il rischio sismico di ogni comune, ossia una valutazione delle possibili conseguenze negative sugli edifici (inagibilità, crollo, perdite economiche) e sulla popolazione residente (vittime, feriti) dovute a terremoti che possono accadere in futuro. Di seguito vengono mostrati i risultati per quanto riguarda il Comune di Caldarola, relativamente a perdite umane (vittime e feriti), edifici coinvolti (inagibili e crollati) e perdite economiche.





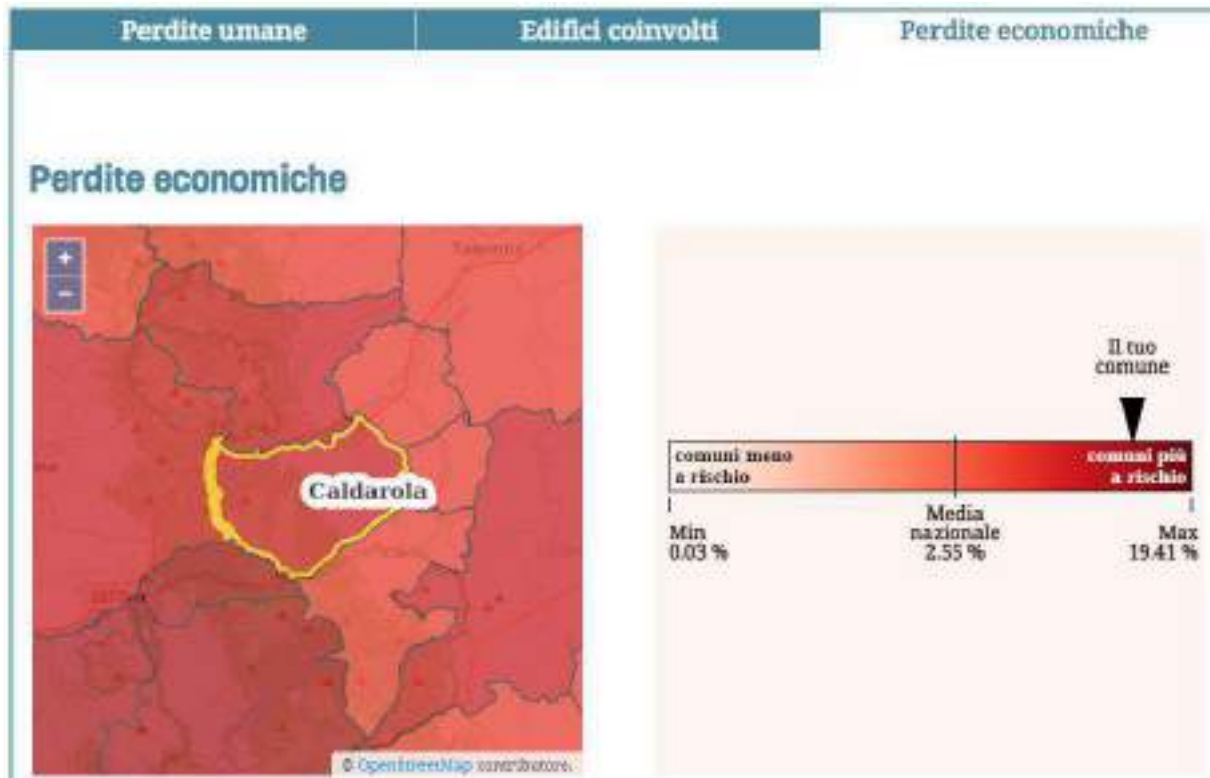


Figura 40 – Espressione del rischio sismico del Comune di Caldarola attraverso il progetto Sistema Informativo di ComUnicazione del Rischio - SICURO+.

In definitiva:

PERDITE UMANE – VITTIME: nel tuo comune in 50 anni le vittime potrebbero essere meno dell'1% (circa 1 vittima su 804). A livello nazionale, in termini di vittime, l'11% dei comuni ha un rischio superiore a quello del tuo comune.

PERDITE UMANE – FERITI: nel tuo comune in 50 anni i feriti potrebbero essere meno dell'1% (circa 1 ferito su 231). A livello nazionale, in termini di feriti, il 10% dei comuni ha un rischio superiore a quello del tuo comune.

EDIFICI COINVOLTI – INAGIBILI: nel tuo comune in 50 anni gli edifici inagibili potrebbero essere il 20% (circa 1 edificio inagibile su 5). A livello nazionale, in termini di edifici inagibili, il 5% dei comuni ha un rischio superiore a quello del tuo comune.

EDIFICI COINVOLTI – CROLLATI: nel tuo comune in 50 anni gli edifici crollati potrebbero essere l'1% (circa 1 edificio crollato su 78). A livello nazionale, in termini di edifici crollati, il 9% dei comuni ha un rischio superiore a quello del tuo comune.

PERDITE ECONOMICHE: nel tuo comune in 50 anni le perdite economiche potrebbero essere il 7% (pari a € 7.006.447,65) rispetto al totale del valore dell'edificato. A livello nazionale, in termini di perdite economiche, l'8% dei comuni ha un rischio superiore a quello del tuo comune.

6.5 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

In base al D.M. 17.01.2018, *Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"*, la verifica a liquefazione può però essere omessa, qualora sia verificata almeno una delle seguenti condizioni (§ 7.11.3.4.2):

- accelerazioni massime al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna a determinate fasce critiche (Figura 41).

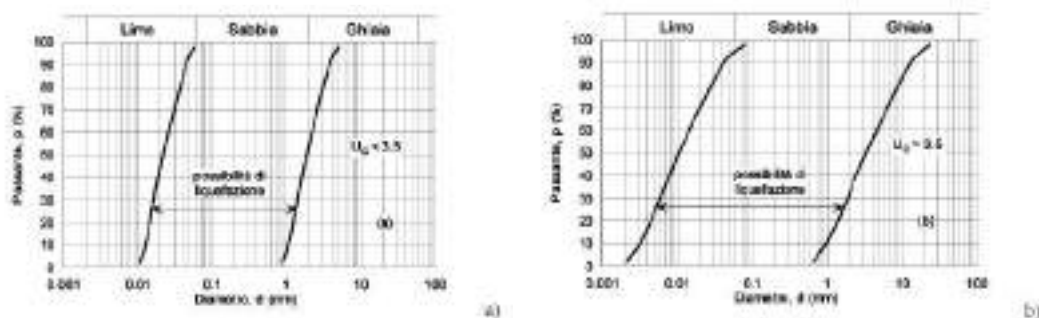


Figura 41 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Nel territorio in esame, la verifica nei confronti del fenomeno della liquefazione può essere omessa in quanto le granulometrie emerse durante le indagini sono esterne alle fasce critiche sopracitate.

7.0 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

Vengono esplicitati i risultati ottenuti da eventuali indagini e prove geotecniche, descritte la caratterizzazione e la modellazione geotecnica dei terreni interagenti con l'opera. Inoltre, vengono riassunti i risultati delle analisi svolte per la verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni di esercizio del sistema costruzione - terreno. L'intero studio riguarda essenzialmente il volume significativo.

7.1 LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE

Per quanto riguarda la ricostruzione dell'assetto litostratigrafico e successiva caratterizzazione geomeccanica, si è fatto ricorso al reperimento di n. 37 sondaggi a carotaggio continuo, a distruzione di nucleo o trincee ispezionabili e n. 10 indagini penetrometriche dinamiche (elaborato G06 - Carta delle indagini).

Tali dati, trattati con spirito critico e con esperienza geologica acquisita in zona, vengono illustrati di seguito (elaborato G03 - Carta litotecnica).

Litotipo "ML" (in subordine "CL") - Limi inorganici, limi argillosi, limi sabbiosi, argille limose di bassa plasticità

Di colore marrone bruno o chiaro, con frequenti concrezioni biancastre. Poco consistente e mediamente coesivo. Presenta capacità portante e stabilità scarsa. L'incremento di intensità risentita rispetto ai terreni a più elevata rigidità è compreso tra 4 e 5 n; inoltre, tale incremento sismico risente delle condizioni idrologiche e nel caso di sollecitazioni sismiche possono verificarsi stati di incipiente instabilità con cedimenti e fessurazioni.

PARAMETRO	UNITÀ	
Peso di volume	γ (t/m ³)	1,85-1,95
Resistenza non drenata	cu (kPa)	20-50
Angolo di resistenza al taglio	φ' (°)	22-25
Modulo elastico	E (kPa)	5.000-8.000

Litotipo "GW" (in subordine "GP" e "GM") - Ghiaie, ghiaie sabbiose, ghiaie limose

Di colore avana. Da mediamente a molto addensato. Presenta capacità portante e stabilità da buona a ottima. L'incremento di intensità risentita rispetto ai terreni a più elevata rigidità è compreso tra 1 e 2 n.

PARAMETRO	UNITÀ	
Peso di volume	γ (t/m ³)	1,80-1,95
Resistenza non drenata	cu (kPa)	0,00
Angolo di resistenza al taglio	φ' (°)	28-35
Modulo elastico	E (kPa)	>30.000

Litotipo "SM" – Sabbie limose, limi sabbiosi

Di colore marrone chiaro, con concrezioni/calcinelli. Da poco a mediamente addensato. Presenta capacità portante e stabilità mediocre. L'incremento di intensità risentita rispetto ai terreni a più elevata rigidità è compreso tra 2 e 3 n.

PARAMETRO	UNITÀ	
Peso di volume	γ (t/m ³)	1,95-2,05
Resistenza non drenata	cu (kPa)	5-15
Angolo di resistenza al taglio	ϕ' (°)	22-28
Modulo elastico	E (kPa)	15.000-20.000

Litotipo "ALS" – argille siltose, argille marnose, gessi, peliti e arenarie gessose

Di colore grigio scuro. Molto compatto e addensato, con sottili livelli plastici. Presenta capacità portante e stabilità buona.

PARAMETRO	UNITÀ	
Peso di volume	γ (t/m ³)	2,00-2,15
Resistenza non drenata	cu (kPa)	100-500
Angolo di resistenza al taglio	ϕ' (°)	30-35
Modulo elastico	E (kPa)	>30.000

Sulla base degli accorgimenti contenuti nelle N.T.C. del 17.01.2018, si consiglia di considerare i parametri geotecnici precedentemente riportati come valori medi (valori nominali) e non caratteristici (stima ragionata e cautelativa del valore considerato nello stato limite considerato) o di progetto.

TAVOLE
E
ALLEGATI

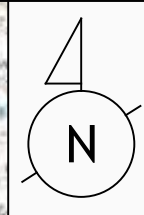
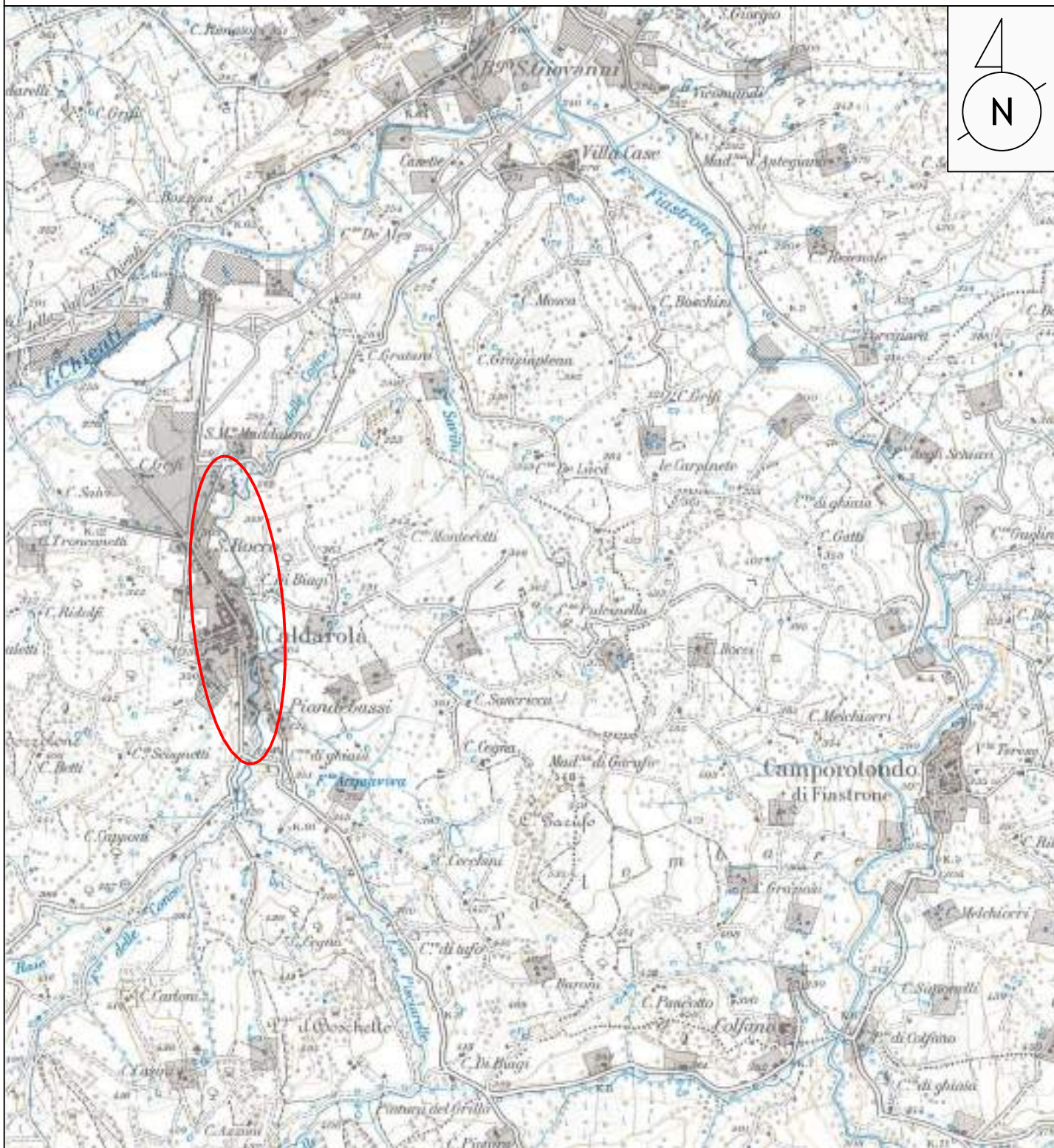
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA

FOGLIO 124 "MACERATA" – QUADRANTE II – TAVOLETTA NO "SAN GINESIO"

SCALA 1: 25.000

TAVOLA 01



Area oggetto di indagine



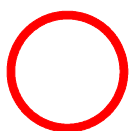
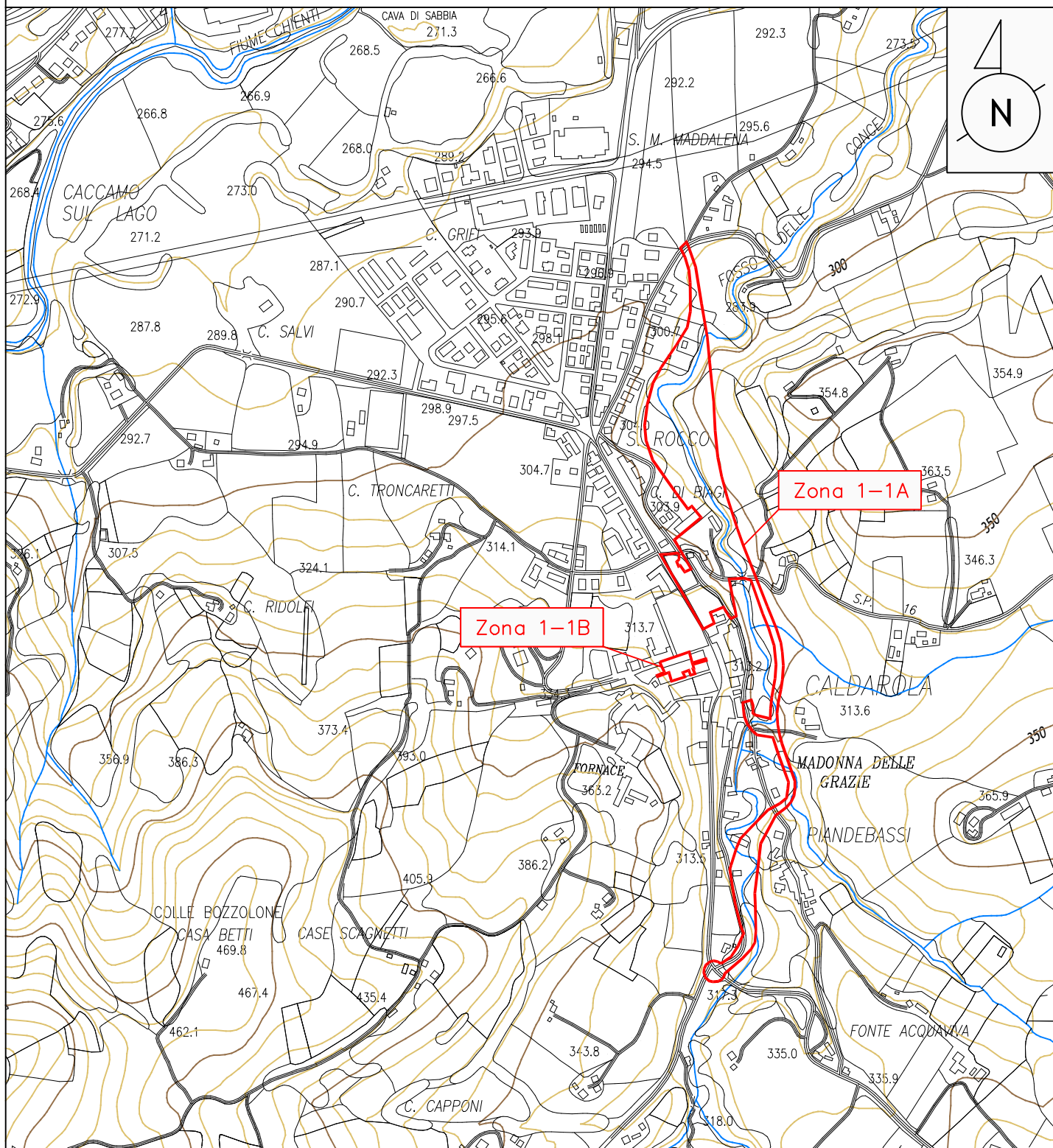
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

CARTA TECNICA REGIONALE

FOGLIO 313 "CAMERINO" – SEZIONE 313070 "CALDAROLA"

SCALA 1: 10.000

TAVOLA 02



Aree oggetto di indagine:

Zona 1-1A (Via Roma e aree urbane lungo il Fosso delle Conce)

Zona 1-1B (Via Caldoro e Piazza del Teatro)

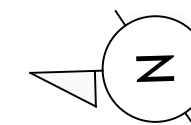
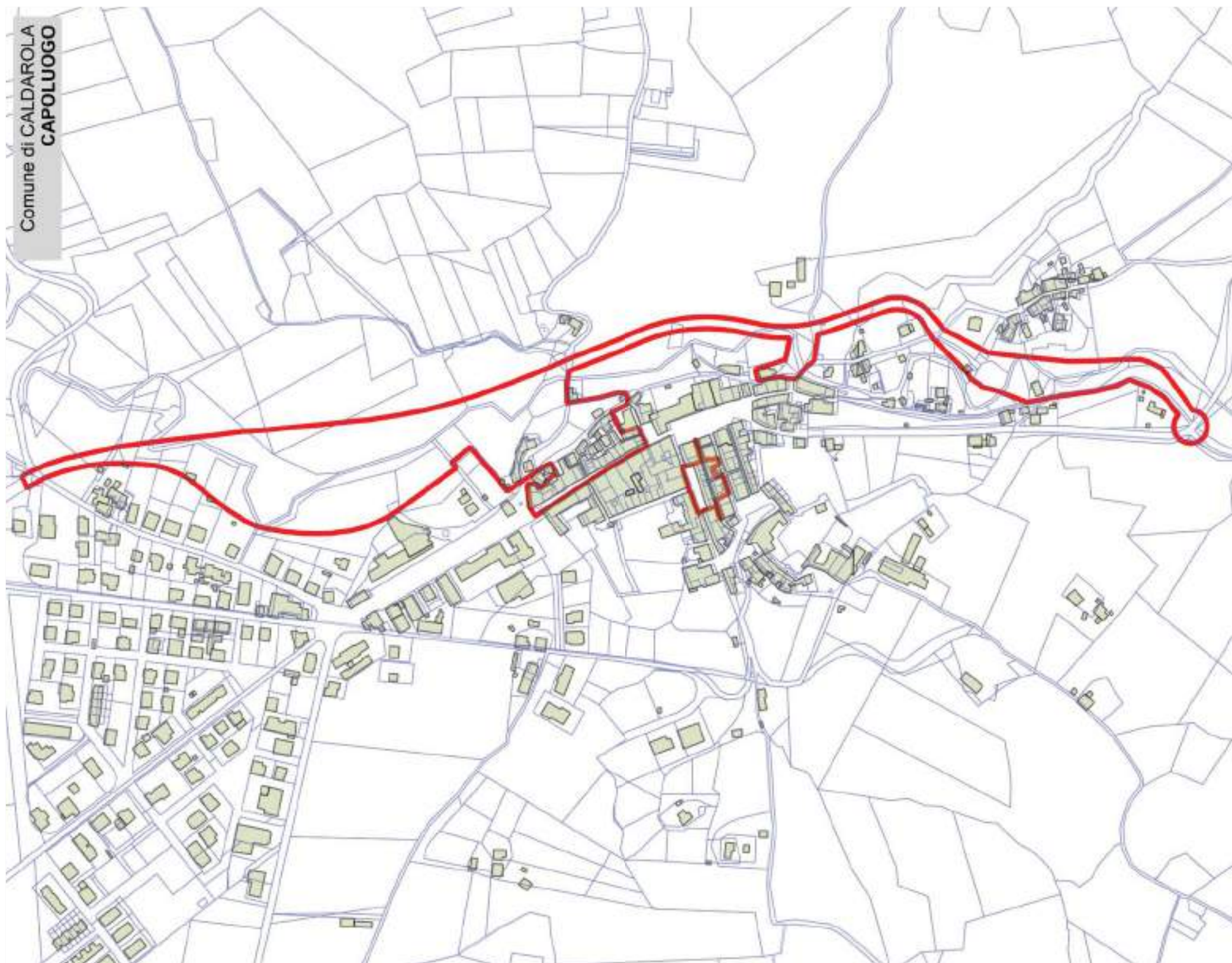


INQUADRAMENTO CATASTALE

COMUNE DI CALDAROLA – FOGLI 2, 7, 8 e 16

SCALA 1: 5.000

TAVOLA 03





Studio di geologia Tecnica
Dr. Mario conti
Via Ortenzi, 1 - Cerreto d'Esi (AN)
Via Vivaldi, 1 - Civitanova Marche (MC)
Tel/fax.: 0732-678496 / cell.:338-8303044
E.Mail: Contim@libero.it

COMMITTENTE: Gabrielli Ubaldo e Rocchi Orlando
CANTIERE: Via Fonte dei Cavalli
LOCALITÀ: Caldarola (MC)
DATA INIZIO: 21.09.2017 DATA FINE: 21.09.2017
METODO DI PERFORAZIONE: carotaggio continuo a secco

S3

COORDINATE:
43°08'30" - 13°13'25"

DIAMETRO CAROTIERE: 101,00 mm.
RIVESTIMENTO:

QUOTA (M S.L.M.):

SONDAGGIO GEOGNOSTICO N°:

1

PROFONDITÀ:

Profondità (mt.)	Spessore (mt.)	STRATIGRAFIA	Campioni (mt.)	S. P. T. (colpi)	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA	Pocket-Pen (Kg/cmq.)	Vane-Test (Kg/cmq.)	Livello Piez. (mt.)
0,25					Terreno di riporto: pavimentazione in cls 18cm poi limi argillosi con frammenti di laterizi			
0,50								
0,75								
1,00					Argille limose marroni con ghiaie frammiste e resti vegetali (Terreno vegetale)		1	
1,25								
1,50								
1,75					Limi sabbioso argillosi con ghiaie calcaree frammiste. (Depositi alluvionali)		2	
2,00								
2,25								
2,50								
2,75								
3,00					Limi sabbiosi giallastri		3	
3,25								
3,50								
3,75								
4,00					Limi sabbioso argillosi con ghiaie calcaree frammiste. (Depositi alluvionali)		4	
4,25								
4,50								
4,75								
5,00								
5,25								
5,50								
5,75								
6,00								
6,25								
6,50								
6,75								
7,00					Ghiaie e sabbie limose da mediamente addensate a addensate, con ciottoli grossolani (Depositi alluvionali)		7	
7,25								
7,50								
7,75								
8,00								
8,25								
8,50								
8,75								
9,00								
9,25								
9,50								
9,75								
10,00								
10,25								
10,50								
		Fine sondaggio -9,0m						

Committente Fabbroni Giuseppe		Profondità raggiunta 20.0 m	Quota P.C. 320.00 m slm	Certificato n° 1	Pagina 1					
Operatore		Indagine Caratteriz. sismica dei terreni	Note Via Piandebussi - Caldaraia			Inizio/Fine Esc. 22.01.2018				
Responsabile Dott. Geol. Ivan Losego		Sondaggio S.1	Tipo Carotaggio Carotaggio Continuo		Tipo Sonda	Coordinate X Y				
Quota (m)	Libreria	Descrizione	Quota	%Carotaggio S.Q.D.	S.P.T. (N° Colpi)	Probet Test (N°/cm)	Wave Test (N°/cm)	Caricamento	Nota	Osservazioni
1		Ghiaia con ciottoli a matrice limosa sabbiosa								
2										
3						RIF.				
4						3.00 PC				
5										
6						RIF:				
7						6.00 PC				
8		Limi sabbioso argillosi di colore avana molto plastici	7.80							
9						4-12-14				
10		Ghiaietto	9.80							
11		Limi argillosi sabbiosi di colore avana	10.80							
12		Alternanza di ghiaia e sabbia con livelletti limosi decimetrici	11.70							
13										
14										
15										
16										
17			17.20							
18		Substrato: sabbie arenace da poco a cementate di colore grigio con livelletti argillo-marnosi e/o argillo-siltosi								
19										
20				20.00						

Dott. Geol. Paolo Boldrini
Dott. Geol. Andrea Ambregi

Viale Roma, 20
62024 MATELICA (MC)
Tel 0737/85483

SONDAGGIO n. 3 verticale

S7

Comune di: CALDAROLA
Località: Capoluogo
Committente: Curia di Camerino
Data: 06.05.1999
Metodo di perforazione:

percussione rotazione

Stratigrafia	Quote		Descrizione litologica	campi	S.P.T.	attrito Interni	coesione kg/cm ²	tinc %	quota falda acque
	piano camp.	parz.							
1	0,8	0,8	T. RIPO Ghiaie e sabbie con laterizi						1
2					■				2
3					■				3
4									4
5			DEPOSITI ALLUVIONALI Ghiaie e sabbie con matrice limosa						5
6									6
7									7
8									8
9	9,0								9
10									10
11									11
12									12
13									13
14									14
15									15
16									16
17									17

nota: S.P.T. a m. 1,7 dal p.c. n. colpi 14-17-21 a m. 3 dal p.c. n. colpi 16-28-27

DR. UMBERTO FIUMANI C. Geol. F.G.S.
STUDIO GEOGNOSTICO I-60027 OSIMO

Coordinate :
Data : 21.1.00

Committente :
FABBRONI

Lavoro n.: 016A
Cantiere : CALDAROLA

SONDAGGIO NUMERO: **S8**
Quota piano di campagna:

VT/PP kPa	Camp. n.	Prova Laboratorio	Livello Acque	Tipo Litologico	Prof. m.	Spessore m.	Quota m.	Legenda
				RIPORTO: massicciate.	0.00	(0.30)		
				ARGILLA localmente limosa, necciola inglobante elementi ghiaiosi e rari frammenti di laterizi in superficie.	0.30			
VT130 PP270	U_1	Mn=24% cu=114kPa				(3.50)		
VT 90 PP225	U_2	Mn=25% cu=98kPa						
				SABBIA ghiaiosa necciola-giallastra.	3.80	(2.20)		
				Fine Sondaggio	5.00			

Simboli :	In-Situ Tests	Livelli Acque
U Indisturbato	N SPT Value	— Profondita'
D Disturbato	+ Seating Blows	∇ Livello Acqua
M Acqua	± Inc. Seating Blows	∇ Infiltrazione Acqua
P Piston	× No Penetration	∇ Livello Piezometrico
J Jar	+ Sampler Sank	
T Thin Wall	k Permeabilita'	
* No Recovery	PBT Plate Bearing Test	
	CBR In-Situ CBR Test	
	YT Vane Test	
	PP Pocket Penetrometer	

NOTE :
SONDAGGIO INTERRUPTO PER IL CROLLO DELLE
PARETI DEL FORO DI TRIVELLAZIONE.

Scala :
10m/sheet

Foglio No. 1 di 1.
Prof.: da 0 a 10 metr

Operatore :
PM

Rif. n.:

Pagina n.
11

Committente	Moretti, Ballini	attrezzatura	escavatore
località	Caldarola	sondaggio n°	S12
cantiere	Via Piandebussi, F.7 mapp.222	data	27.05.1999

prof. dal p.c.	spessore	sezione	descrizione	falda	spt	p.p. (g/m ³)	Prof. (m)	osservazioni
0,3	0,3		riporto					
0,8	0,5		Limo di colore nocciola giallognolo a vario tenore sabbioso			1,2		
3,0	2,2		Ghiaia			1,8	2,7	
3,5	0,5		Limo grigio sabbioso			1,2		
3,7	0,2		Substrato					

GEOSTUDIO

STUDIO GEOLOGICO TECNICO
 Dott. Geol. IVAN LOSEGO
 Via Medoro Savini, 6
 62029 TOLENTINO MC

SONDAGGIO N. **S13**

DATA 16.06.94

rotaz. perc. essay.

Committente Vagni Lorella

Località CALDAROLA

Stratigrafia	Quote		Campioni		Descrizione litologica	Pock. Pen. Kg/cm ²	Vane Test Kg/cm ²	Falda acqu. prof. m.	Osservazioni
	P.C.	Parz	<input type="checkbox"/> riman. <input checked="" type="checkbox"/> indist.	N. Quote					
	1.3	1.3			Materiale di riporto eterogeneo con laterizi e ghiaie, frammisto a terreno limoso. ----- Ghiaia con ciottoli a matrice sabbioso-limosa.				

GEOSTUDIO

STUDIO GEOLOGICO TECNICO
 Dott. Geol. IVAN LOSEGO
 Via Medoro Savini, 6
 62029 TOLENTINO MC

SONDAGGIO N. **S14**

DATA 16.06.94

rotaz. perc. escav.

Committente Vagni Lorella

Località CALDAROLA

Stratigrafia	Quote		Campioni		Descrizione litologica	Pock. Pen. Kg/cm ²	Vane Test Kg/cm ²	Falda acqu. prof. m.	Osservazioni
	P.C.	Parz.	<input type="checkbox"/> riman. <input checked="" type="checkbox"/> indist.	N. Quote					
					Ghiaia con ciottoli a matrice limo-sabbiosa.				

Committente

Sistema perforazione ROTAZ.

Lavoro INDAGINE GEOLOGICA

Diametro 150mm

quota

profondità mt.	stratigrafia	compatt.	prof. campion.	descrizione terreno	Cu (kg/cmq.)	poCKET penetrometer qu - kg/cmq.
0.4				terreno vegetale limo argilloso con elementi ghiaiosi	T.V.	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1				Ghiaia poligenica ed eterometrica con clasti arrotondati e presenza di ciottoli in matrice sabbiosa	ALLUVIONI	
2						
3				Sabbia e ghiaia		
3.2				Ghiaia poligenica ed eterometrica con clasti arrotondati e presenza di ciottoli in matrice sabbiosa		
4						
4.1						
5						
6						
7						
8						
9				FINE SONDAGGIO		
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						

INFILTRAZIONI IDRICHE

FALDA

NOTE

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione della natura dei terreni	N. cassetta catalogatrice	Campione indurito / Rimangiato	Pocket penetrom. (kg/cm ²)	Carotaggio (%)	S.P.T.	Fratture	Inclinaz. superf. (°)	Livello falda (m)	Note
0			Terreno di riporto costituito da: - conglomerato bituminoso (4 cm); - sottofondo stradale sabbioso-ghiaioso; - misto cementizio con tubazione corrugata in PeAD e successivamente in PVC; - limo sabbioso-argilloso bruno con pezzame di laterizi rossastri, ghiaia fine e/o molto fine e resti in ceramica dipinta; - sabbia grossolana in matrice limoso-argillosa addensata e compatta.									Asciutto
1	2,90			1								Molto umido
2												Bagnato
3	2,90		Ghiaia in matrice limoso-argillosa poco compatta di colore avana. Clasti da millimetrici a centimetrici (1-3 cm), rossastri, arrotondati.									Bagnato
3	0,50		Da -3,40 a -3,70 m ghiaia cementata in matrice fine bianca.									Asciutto
3	3,40											
3	0,30											
4	3,70		Ghiaia e ghiaia fine in abbondante matrice sabbioso-argillosa di colore avana-marrone chiaro, plastica al tatto. Clasti da millimetrici a 1-2 cm di diametro, rossastri, arrotondati e di natura essenzialmente calcarea. Addensata.									Poco umido
4	2,30											
5			Presenza di pezzame grossolano e spigoloso di natura calcarea e/o calcareo-marnosa. Molto compatta e addensata.									Poco umido
6	6,00		Materiale compresso in fase di prova SPT.					SPT 1 6,00 m 31 rifiuto				[Fine lavoro data: 03/10/2017, ora: 16,15 - livello acqua: 3,70 m - quota fondo foro: 6,00 m - quota scarpa rivestimento: 1,50 m]
6	0,30											
6	6,30		Ghiaia in abbondante matrice limoso-sabbiosa o sabbioso-limosa di colore avana. Clasti molto eterogenei e assortiti, di natura prevalentemente calcarea e di dimensioni prevalentemente centimetriche (0,5-3 cm), spigolosi o arrotondati, non appiattiti e varicolori con prevalenza rossastra. Addensata e compatta.	2								[Ripresa lavoro data: 04/10/2017, ora: 14,00 - livello acqua: 4,20 m]
7			Presenti livelli con clasti grossolani eterogenei.									Poco umido
8	3,50											
9			Da -9,80 a -10,0 m ghiaia cementata in matrice fine bianca.		8,50 C1 9,00							Asciutto
9												
9	9,80											
10												

S.P.T. con punta chiusa a -6,00 m arrestato al secondo tratto per raggiungimento n. 50 colpi. Avanzamento 12,5 cm.
Prelevato campione disturbato C1 a -8,50 m in data 05/10/2017.
Foro attrezzato con tubo geotecnico per Downhole fino alla profondità di 35,0 m dal p.c.
Cementazione effettuata in data 05/10/2017.

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione della natura dei terreni	N. cassetta catalogatrice	Campione - disturbato - rimangiato	Pocket penetrom. (kg/cm ²)	Carotaggio (%)	S.P.T.	Fratture	Inclinaz. superf. (°)	Livello falda (m)	Note
10												
11	2,80		Ghiaia in abbondante matrice limoso-sabbiosa o sabbioso-limosa di colore avana. Clasti molto eterogenei e assortiti, di natura prevalentemente calcarea e di dimensioni prevalentemente centimetriche (0,5-3 cm), spigolosi o arrotondati, non appiattiti e varicolori con prevalenza rossastra. Moderatamente addensata e compatta. Presenti aggregati sabbioso-limosi grigi molto densi.									Molto umido
12												Molto umido
13	12,6		Livello limoso-sabbioso di colore nocciola con raro ghiaietto fine arrotondato rossastra. Coesivo, consistente e compatto.	3		1,5						Umido
	0,50					1,5						Umido
	13,1					2,5						Asciutto
	13,2					2,5						
	13,3		Da -13,20 a -13,30 m ghiaia cementata in matrice fine bianca.									
	0,10											
	0,10											
	0,7		Ghiaia in abbondante matrice limoso-sabbiosa o sabbioso-limosa di colore avana, a luoghi plastica. Clasti molto eterogenei e assortiti, di natura prevalentemente calcarea e di dimensioni millimetriche o centimetriche (0,5-2 cm), spigolosi o arrotondati, non appiattiti e di colore rossastra o biancastro. Moderatamente addensata e compatta.									Umido
14	14,0							SPT 2 14,00 m				
	0,5							15				
	14,5							39				
	0,5							44				Umido
15	15,0					2,0						
	0,8		Da -14,0 a -14,45 m, materiale compresso in fase di prova SPT. Da -15,0 a -15,8 m limo sabbioso avana con frazione ghiaiosa abbondante, rossastra e dimensioni < 0,5 cm.			2,0						
	15,8					3,0						
16	16,8		Ghiaia assortita, eterometrica ed eterogenea, anche grossolana con poca matrice limosa o limoso-argillosa. Sciolta e scarsamente addensata.									Poco umido
	1,0											
17	17,8		Ghiaia in abbondante matrice limoso-sabbiosa o sabbioso-limosa di colore avana, a luoghi plastica. Clasti molto eterogenei e assortiti, di natura prevalentemente calcarea. Moderatamente addensata e compatta.	4								[Fine lavoro data: 04/10/2017, ora: 17,20 - livello acqua: 14,70 m - quota fondo foro: 17,0 m - quota scarpa rivestimento: 1,50 m]
	1,2											
18	18,0		Livello sabbioso grossolano con scarsa matrice limosa.									
	0,3											
	18,3		Presente pezzame calcareo e matrice limosa. Compatto									
	0,5											
	18,8		Ghiaia in abbondante matrice limoso-sabbiosa o sabbioso-limosa di colore avana. Moderatamente addensata e compatta.									[Ripresa lavoro data: 05/10/2017, ora: 8,30 - livello acqua: 15,0 m]
19	19,2		Sabbia limoso-argillosa con rare ghiaie millimetriche sparse, colore avana. Presenti screziature ocracee o grigiastre sabbiose. Da molto consistente a scarsamente consistente.			3,0						Poco umido
	0,4					3,5						
	19,2					2,0						
	1,3					2,0						
						1,5						
20												

S.P.T. con punta chiusa a -14,00 m.
 Prelevato campione disturbato C2 a -19,50 m in data 05/10/2017.



Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CALDAROLA
Località: VIA LUNGARA DEL RIO - CALDAROLA (MC)
Data inizio/fine: 03/10/2017 - 05/10/2017
Metodo perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO
Diametro perforazione/rivestimento (mm): 101/127

SONDAGGIO N. 122
PAGINA 3/4
Quota s.l.m. (m): 310
Coordinate WGS84: 4777730,8 / 355759,2
Scala: 1: 50

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione della natura dei terreni	N. cassetta catalogatrice	Campione - indisturbato - rimangiato	Pocket penetrom. (kg/cm ²)	Carotaggio (%)	S.P.T.	Fratture	Inclinaz. superf. (°)	Livello falda (m)	Note
20												
20,5			Limo sabbioso con ghiaia eterometrica e eterogenea, colore avana. A luoghi presenti ciottoli di natura calcarea. Compatto e addensato.			3,0						Umido
21						3,0						
22	3,0		Livelli con sabbia grossolana.	5		2,0						Umido
23						1,0						
23,5			Ghiaia eterogenea e eterometrica, sciolta, in matrice limoso-sabbiosa o sabbioso-limosa di colore rosato/avana, non abbondante. Clasti, di natura prevalentemente calcarea, arrotondati e spigolosi, non appiattiti. Moderatamente addensata e compatta.			0,5						
24						1,0						
25	3,3					>5,0						Molto umido
26												
26,30					C3							
26,8			Ghiaia eterogenea e eterometrica, sciolta, in matrice limoso-sabbiosa o sabbioso-limosa di colore avana, molto abbondante. Clasti, di natura prevalentemente calcarea, arrotondati e spigolosi, non appiattiti. Moderatamente addensata e compatta. Presenti aggregati sabbiosi di colore marrone.	6		27,00						Bagnato
27	1,7											
28												
28,5	0,7		Argilla di colore grigio plumbeo inglobante ghiaie sparse anche grossolane. Compatta, coesiva e moderatamente consistente. Presenti concrezioni sabbiose ocree.									Umido
29												
29,2			Pelite grigio scuro molto compatta, fortemente addensata. Presenti sottili straterelli (0,2-0,5 cm) scagliosi e tenaci alla rottura.									Poco umido
30												

Alla profondità di 20,5 m dal p.c., tentativo di recupero campione non disturbato. Esito: non recuperato. Prelevato campione disturbato C3 a -26,30 m in data 05/10/2017.





















Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione della natura dei terreni	N. cassetta catalogatrice	Campione <input type="checkbox"/> indurito <input type="checkbox"/> rimangiato	Pocket penetrom. (kg/cmq)	Carotaggio (%)	S.P.T.	Fratture	Inclinaz. superf. (°)	Livello falda (m)	Note
30						3,0 2,0 >5,0 5,0 >5,0						Poco umido
31						3,5 3,5 >5,0 >5,0 >5,0						Poco umido
32				7		>5,0 >5,0 >5,0 >5,0 >5,0						Poco umido
33			Da -33,0 a -33,20 m livello plastico.			2,5 >5,0 >5,0 >5,0 >5,0						Poco umido
34			Da -34,0 a -34,20 m livello plastico.			2,5 3,5 3,5 3,5 >5,0						Poco umido
35	35,0		FINE SONDAGGIO									[Fine lavoro data: 05/10/2017, ora: 15,00 - livello acqua: 16,70 m - quota fondo foro: 35,0 m - quota scarpa rivestimento: 28,50 m]
36												
37												
38												
39												
40												

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

dr. geol. Fabrizio Tombolini
Via Accoramboni, 7 - 62029 Tolentino (MC) - cell. 3929544998

S23

IMPRESA: Terra Drilling Technology	PROGETTO: Riparazione e miglioramento sismico PALAZZO PALLOTTA	SONDAGGIO S.3	Committente: Comune di Caldarola
DATA: 01/07/2021	PROFONDITA': 36.30 m	PAGINA N.1	Comune: Caldarola (MC)
			Ubicazione: P.zza XXIV Maggio


PROFONDITA' (m)	LUNGHEZZA DEL TRATTO (m)	LIVELLO PIEZOMETRICO (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI E PROVE	N. COLPI S.P.T.	POCKET Rp Kg/cm ²	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
1	0.60	0.60		Massicciata (0.15 m) su ghiaie limoso-sabbiose marroni (terreni di riporto).				
2		2.40		Ghiaie costituite da clasti prevalentemente calcarei biancastri e rosati, subordinatamente selciosi, eterometrici, a spigoli arrotondati, in matrice sabbiosa beige e limoso-sabbiosa avana (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).				
3	3.00	0.45				SPT 3.1	18-22 -32	
4	3.45							
5		3.15						
6								
7	6.60	0.45						
8	7.05					SPT 3.2	21-28 -36	
9	8.70	1.65						
10	9.25	0.45				SPT 2.3	29-35 -42	
11								
12								
13								
14		10.05						
15								
16								
17								
18								
19								
20	19.75 20.00	0.25			Sabbie avana con rare ghiaie sparse (depositi alluvionali prevalentemente medi).			

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

dr. geol. Fabrizio Tombolini
Via Accoramboni, 7 - 62029 Tolentino (MC) - cell. 3929544998

S23

IMPRESA: Terra Drilling Technology	PROGETTO: Riparazione e miglioramento sismico PALAZZO PALLOTTA	SONDAGGIO S.3	Committente: Comune di Caldarola
DATA: 01/07/2021	PROFONDITA': 36.30 m	PAGINA N.2	Comune: Caldarola (MC)
			Ubicazione: P.zza XXIV Maggio

PROFONDITA' (m)	LUNGHEZZA DEL TRATTO (m)	LIVELLO PIEZOMETRICO (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI E PROVE	N. COLPI S.P.T.	POCKET Rp Kg/cm ²	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
21	21.00	1.00		Sabbie avana con rare ghiaie sparse (depositi alluvionali prevalentemente medi).				
22	22.50	1.50		Ghiaie a granulometria media di colore biancastro e rosato in matrice sabbiosa beige e rosata (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).				
23	23.30	0.80		Sabbie e limi sabbiosi beige con sfumature grigio chiaro ed ocracee, talora inglobanti ghiaie sparse (depositi alluvionali medio-fini).				
24	11.90			Ghiaie costituite da clasti prevalentemente calcarei biancastri e rosati, subordinatamente selciosi, eterometrici, a spigoli arrotondati, in matrice sabbiosa beige e limoso-sabbiosa avana (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).				
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35	35.20							
36	36.30	1.10		Argille marnose e marne argillose grigio scuro, talora bituminose molto consistenti (substrato integro - Formazione gessoso-solfifera).		>4.50		
37						>4.50		
38								
39								
40								



-36.30 m fine sondaggio

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

dr. geol. Fabrizio Tombolini
Via Accoramboni 7 - 62029 Tolentino (MC) - cell. 3929544998

S24

DITTA: V.S. MOVIMENTO TERRA E C. S.a.S.	PROGETTO: Riparazione e miglioramento sismico (Ord. Commissario Straordinario n.19 7/04/17).	SONDAGGIO S1	Committente: Sig.ra Carla Rocchi Comune: Caldarola (MC) Ubicazione: Via del Lago
DATA: 07/04/2021	PROFONDITA': 27.00 m	PAGINA N.1	

PROFONDITA' (m)	LUNGHEZZA DEL TRATTO (m)	LIVELLO PIEZOMETRICO (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI E PROVE	N. COLPI S.P.T.	POCKET Rp Kg/cm ²	OSSERVAZIONI
0.60	0.60			Ghiaie in matrice sabbiosa avana, con frammenti di laterizi (terreno di riporto).				
1	19.40			Ghiaie costituite da clasti prevalentemente calcarei biancastri e rosati, subordinatamente selciosi, eterometrici, a spigoli arrotondati, in matrice sabbiosa beige e rosata, talora con ciottoli di dimensioni fino a circa 10 cm (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).				
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20		20.00						

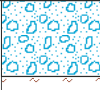



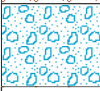

CI: CAMPIONE INDISTURBATO
CR: CAMPIONE RIMANEGGIATO
SPT: PROVA PENETROMETRICA STANDARD

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

dr. geol. Fabrizio Tombolini
Via Accoramboni 7 - 62029 Tolentino (MC) - cell. 3929544998

S24

DITTA: V.S. MOVIMENTO TERRA E C. S.a.S.	PROGETTO: Demolizione e ricostruzione (Ord. Commissario Straordinario n.19 7/04/17).	SONDAGGIO S1	Committente: Sig.ra Carla Rocchi
DATA: 07/04/2021	PROFONDITA': 27.00 m	PAGINA N.2	Comune: Caldarola (MC) Ubicazione: Via del Lago

PROFONDITA' (m)	LUNGHEZZA DEL TRATTO (m)	LIVELLO PIEZOMETRICO (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI E PROVE	N. COLPI S.P.T.	POCKET Rp Kg/cm ²	OSSERVAZIONI
21	21.00	1.00		Ghiaie costituite da clasti prevalentemente calcarei biancastri e rosati, subordinatamente selciosi, eterometrici, a spigoli arrotondati, in matrice sabbiosa beige e rosata (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).				
22	22.00	1.00		Limi argillosi di colore avana (depositi alluvionali fini).			2.25	
23	23.00	2.50		Ghiaie in matrice limo-argilloso-sabbiose avana (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).				
24	24.50							
25	25.50	1.00		Limi argillosi di colore avana (depositi alluvionali fini).			2.50	
26	26.60	1.10		Ghiaie in matrice limoso-sabbiose avana (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).				
27	27.00	0.40		Limi argillosi di colore avana (depositi alluvionali fini).			4.00	-27.00 m fine sondaggio
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

CI: CAMPIONE INDISTURBATO CR: CAMPIONE RIMANEGGIATO SPT: PROVA PENETROMETRICA STANDARD

Sondaggio n° 1 Loc. Caldarola (MC), li 14/02/2018

S25

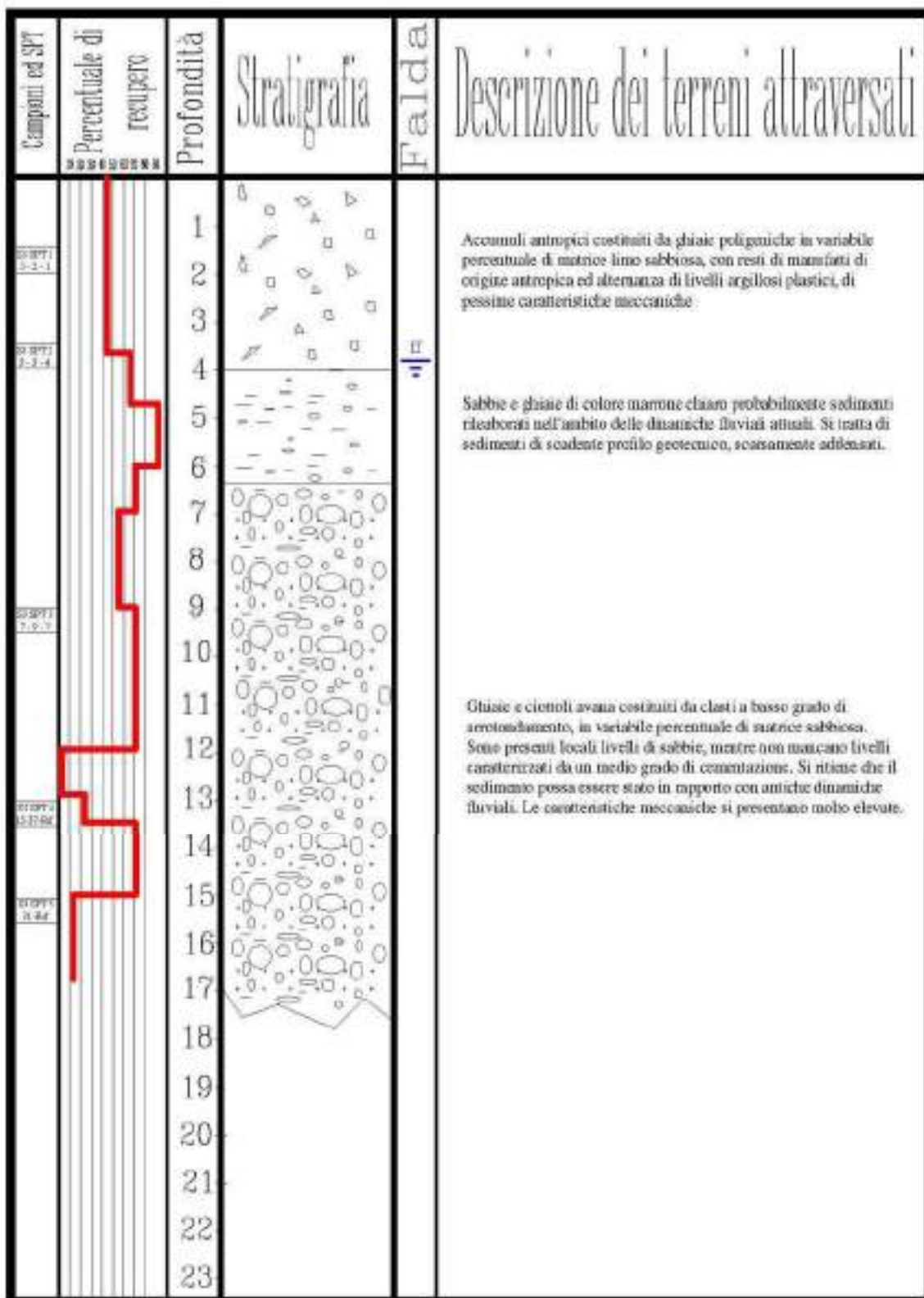
Campioni ed SPT	Percentuale di recupero	Profondità	Stratigrafia	Falda	Descrizione dei terreni attraversati
		1			Terreno vegetale
		2			Sabbie limose di colore marrone chiaro con ghiaia minuta e resti di materiali di origine antropica poco addensate (presumibilmente sedimenti di origine alluvionale messi in opera in epoca recente rimanezzati in ambito fluviale)
		3			
		4			
		5			
		6			Lami argillosi di colore grigio molto scuro, consistenti di bene caratteristiche meccaniche, malodoranti con livelli di argille maggiormente plastiche, presumibilmente sedimentati in ambiente estremo
		7			
		8			
		9			
		10			Argille massose di colore grigio scuro, molto consistenti, con fratture riempite di calcite secondaria
		11			Alternanza tra lami argillo massosi di eterate caratteristiche meccaniche, e subvienti livelli di argille plastiche, complessivamente di colore grigio scuro. Anche in questo caso in fase di apertura delle carote fuoriusce un forte odore di gas.
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			
		21			
		22			
		23			

Sondaggio n°2 Loc. Calderola (MC), li 15-20/02/2018



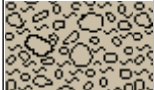
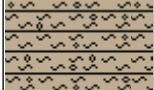

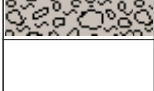
Campioni ed SPT	Percentuale di recupero	Profondità	Stratigrafia	Falda	Descrizione dei terreni attraversati
		1		NR	Terrano vegetale
15 cm 15.00		2			Argille e ghiaie miste poligeniche in clasti di dimensioni da millimetriche a centimetriche, almeno nella parte più superficiale rimangiate e decomprese di colore marrone chiaro
15 cm 15.00		3			Sabbie limose con ghiaia poligenica in clasti di dimensioni centimetriche e decimetriche a basso grado di arrotondamento, la percentuale di sabbia diminuisce all'aumentare della profondità
		4			
		5			
		6			Ghiaia poligenica calcarea in variabile e bassa percentuale di sabbia, la ghiaia si presenta in clasti calcarei di dimensioni prevalentemente centimetriche, ma in bassa percentuale sono presenti clasti delle dimensioni di 3/7 centimetri caratterizzati da un medio grado di arrotondamento, il colore è avana chiaro
		7			
15 cm 15.00		8			
		9			Sabbia grossolana con abbondante ghiaia poligenica in clasti di dimensioni centimetriche, di colore avana
		10			Limi plastici di colore giallo ocra, con ghiaia dispersa di dimensioni centimetriche
		11			
		12			Limi sabbiosi di colore grigio chiaro, mediamente consistenti e addensati, con aumento della percentuale di sabbia verso il basso
		13			Sabbie limose grigie mediamente addensate
		14			Sabbie ocree con ghiaia minuta
15 cm 15.00		15			Ghiaie poligeniche in abbondante matrice sabbiosa
		16			
		17			
		18			
15 cm 15.00		19			Limi argillosi di colore grigio scuro mediamente consistenti
		20			
		21			
		22			
		23			

S27

Sondaggio n°3 Loc. Caldarola (MC), li 23/02 - 08-03/2018



Committente Sig. Cerqua Claudio	Sondaggio s1	Tipo Sonda CMV MK900	Pagina 1/2
Opera Ristrutturazione	Profondità raggiunta 40 m	Tipo Carotaggio continuo d 101 mm	Allestimento Foro
Località P.zza V. Emanuele II - Caldarola(MC)	Quota Ass. P.C. 314.00 m s.l.m.	Inizio/Fine Esecuzione marzo 2019	Coordinate

Profondità (mt)	Litologia	Descrizione	Spessore strati (mt)	%Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Falda
		Massciata cementata	0.80					
1		Terreno di riporto con ghiaie, pezzame di laterizi, limi argillosi marrone scuro.	2.00	%C=70				
2				%C=90	19-46-R			
3		Ghiaia con ciottoli a matrice limosa. da -3,5 a 3,7 m limi argillosi con ghiaie			3.00 PC			
4		da -5,60 a 5,80 m limi argillosi grigi						
5		da -8,0 a 10,0 m limi argillosi avana con ghiaietto						
6		da -10,50 a 11,0 m limi argillosi avana			22-54-R			
7					6.00 PC			
8			11.00					
9				%C=80	15-28-51			
10					9.00 PC			
11								
12								
13								
14		Limi argillosi con ghiaietto sparso	3.50					
15								
16				%C=90				
17		Limi argillosi debolmente sabbiosi di colore avana	2.10					
18				%C=100				
19								
20		Ghiaia con ciottoli a matrice limosa (continua)	0.60					
				%C=80				

Note:

Committente Sig. Cerqua Claudio	Sondaggio s1	Tipo Sonda CMV MK900	Pagina 2/2
Opera Ristrutturazione	Profondità raggiunta 40 m	Tipo Carotaggio continuo d 101 mm	Allestimento Foro
Località P.zza V. Emanuele II - Caldarola(MC)	Quota Ass. P.C. 314.00 m s.l.m.	Inizio/Fine Esecuzione marzo 2019	Coordinate

Profondità (mt)	Litologia	Descrizione	Spessore strati (mt)	%Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Falda
21		(continua) Ghiaia con ciottoli a matrice limosa	4.20	%C=80				
22								
23		Limi argillosi avana	0.80					
24								
25		Ghiaia con ciottoli a matrice limosa.	2.20	%C=100				
26								
27		Limi argillosi avana.	0.80					
28								
29		Ghiaia con ciottoli a matrice limosa.	11.00	%C=90				
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39		Substrato: argille marnose con sabbie arenacee da poco a cementate.	1.00	%C=70				
40								

Note:

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

dr. geol. Fabrizio Tombolini
Galleria Europa 14 - 62029 Tolentino (MC) - cell. 3929544998

S29

IMPRESA: Terra Drilling Technology	PROGETTO: Riparazione e miglioramento sismico (Ord. Commissario Straordinario n.19 7/04/17).	SONDAGGIO S.1	Committente: Comune di Caldarola
DATA: 25/01/2018	PROFONDITA': 30.00 m	PAGINA N.1	Comune: Caldarola (MC)
			Ubicazione: Via Mazzini 2-6

PROFONDITA' (m)	LUNGHEZZA DEL TRATTO (m)	LIVELLO PIEZOMETRICO (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI E PROVE	N. COLPI S.P.T.	POCKET Rp Kg/cm ²	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
1	0.50			Pietre arenacee, soletta in cls e ghiaie sabbiose con ciottoli (riporto)				
	1.30			Ghiaie sabbiose con ciottoli (depositi alluvionali grossolani).				
2	1.80			Limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi avana (depositi alluvionali medio-fini).				
	2.80							
3	1.70			Ghiaie costituite da clasti prevalentemente calcarei biancastri e rosati, subordinatamente selciosi, eterometrici, a spigoli arrotondati, in matrice sabbiosa beige e limoso-sabbiosa avana (depositi alluvionali grossolani).				
5	4.95				SPT 1.1	32-R. 9 cm		
	7.50							
6	3.05							
8	8.30			Limi argilloso-sabbiosi avana e grigi (depositi alluvionali fini).	SPT 1.2	29-37 -40		
	8.30							
9	1.20			Ghiaie sabbiose (depositi alluvionali grossolani).				
	9.50							
10	10.00			Limi sabbiosi avana (depositi alluvionali medio-fini).				
	10.45							
11	11.10							
	10.45							
12	2.55			Ghiaie limoso-sabbiose beige e avana (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).				
								13.65
14	0.95			Limi argillosi ed argilloso-sabbiosi grigi ed avana (depositi alluvionali fini).			0.50	
	14.60							
15	5.40			Ghiaie limoso-sabbiose beige e avana, talora con sottili livelli di sabbie ghiaiose (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).			0.50	
								16
17								
18								
19								
20								



CI: CAMPIONE INDISTURBATO CR: CAMPIONE RIMANEGGIATO SPT: PROVA PENETROMETRICA STANDARD

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

dr. geol. Fabrizio Tombolini
Galleria Europa 14 - 62029 Tolentino (MC) - cell. 3929544998

S29

IMPRESA: Terra Drilling Technology	PROGETTO: Riparazione e miglioramento sismico (Ord. Commissario Straordinario n.19 7/04/17).	SONDAGGIO S.1	Committente: Comune di Caldarola
DATA: 25/01/2018	PROFONDITA': 30.00 m	PAGINA N.2	Comune: Caldarola (MC)
			Ubicazione: Via Mazzini 2-6

PROFONDITA' (m)	LUNGHEZZA DEL TRATTO (m)	LIVELLO PIEZOMETRICO (m)	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI E PROVE	N. COLPI S.P.T.	POCKET Rp Kg/cm ²	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
21	7.00			Ghiaie limoso-sabbiose beige e avana, talora con sottili livelli di sabbie ghiaiose (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).					
22									
23									
24									
25									
26									
27				Sabbie limose e limi sabbiosi avana (depositi alluvionali medio-fini).					
	27.00								
	27.30	0.30							
	27.50	0.20							
28				Ghiaie limoso-sabbiose e sabbie ghiaiose beige e avana (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).					
	28.40	0.90		Sabbie limose e limi sabbiosi avana e grigi (depositi alluvionali medio-fini).					
29				Ghiaie limoso-sabbiose beige e avana (depositi alluvionali prevalentemente grossolani).					
30	30.00	1.60						-30.00 m fine sondaggio	
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									



Dr. MAURO CATALDI
Via delle Caselle, 10 - 02026 Calderola (MC)
tel. 330 2081615
email: mauro.cataldi@uniroma1.it
C.F. 071.984.0015 L.1976
PI. 0113480015

Committere: Griffi Gianluca, Griffi Gabriella, Frostori Alvaro
Località: Via Roma - Calderola (MC)
Data inizio/fine: 05.05.2021
Metodo perforazione: carotaggio continuo
Diametro perforazione/rivestimento (mm): 101/127

SONDAGGIO N. 1
PAGINA 1/1

130

Quota s.l.m. (m): 310
Coordinate lat/long ("): 41,139249/13,224979
Scala: 1: 100

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione della natura del terreno	Unità	Carattere litologico litologico	Prodotto percentuale Arg (Cmg)	S.P.T.	Carotaggio (m)	Stratificazione	Nota	Documentazione fotografica
0	0,80		Terreno di riporto coperto di ghiaietto medio (Ø 0,5-2,0 cm) sabbia, di colore rosato e biancastro in matrice sabbiosa avana. Presenti spigoli rocciosi e frammenti laterizi rossi sparsi.	RI						Poco umido	
0,80			Ghiaia media e grossolana (Ø 1,0-3,0 cm) in matrice sabbiosa-limosa di colore avana. Da sciolta a moderatamente addensata. Clasti calcarei rosati e grigiastri prevalentemente arrotondati e poco appiattiti. A -1,20 m presenti bozzoli salsicci grigio-verdastri.								
1											
2											
3											
4			Localmente presenti ciottoli arrotondati calcarei. Prevalentemente clasti grossolani (Ø 3,0-5,0 cm) calcarei di colore rosato o grigiastro.								
5	8,30		Ghiaia grossolana (Ø 2,0-3,0 cm) in matrice sabbiosa e/o sabbioso-limosa avana, talvolta abbondante. Clasti arrotondati, non appiattiti, di natura calcarea e di colore rosato e biancastro. Da moderatamente addensata a addensata.	MTIn - CP/GW						Poco umido	
6											
7			Da -5,50 m, clasti Ø 1-2 cm in matrice sabbiosa abbondante. Addensati.								
8											
9	10,80		Da -9,10 m a -9,20 m, livello sabbioso-limoso poco consistente.								
10	1,60		Ghiaia grossolana (Ø 2,0-3,0 cm) in matrice sempre sabbiosa e/o sabbioso-limosa avana, talvolta abbondante. Clasti arrotondati, non appiattiti.								
11	0,80		Da -10,80 m a -11,60 m deposito alluvionale a granulometria fine, plastico: - 20 cm fase sabbiosa-argillosa avana con consistenza sabbiosa riarsita, coesa e poco consistente; - 10 cm fase argillosa grigio scuro, mediamente consistente con consistenza sabbiosa massiva e coesione massiccia; - 10 cm fase sabbiosa-argillosa riarsita-bluo, poco/lievemente consistente, con concrezioni biancastre.	ML						Umidità	
11,60											
12											
13			Ghiaia di media e grossolana in matrice sempre sabbiosa e/o sabbiosa limosa avana, talvolta abbondante, mediamente moderatamente addensata.	MTIn - CF/GW						Poco umido	
13,50			Fine sondaggio a -13,50 m per incastrò cantiere.								
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

Uso del rivestimento metallico provvisorio (Ø127) fino a -9,0 m



Dr. MAURO CATALDI
 Via delle Caselle, 16 - 02026 Calderola (MC)
 tel. 330 2081625
 email: mauro.cataldi@uniroma2.it
 C.F. 071.964.0015 LIBRE
 P.I. 01134800514

Comitente: Griffi Gianluca, Griffi Gabriella, Froitori Alvaro
Località: Via Roma - Calderola (MC)
Data inizio/fine: 06.05.2021
Metodo perforazione: carotaggio continuo
Diametro perforazione/rivestimento (mm): 101/127

SONDAGGIO N. 831
 PAGINA 1/1

831

Quota s.l.m. (m): 308
Coordinate lat/long ("): 41,136485/13,224819
Scala: 1: 100

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione della natura del terreno	Unità	Carbone - siliceo - ferroso	Prodotto - percolato - Rg (Cmg)	S.P.T.	Carotaggio (%)	Stratificazione	Mois.	Documentazione fotografica
0	0,30		Terreno di riporto costituito da limo e limo sabbioso di colore bruno con ghiaie rosse eterogenee sparse. Presenti apparati radicali e frammenti laterizi esposti sparsi.	B1						Poco umido	
1			Ghiaia prevalentemente media (Ø 1,0-2,0 cm) in matrice sabbiosa di colore avana. Da sciolta a poco addensata. Clasti calcarei rosati e grigiastri. A luoghi presenti ciottoli verdastri arrotondati e frammenti selciosi grigi spigolosi.								
2											
3											
4											
5	9,90		Ghiaia fine e media in matrice sabbiosa e/o sabbioso-limosa di colore avana. Clasti calcarei rosati e grigiastri prevalentemente arrotondati. Presenti frammenti selciosi grigiastri. Da sciolta a moderatamente addensata. Localmente matrice dilatata.	M1/B1 - GP/GW						Poco umido	
6											
7											
8											
9											
10	10,20										
11	10,50		Da -10,30 m a -10,50 m deposito alluvionale a granulometria fine, plastico, di colore grigio (10 cm) e matrice G8 (10). Presenti concrezioni biancastre e vitriche torbose nerastre. Costosa, moderatamente coesiva.	M2						Umido	
12			Ghiaia fine e media in matrice sabbiosa e/o sabbioso-limosa di colore avana. Clasti calcarei rosati e grigiastri prevalentemente arrotondati. Presenti frammenti selciosi grigiastri. Moderatamente addensata.	M1/B1 - GP/GW						Poco umido	
13											
14											
15	15,00		Fine sondaggio a -15,00 m.								
16											
17											
18											
19											
20											

Uso del rivestimento metallico provvisorio (Ø127) fino a -9,0 m



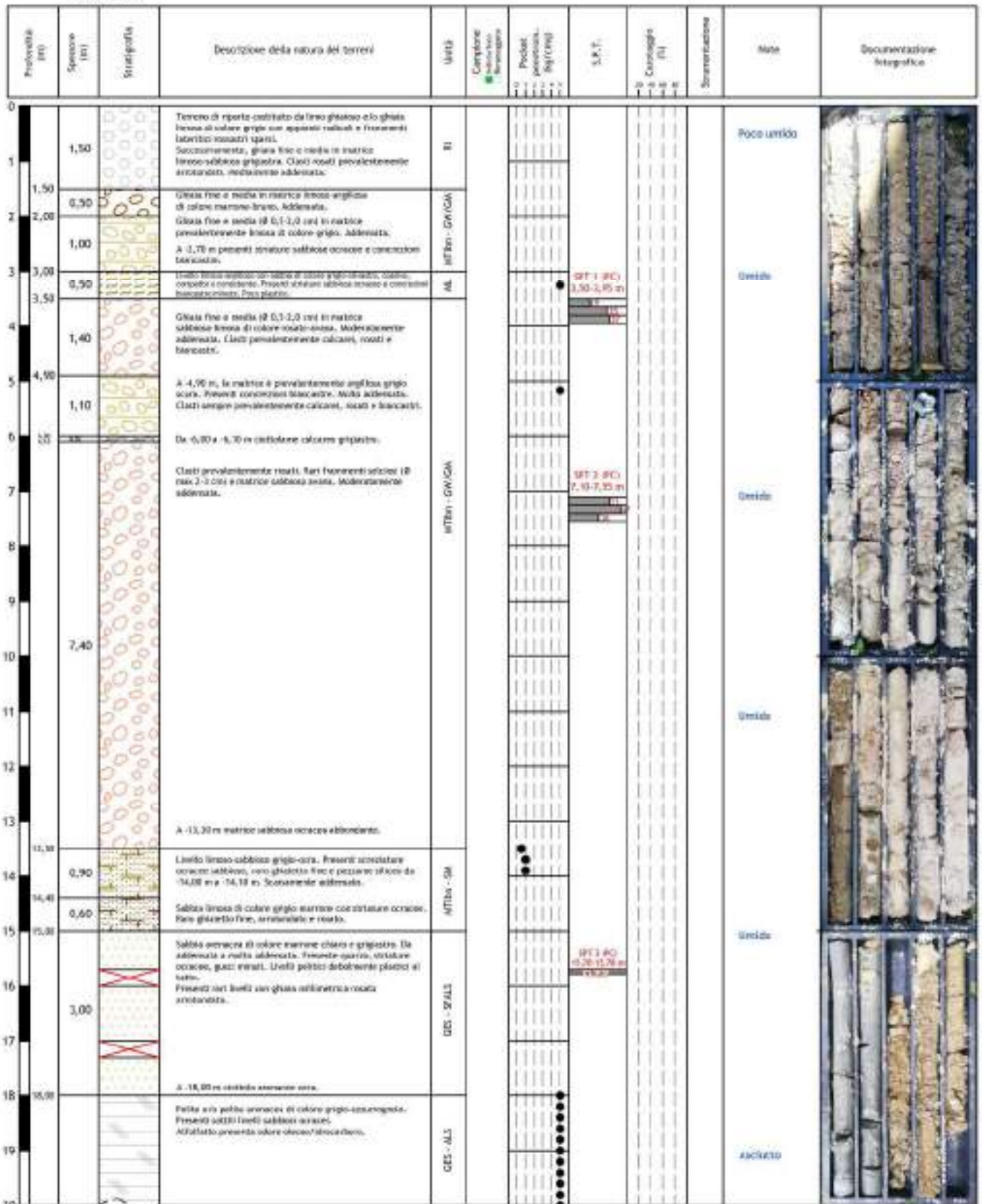
Dr. MAURO CATALDI
Via delle Caselle, 10 - 02026 Calderola (MC)
tel. 330 2081625
email: mauro.cataldi@geologo.it
C.F. 071.684.0015 LIRVE
PI. 0113400014

Comitente: Grifi Firenze
Località: Via Pallotta - Calderola (MC)
Data inizio/fine: 10.05.2021/11.05.2021
Metodo perforazione: carotaggio continuo
Diametro perforazione/investimento (mm): 101/127

SONDAGGIO N. 1
PAGINA 1/1

\$32

Quota s.l.m. (m): 319
Coordinate lat/long ("): 43,138269/13,224920
Scala: 1: 100



Dott. MARCO CAPORALETTI
geologo

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

V.le Bruno Biondi, 13
62029 TOLENTINO (MACERATA)

Sondaggio reperito

Comune di : CALDAROLA Località : PIANDEBUSSI

Committente : Sig. CARLINI TOMMASO

■ rotazione

□ percussione

STRATIGRAFIA	QUOTE		TIPO LITOLOGICO	Rp (Kg/cm ²)	OSSERVAZIONI
	p.c.	parz.			
1	1,0	1,0	Terreno agrario		
2			Ghiaie sabbiose		
3					
4	4,0	3,0	Lim. sabbiosi e sabbie limose		
5					
6	5,5	1,5			
7					
8	8,0	2,5	Sabbie a luoghi limose con rare ghiaie		
9					
10	10,0	2,0			
11					
12					livello piezometrico (-11,0 metri)
13					
14					
15	15,0	5,0	SUBSTRATO (Argille siltoso-marnose sovraconsolidate di colore nocciola grigiastro, con sottili e subordinate intercalazioni sabbiose cementate e/o arenacee)		l'alterazione dei litopi diminuisce gradualmente con la profondità
16					
17	17,0				
18					
19					
20					

Rp = resistenza alla punta (Pocket penetrometer)



Comitente: PASCOLINI MARIO	SONDAGGIO N. 1
Località: PIANDEBUSSI - CALDAROLA (MC)	
Data inizio/fine: 05/09/2018	Quota s.l.m. (m): 321
Metodo perforazione: ROTAZIONE CON TRIVELLA A SECCHIO	Coordinate WGS84: 43.134614° - 13.228172°
Diámetro perforazione (mm): 500	Scala: 1: 100

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione	Unità	Carogone sabbioso frangibile	Rocken penetrom. Rq (t/cm²)	Carozogone (t)	S.P.T. Pena chiusa Pena aperta	Fratture	INSTRUM. superf. (%)	Limbo folla (m)	Note
0,0			Pavimentazione e riporto limoso-sabbioso avana con resti lateritici e ghiaietto fino biancastro. Sciolto.	RI								
2,0	0,6		Argilla sabbiosa grigio/avana con ghiaia fine sparsa.	MT1bn - SC1CL								Molto umida / Bagnata
2,6	6,9		Ghiaia media e grossolana (Ø 2-4 cm) in matrice sabbioso-argillosa abbondante, di colore avana. Sciolta. A luoghi, livelli argilloso-sabbiosi grigi con venature ocracee e ghiaietto fino rossastro. Clasti prevalentemente Ø 2 cm, arrotondati e appiattiti.	MT1bn - GC								Molto umida / Bagnata
9,5	0,4		livello argilloso-sabbioso grigio, poco consistente, con straterelli ocracei sabbiosi.									
10,1	3,3		Alternanza di ghiaia in matrice sabbioso-argillosa poco addensata a sabbia argillosa con ghiaia. A varie altezze ghiaia assente e presenti livelli torbosi.	MT1bn - GC								Molto umida / Bagnata
13,3	2,0		Argilla sabbiosa grigia, coesiva, da poco a moderatamente consistente e plastica.	MT1bn - SC1CL		2,5						Molto umida / Bagnata
15,4			Ghiaia in matrice sabbioso-argillosa avana. Da sciolta a poco addensata. Presenti clasti grossolani.	MT1bn - GC								
17,0			FINE SONDAGGIO									

FC: Frattura chiusa FA: Frattura aperta S: Superficie strato
 ac: Riempiimento con argilla c: Riempiimento con calcite

SONDAGGIO n. 2

Dott. Geol. Paolo Boldrini
Dott. Geol. Andrea Ambrogi

Viale Roma, 20
62024 MATELICA (MC)
Tel 0737/85483

Comune di: CALDAROLA
Località: Capoluogo
Committente: Curia di Camerino
Data: 30.04.1999
Metodo di perforazione:

percussione rotazione

Stratigrafia	Quote		Descrizione litologica	campioni	S.P.T.	pocket log/cmq	coesione log/cmq	time γ	quota falda acqua
	piano camp.	parz.							
1			TERRENO DI RIPORTO						1
2			Lami con clasti calcarei e laterizi						2
3									3
4	3,8	3,8	DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI <i>Pleistocene medio - inferiore</i>						4
5			Lami sabbiosi prevalenti, in subordinati limi argillosi marroni con calcinelli						5
6					■				6
7									7
8	7,5	3,7			■				8
9									9
10			Argille limose verdastre						10
11									11
12									12
13	13,0	5,5							13
14			Ghiale in matrice limoso-sabbiosa						14
15									15
16	16,0	3,0	Lami sabbiosi prevalenti, in subordinati limi argillosi marroni con calcinelli						16
17	17,0		continua						17

nota: S.P.T. a m. 6 dal p.c. n. colpi 4-5-8 a m. 8,5 dal p.c. n. colpi 5-9-12

Dott. Geol. Paolo Boldrini
Dott. Geol. Andrea Ambrogi

Viale Roma, 20
62024 MATELICA (MC)
Tel 0737/85483

SONDAGGIO n. 2

S35

Comune di: CALDAROLA
Località: Capoluogo
Committente: Curia di Camerino
Data: 30.04.1999
Metodo di perforazione:

percussione rotazione

Stratigrafia	Quote		Descrizione litologica	campi	S.P.T.	attrito inferno	coefficiente log/cmq	v s/m	quota falda acqua
	piano camp.	parz.							
18			DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI <i>Pleistocene medio - inferiore</i> Limi sabbiosi prevalenti, in subordine limi argillosi marroni con calciaelli		<input checked="" type="checkbox"/>				
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28			FORMAZIONE IN POSTO Pellico.arenacea <i>Messiniana</i> Argille marnose grigio-bluestre in strati medi alternate a strati sottili di arenarie						
29									
30	30,4	14,4							
31	30,7								
32									
33									
34									

nota: S.P.T. a m. 17,3 dal p.c. N°. Colpi 10-20-30

mariano tesei
geologo

via Europa, 2 - STAFFOLO (AN) tel 3283920833

SONDAGGIO N° 1

Data 25-07-2000

S36

Committente

Lavoro ristrutturazione - Castello Pallotta

Sistema perforazione

rotazione

Diametro 100

quota -

profondità mt.	stratigrafia	campioni	prof. campione	descrizione terreno	Cu (kg/cmq.)	pocket penetrometer qu - kg/cmq.																
						0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1				fondazione perimetrale costituita da blocchi calcarei e arenacei																		
2				ghiaia e ciottoli in matrice limo-sabbiosa																		
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8					argille limose nocciola chiaro																	
9				ghiaia																		
10				argille limose marroni																		
11				Sabbie e limi ocracei																		
12				Argille grigio scuro/nere bituminose																		
13				argille grigie																		
14				comparsa di inclusi arrotondati gessarenitici																		
15				Argilla marnosa grigia con sottili livelli gessarenitici (gessoso solfifera)																		
16				fine foro																		
17																						
18																						
19																						

depositi fluvio-lacustri

form. gessoso-solfifera

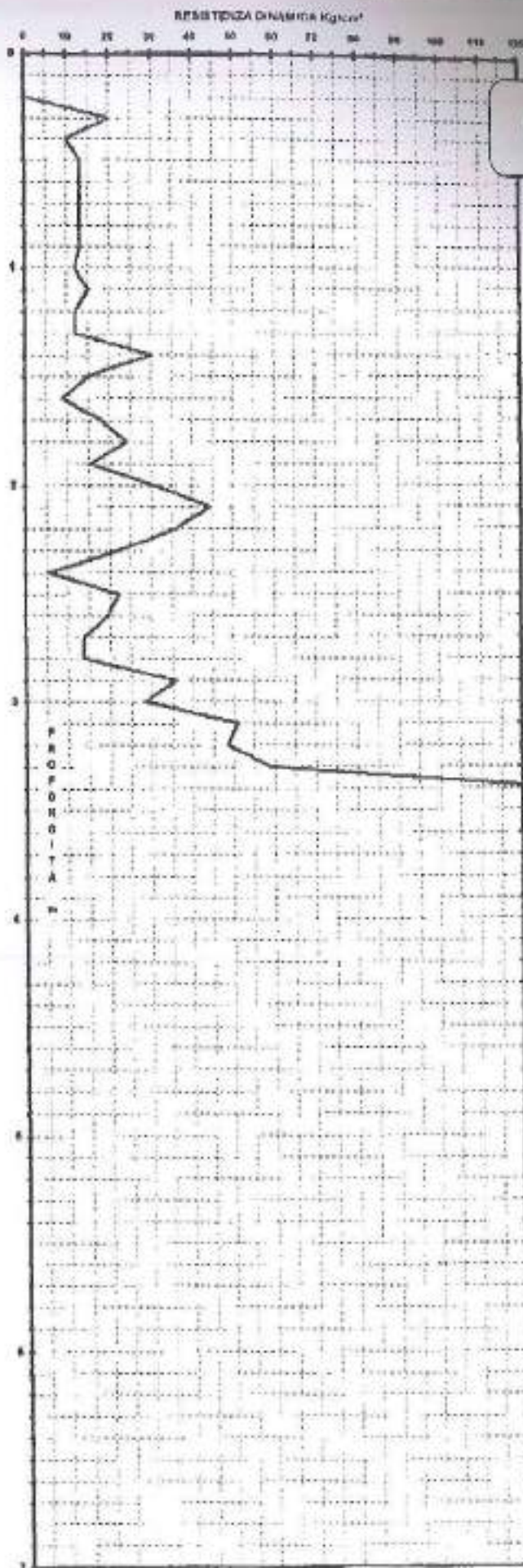
INFILTRAZIONI IDRICHE

FALDA

NOTE

P1

Profondità	K	RDP	Cu	E
0,1	10			
0,2	0			
0,3	6	20,0	1,0	40
0,4	3	10,0	0,5	20
0,5	4	13,4	0,6	27
0,6	4	13,4	0,6	27
0,7	4	13,4	0,6	27
0,8	4	13,4	0,6	27
0,9	4	13,4	0,6	27
1,0	4	12,1	0,6	24
1,1	5	15,2	0,7	30
1,2	4	12,1	0,6	24
1,3	4	12,1	0,6	24
1,4	10	30,3	1,4	61
1,5	5	15,2	0,7	30
1,6	3	9,1	0,4	18
1,7	6	16,2	0,8	36
1,8	8	24,2	1,2	48
1,9	6	15,2	0,7	30
2,0	11	30,5	1,5	61
2,1	16	44,4	2,1	89
2,2	13	36,0	1,7	72
2,3	8	22,2	1,1	44
2,4	2	5,5	0,3	11
2,5	8	22,2	1,1	44
2,6	7	19,4	0,9	39
2,7	5	13,9	0,7	28
2,8	5	13,9	0,7	28
2,9	13	36,0	1,7	72
3,0	11	29,1	1,3	56
3,1	20	51,1	2,4	102
3,2	19	48,6	2,3	97
3,3	23	58,8		118
3,4	50	127,8		256
3,5	50	127,8		256
3,6				
3,7				
3,8				
3,9				
4,0				
4,1				
4,2				
4,3				
4,4				
4,5				
4,6				
4,7				
4,8				
4,9				
5,0				
5,1				
5,2				
5,3				
5,4				
5,5				
5,6				
5,7				
5,8				
5,9				
6,0				
6,1				
6,2				
6,3				
6,4				
6,5				
6,6				
6,7				
6,8				
6,9				
7,0				



n° 1

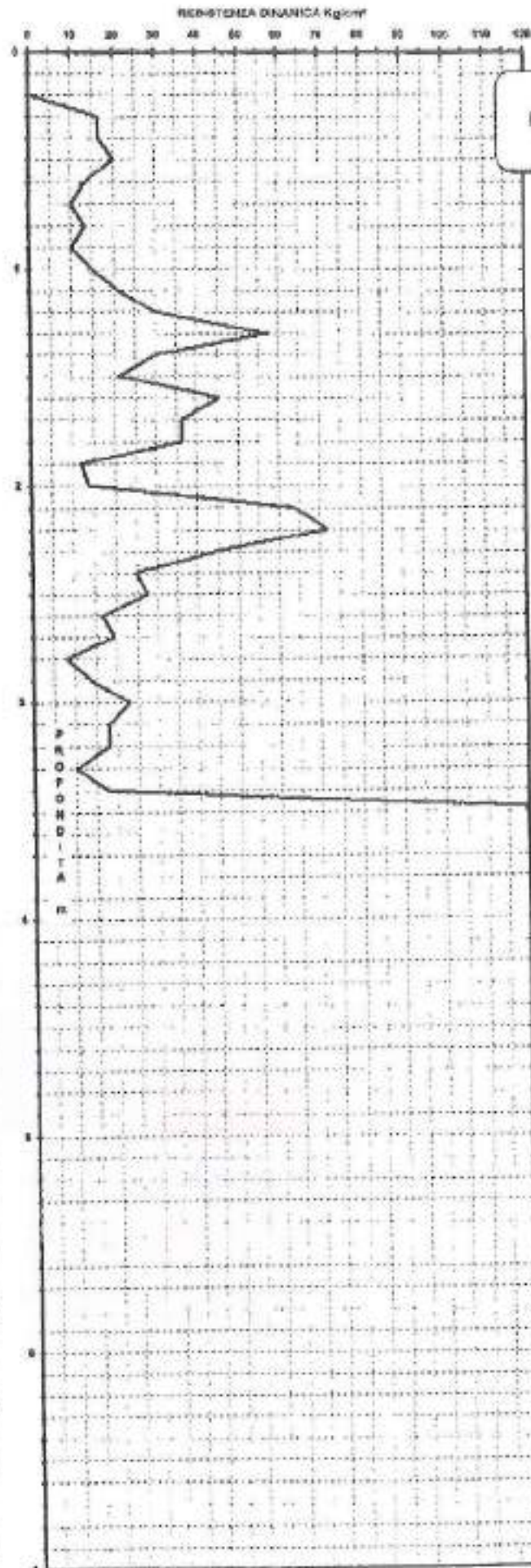
valori di resistenza in Kg/cm²

parametri di correlazione: Cu = 21; E = 2.

LOCALITA': CALDAROLA
 VIA PALLOTTA
 COMMITTENTE: GEOL. TOMBOLINI FABRIZIO

Prova penetrometrica dinamica

Profondità	N	RDP	Cu	E
0,1	0			
0,2	0			
0,3	5	16,7	0,8	33
0,4	5	16,7	0,8	33
0,5	8	20,0	1,0	40
0,6	4	13,4	0,6	27
0,7	3	10,0	0,5	20
0,8	4	13,4	0,6	27
0,9	3	10,0	0,5	20
1,0	5	15,2	0,7	30
1,1	7	21,2	1,0	42
1,2	10	30,3	1,4	61
1,3	18	57,6	2,7	115
1,4	10	30,3	1,4	61
1,5	7	21,2	1,0	42
1,6	15	45,5	2,2	91
1,7	12	36,4	1,7	73
1,8	12	36,4	1,7	73
1,9	4	12,1	0,6	24
2,0	5	13,9	0,7	28
2,1	23	63,8		128
2,2	26	72,1		144
2,3	16	44,4	2,1	99
2,4	9	25,0	1,2	50
2,5	10	27,7	1,3	55
2,6	6	16,6	0,8	33
2,7	7	19,4	0,9	39
2,8	3	9,5	0,4	17
2,9	5	13,9	0,7	28
3,0	9	23,0	1,1	46
3,1	7	17,8	0,9	36
3,2	7	17,8	0,9	36
3,3	4	10,2	0,5	20
3,4	7	17,8	0,9	36
3,5	55	140,6		281
3,6				
3,7				
3,8				
3,9				
4,0				
4,1				
4,2				
4,3				
4,4				
4,5				
4,6				
4,7				
4,8				
4,9				
5,0				
5,1				
5,2				
5,3				
5,4				
5,5				
5,6				
5,7				
5,8				
5,9				
6,0				
6,1				
6,2				
6,3				
6,4				
6,5				
6,6				
6,7				
6,8				
6,9				
7,0				



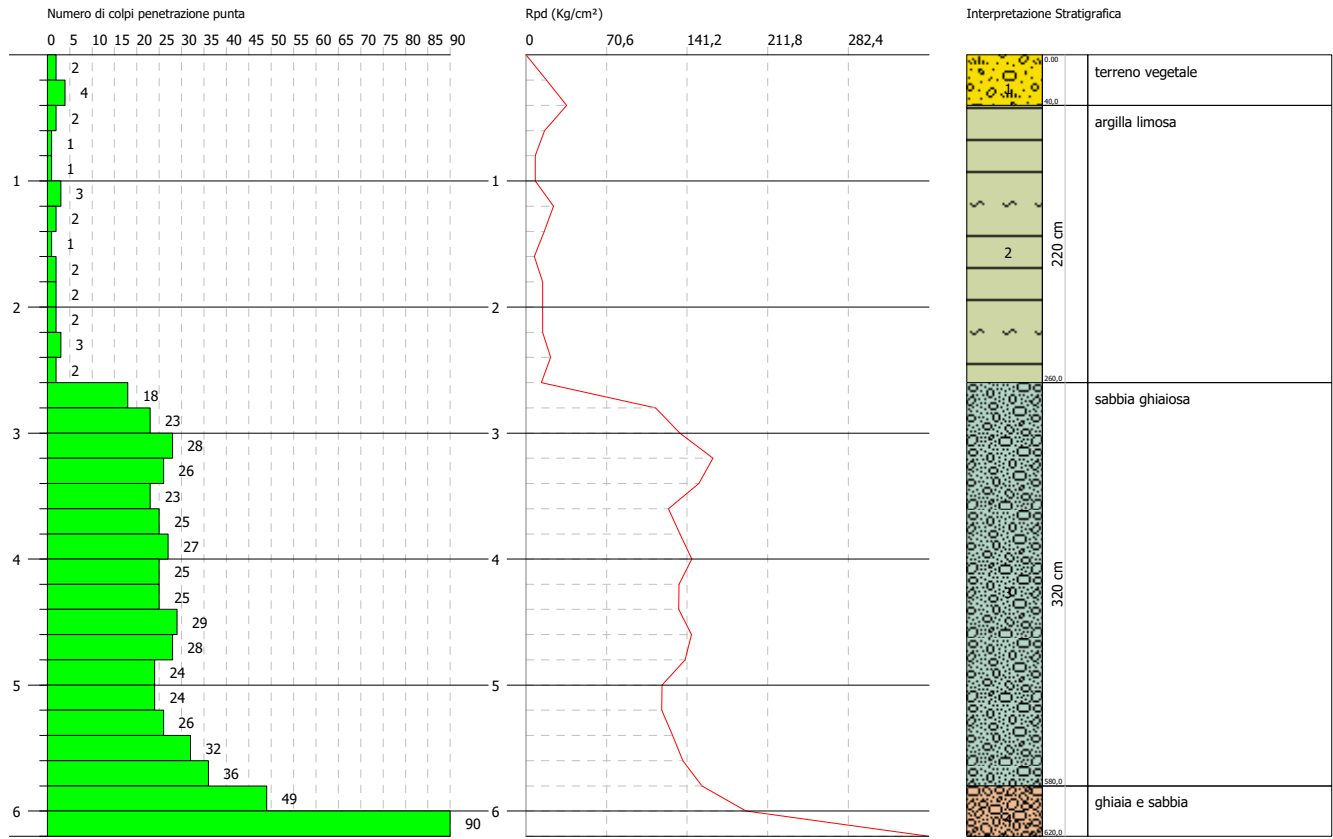
P2

n° 2

Committente: Sig. Gregori
 Descrizione: DPSH - Via Pian d'Assalto
 Località: Caldarola (MC)

Data: 18/01/2018

Scala 1:60



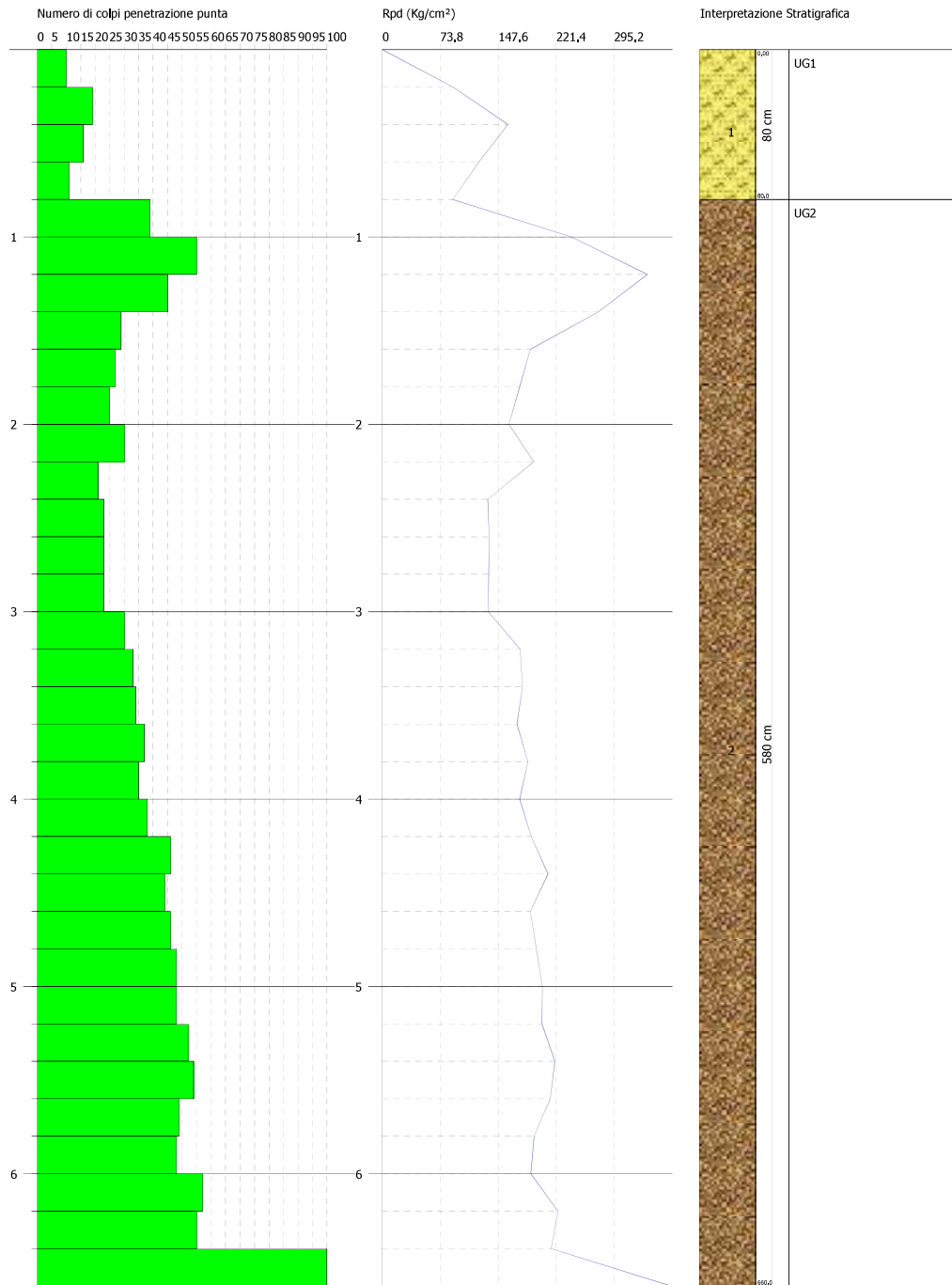
2.2 INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA PROVA DPSH1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:
 Descrizione:
 Località: Caldarola - Via Piandassalto 11

Data: 20/09/2018

Scala 1:32



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

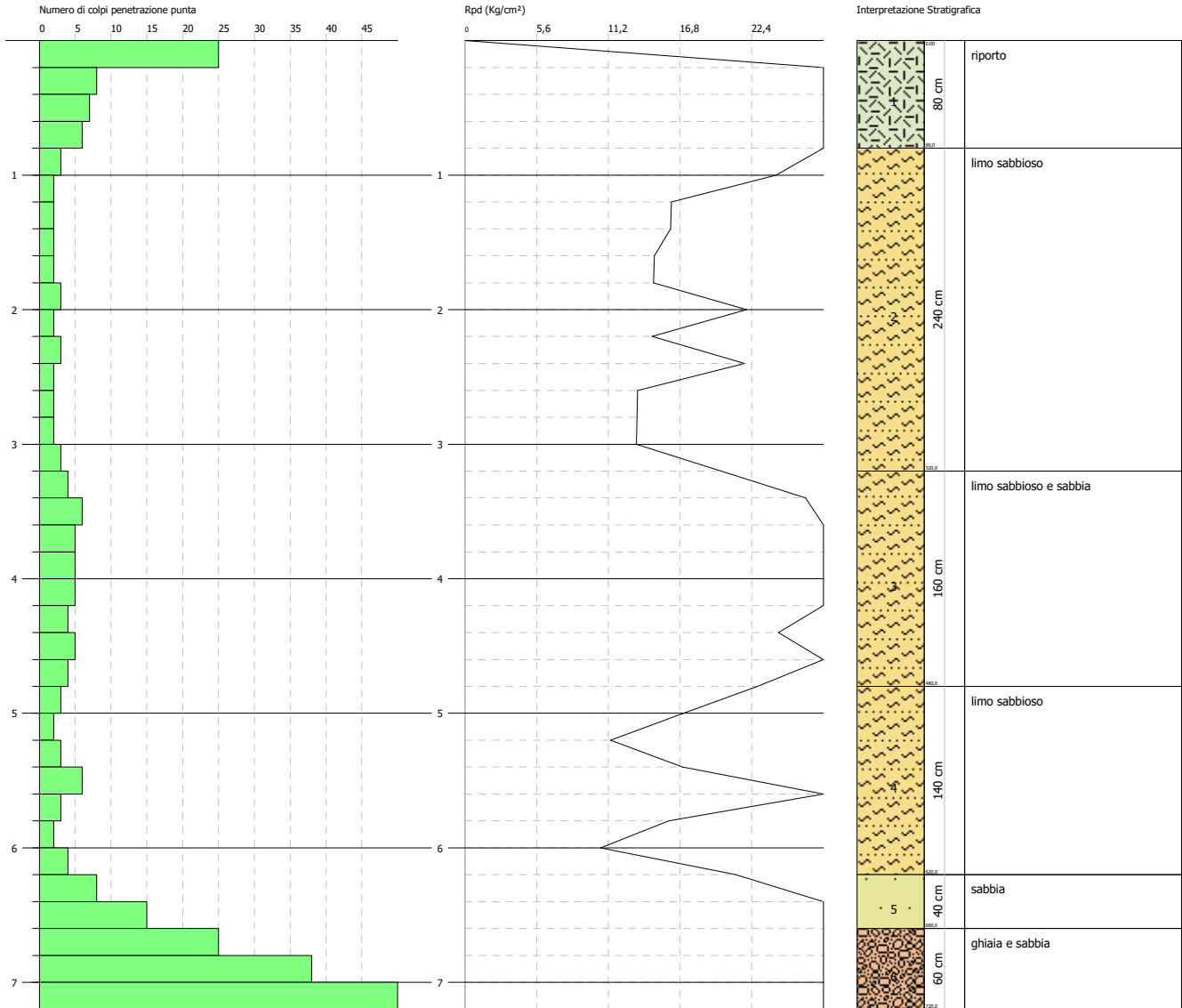
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

P5

Committente: sig. Matteo Vada
 Cantiere: via Conce
 Località: Caldarola [MC]

Data: 24/05/2018

Scala 1:50



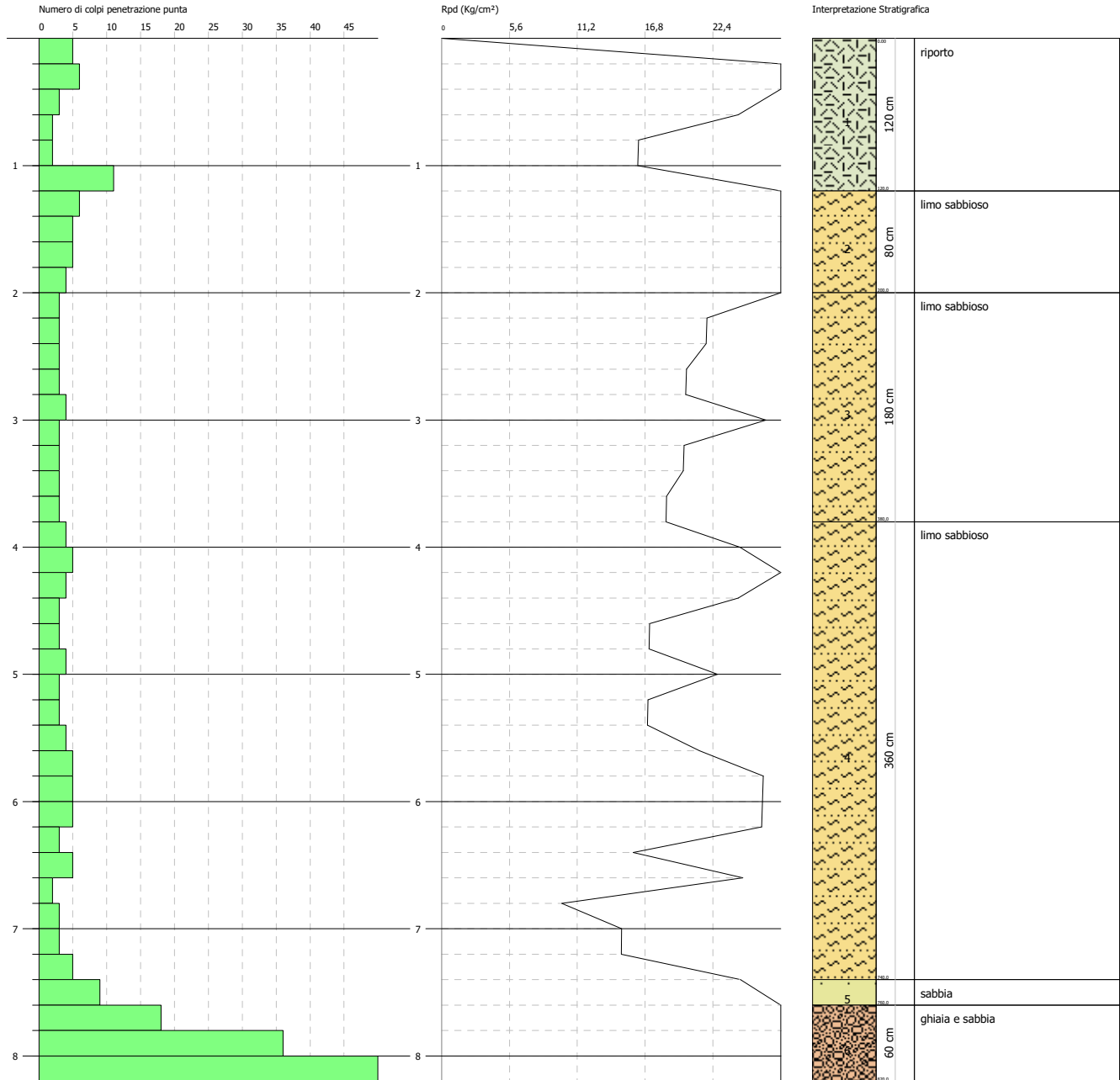
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

P6

Committente: sig. Matteo Vada
 Cantiere: via Conce
 Località: Caldarola [MC]

Data: 24/05/2018

Scala 1:50



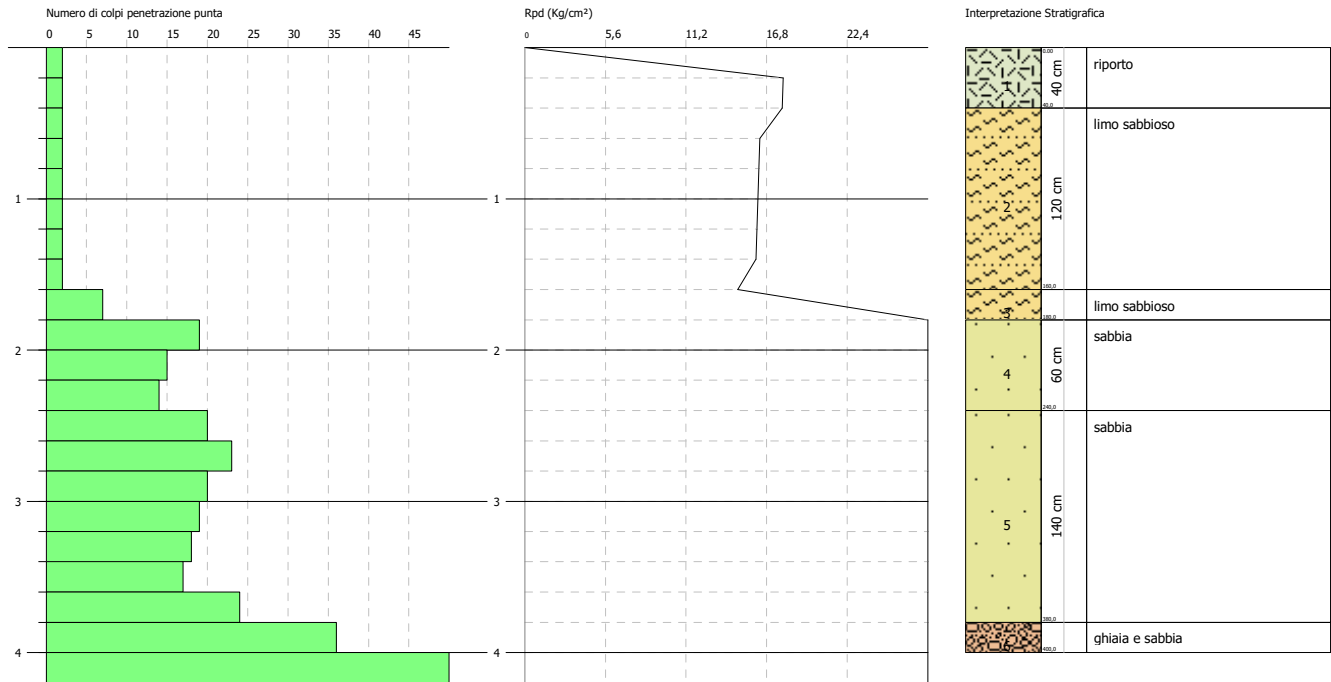
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P.3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

P7

Committente: sig. Matteo Vada
 Cantiere: via Conce
 Località: Caldarola [MC]

Data: 24/05/2018

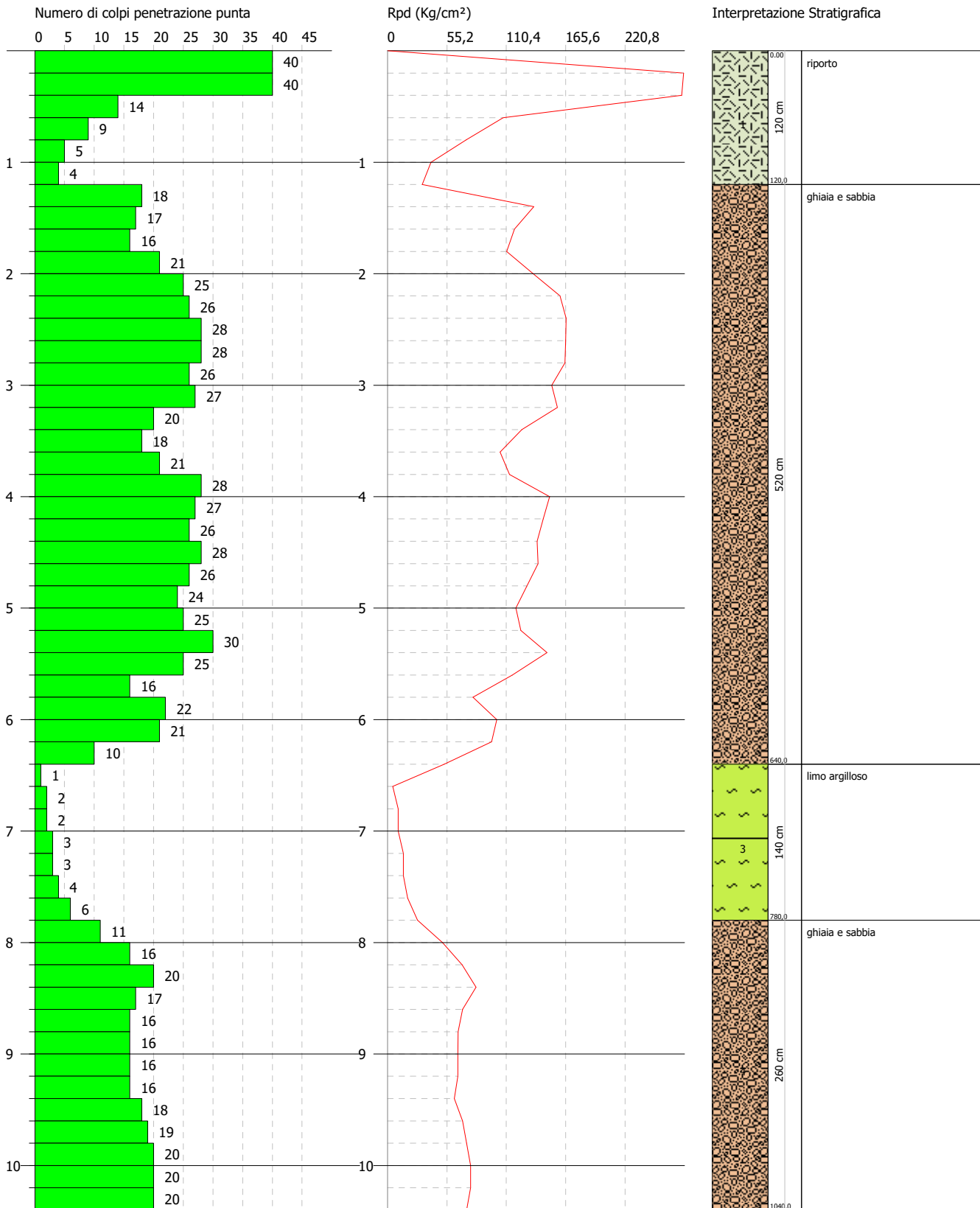
Scala 1:50



Committente: ERAP
Descrizione: DPSH
Località: Via Durante n°1 - Caldarola (MC)

Data: 14/02/2018

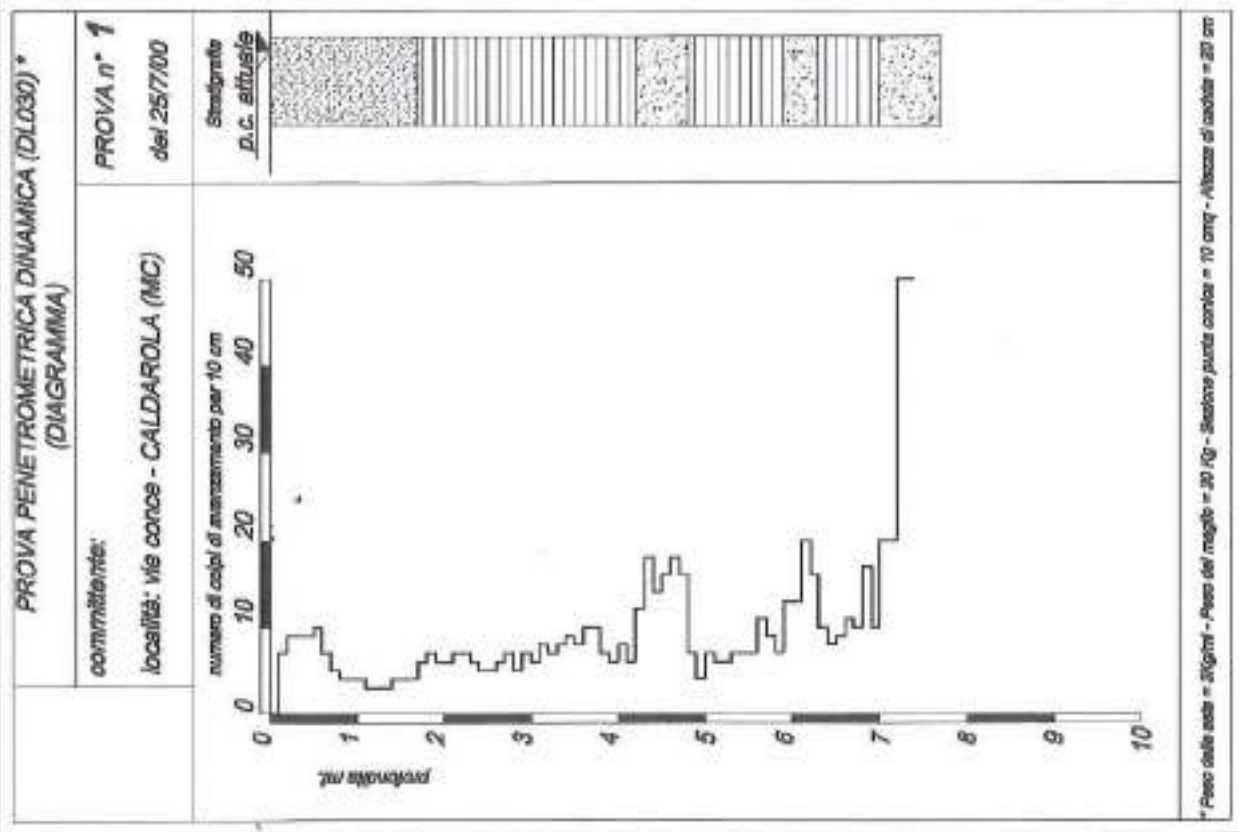
Scala 1:50



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DL030) *
(CORRELAZIONI GEOTECNICHE)

Indice geologico	n medio	n corretto	Peso dell'aria γ_a (g/cm ³)	Procedura	Velocità V_{10} (m/s)	Carica Q_{10} (kN)	Carica q_{10} (kg/cm ²)	Tempo t_{10} (ms)	Press. consolid. p_c (kg/cm ²)	Modulo E_{10} (kg/cm ²)	Modulo E_{10} (kg/cm ²)	Angolo ϕ (gradi)	Angolo ϕ (gradi)	Angolo ϕ (gradi)
LA	6	5	1,8	0,92	37	20	1,0	1,11	96	64				
LS	6	6	1,90	3,26	36	24,0	1,2	1,11	115	77				
GS	37	37	2,0	5,05	53	297,0	4,8	6,12	**	237	42	31		
LS	6	6	1,9	6,03	20	24,0	1,2	0,94	115	77				
GS	15	15	2,0	6,97	29	120,0	2,0	2,24	576	96	37	25		
LS	10	10	1,90	7,61	23	40,0	2,0	1,44	192	126				
GS	45	45	2,00	6,24	47	360,0	6,0	6,28	**	288	44	34		

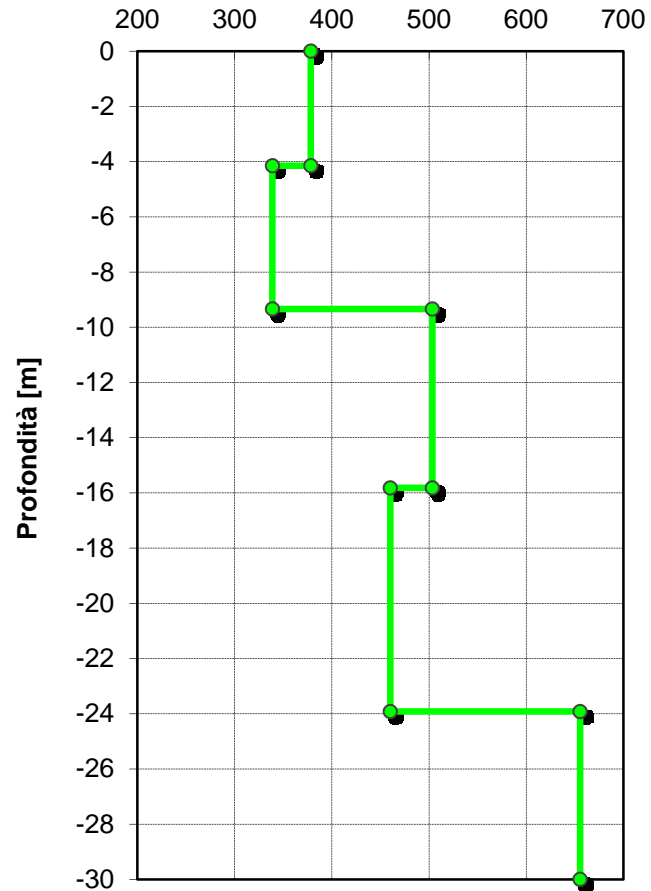
* LEGENDA: Anagilla; L'imbocco; Smaibale; Grighiale



VIA PIANDASSALTO – CALDAROLA (MC)
 Profilo di velocità – Onde Vs

MW1

Velocità onde di taglio Vs [m/s]



Modello Profilo Vs a 5 strati

Strato	Profondità	Vs
1	-4.15	378.46
2	-9.34	338.95
3	-15.82	503.48
4	-23.92	460.19
5	-30	655.5

Vs₃₀ CALCOLATO

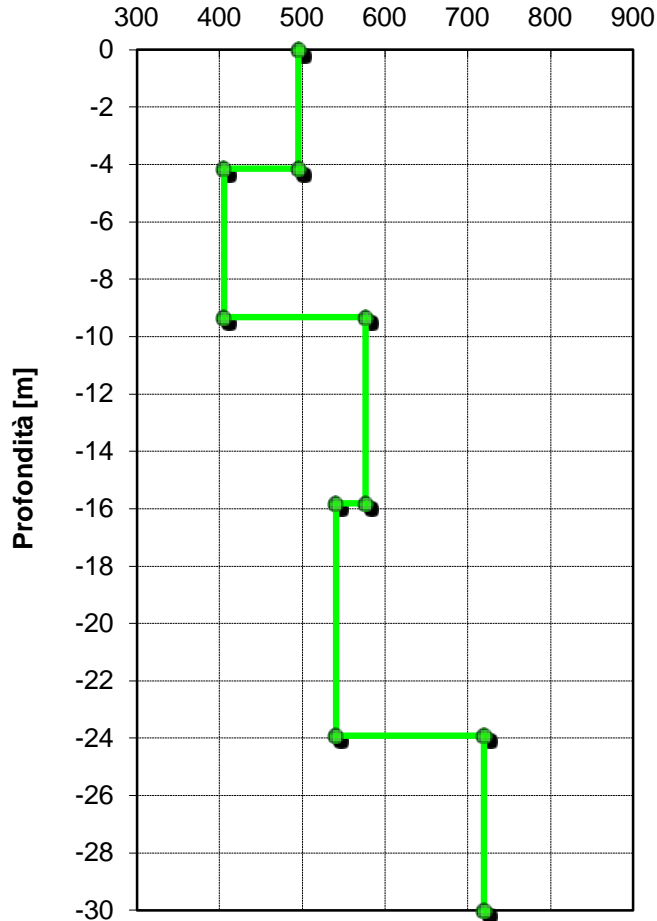
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

454 m/sec
 (media pesata sugli spessori fino a 30 m)



Committente:	Condominio via Piandassalto	
Progetto:	Indagine sismica MASW	
Sito:	Caldarola (MC)	
Data:	Novembre 2017	Figura:
Relazione:	46/17	3

Velocità onde di taglio Vs [m/s]



Modello Profilo Vs a 5 strati

Strato	Profondità	Vs
1	-4.15	495.24
2	-9.33	405.3
3	-15.81	576.67
4	-23.91	540.69
5	-30	719.56

V_{s30} CALCOLATO

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

537 m/sec

(media pesata sugli spessori fino a 30 m)



6 – ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH E ONDE DI LOVE

Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione effettuata, consistenti negli Spettri di Velocità ottenuti dai datasets acquisiti e la curva modale relativa al modello estrapolato ad essi sovrapposto. In Fig. 15 si riporta il risultato relativo alle Onde di Rayleigh, in Fig. 16 si riporta il risultato relativo alle Onde di Love. La Fig. 17 mostra il fitting fra la curva HVSR osservata in campagna con la curva modellizzata, la Fig. 18 mostra un modello sismostratigrafico ritenuto plausibile per il sito in oggetto anche sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche dell'area forniteci dal tecnico incaricato.

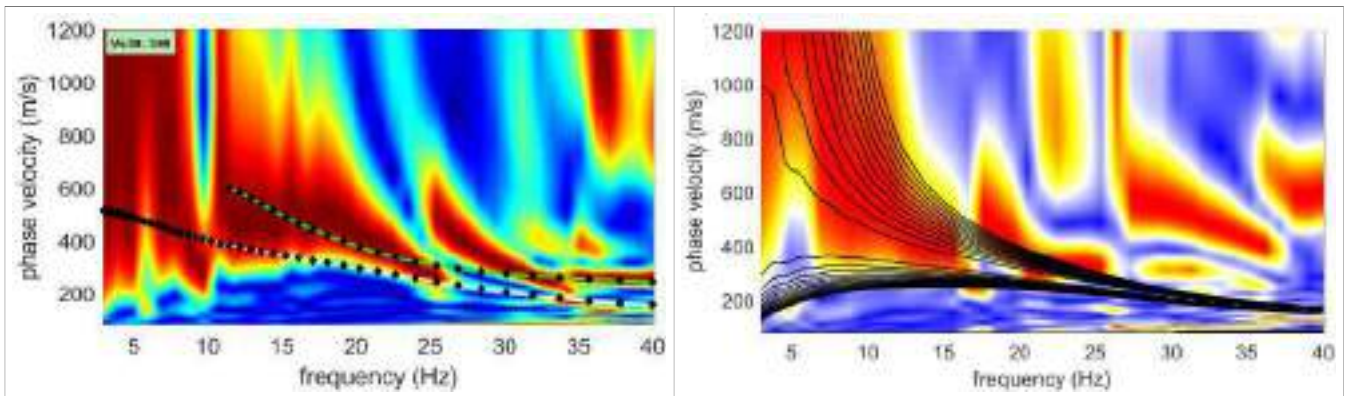


Fig. 15: Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Rayleigh.

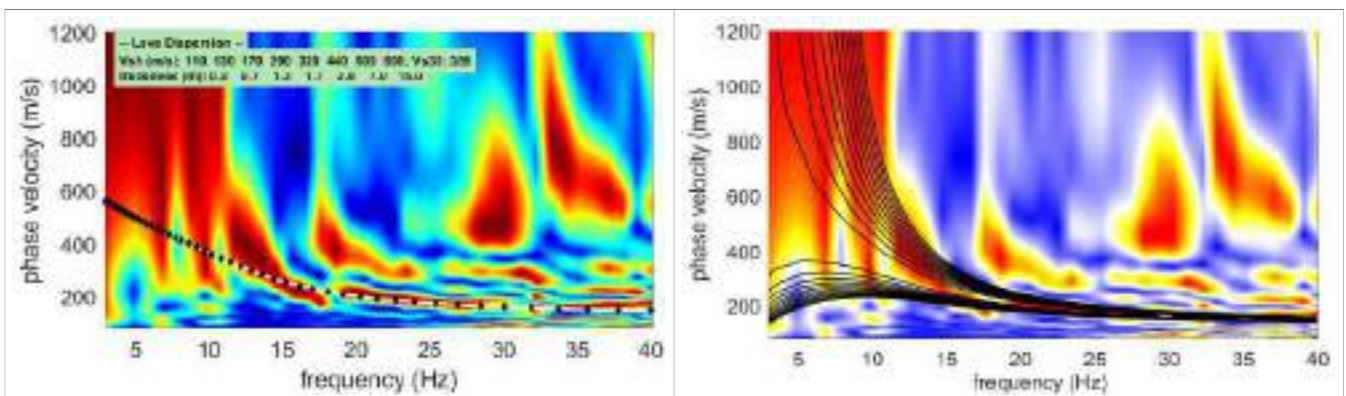


Fig. 16: Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Love.

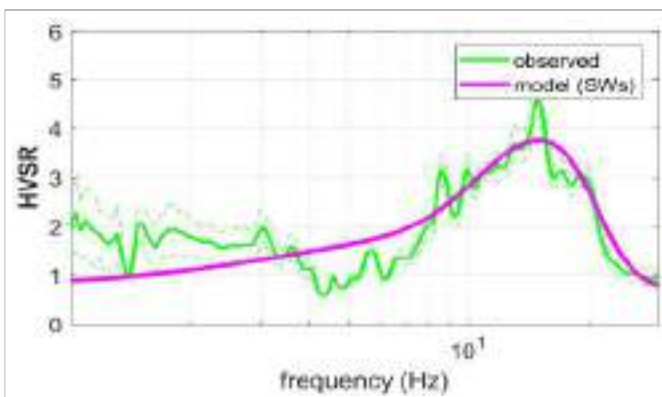


Fig. 17: Fitting curva HVSR

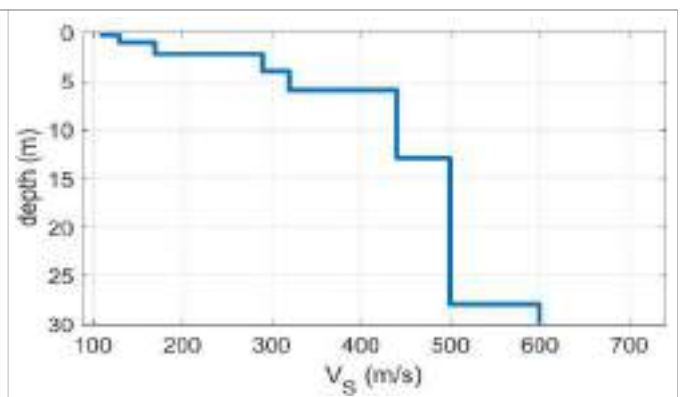


Fig. 18: Profilo verticale V_s ipotizzato.



5 – ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH ONDE DI LOVE E HVSR

Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione effettuata, consistenti negli Spettri di Velocità ottenuti dai datasets acquisiti e la curva modale relativa al modello estrapolato ad essi sovrapposto. In Fig. 9 si riporta il risultato relativo alle Onde di Rayleigh, in Fig. 10 si riporta il risultato relativo alle Onde di Love. La Fig. 11 mostra il fitting fra la curva HVSR osservata in campagna con la curva modellizzata, la Fig. 12 mostra un modello sismostratigrafico ritenuto plausibile per il sito in oggetto anche sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche dell'area forniteci dal tecnico incaricato.

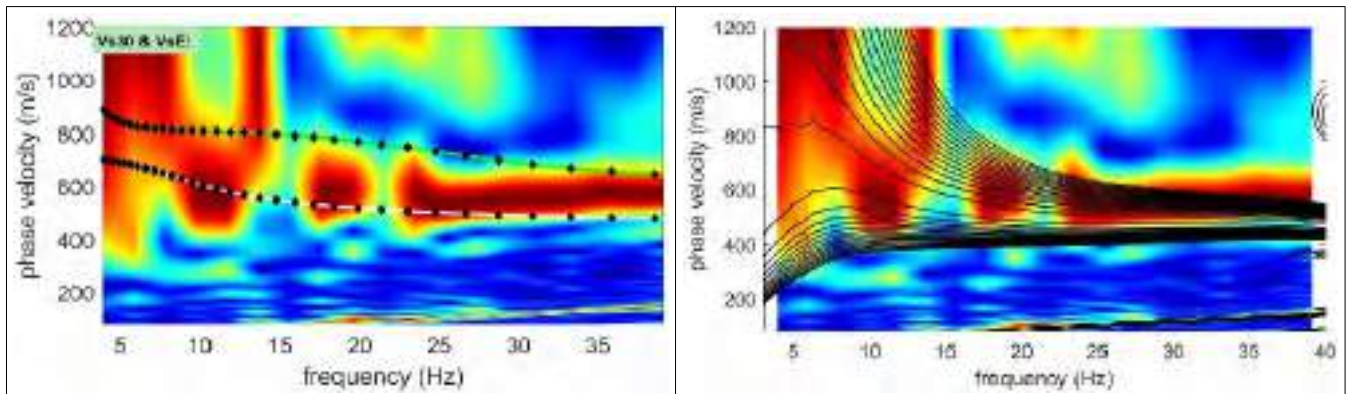


Fig. 9: Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Rayleigh.

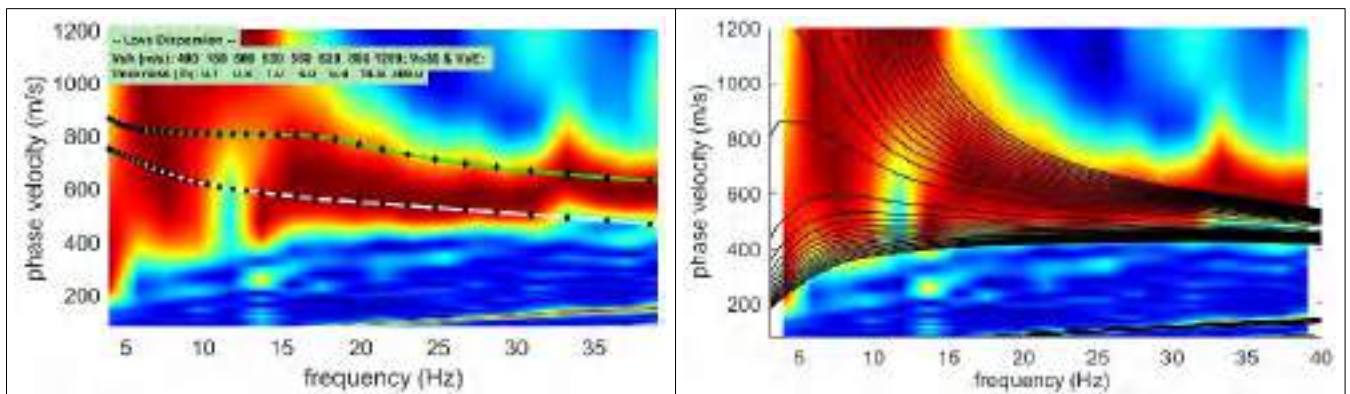


Fig. 10: Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Love.

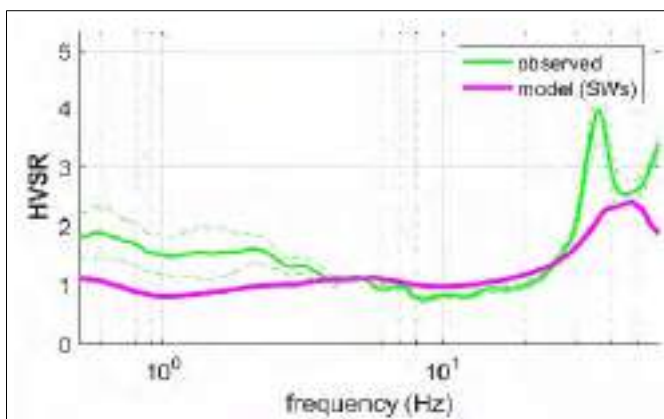


Fig. 11: Fitting curva HVSR

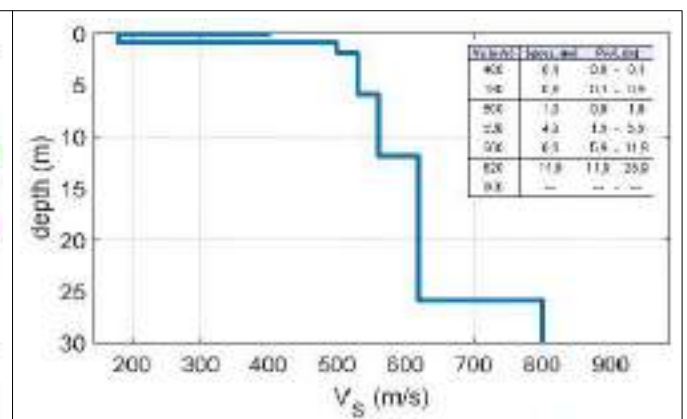


Fig. 12: Profilo verticale V_s ipotizzato.³

³ - Il sismogramma deve essere considerato come una stima, a cui va applicata una certa tolleranza [di base almeno un 10-15%]. Tale tolleranza tende ad aumentare con l'aumentare della profondità, dove la tecnica tende a perdere risoluzione; gli strati più profondi in genere devono essere presi in considerazione solo come una discretizzazione dell'aumento della velocità con la profondità.

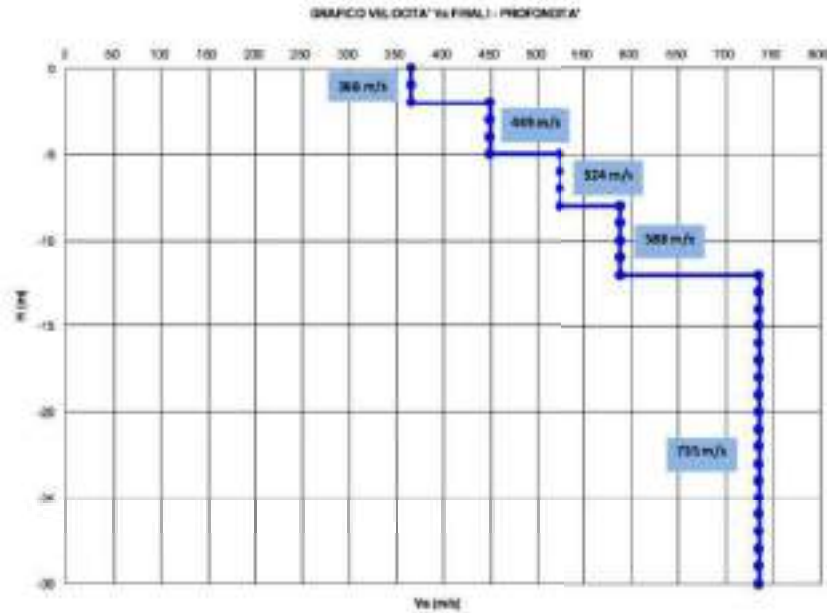


Figura 6: Grafico Velocità Vs finali

Fase 5 - Risultati finali

Piano di riferimento z=0 [m]..... 0
Vs30 [m/s]..... 610

La normativa applicata è il DM 17 Gennaio 2018

MISFIT VALUE

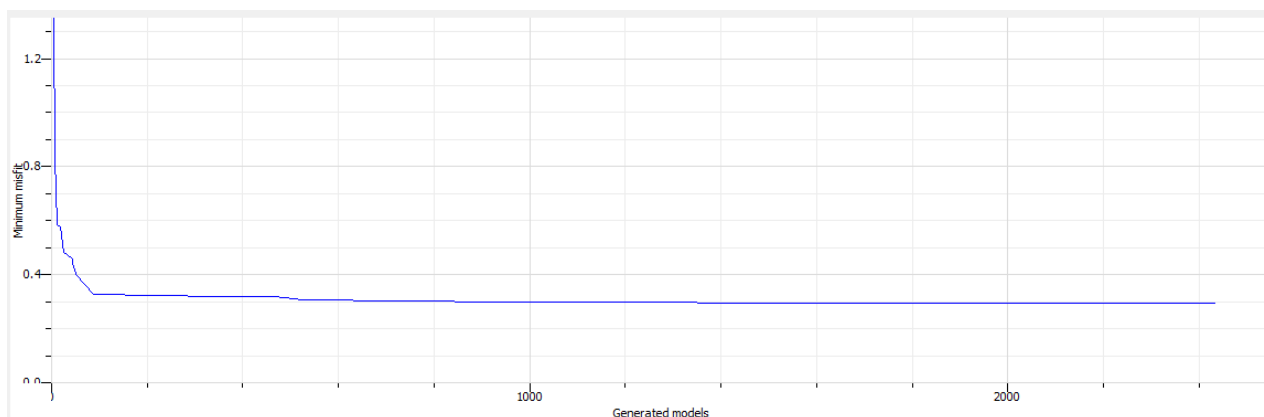
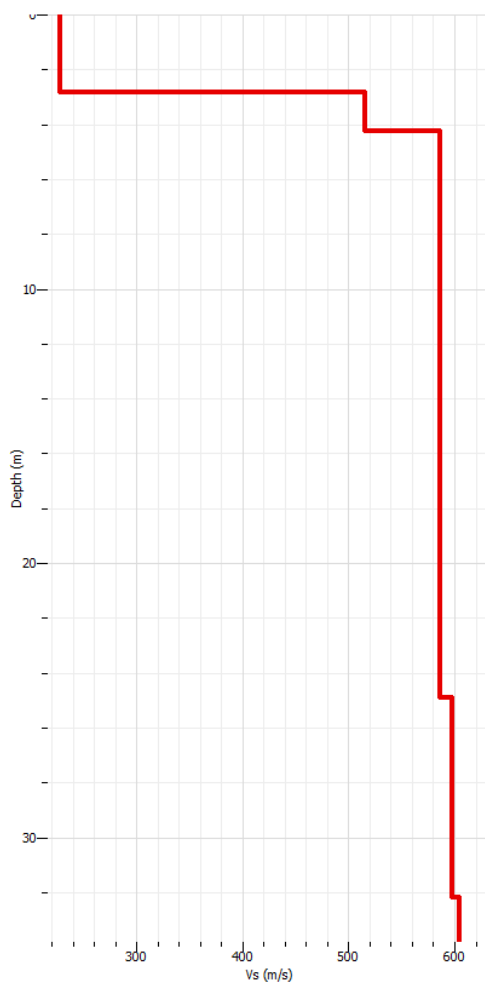


DIAGRAMMA GRAFICO VELOCITÀ/PROFONDITÀ



hi metri	Vi
2,830	225,56
1,450	514,40
20,620	585,18
5,100	597,74
30,00	
Vs	507,32

6 – ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH ONDE DI LOVE E HVSR

Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione effettuata, consistenti negli Spettri di Velocità ottenuti dai datasets acquisiti e la curva modale relativa al modello estrapolato ad essi sovrapposto. In Fig. 15 si riporta il risultato relativo alle Onde di Rayleigh. La Fig. 16 mostra il fitting fra la curva HVSR osservata in campagna con la curva modellizzata, la Fig. 17 mostra un modello sismostratigrafico ritenuto plausibile per il sito in oggetto anche sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche dell'area forniteci dal tecnico incaricato.

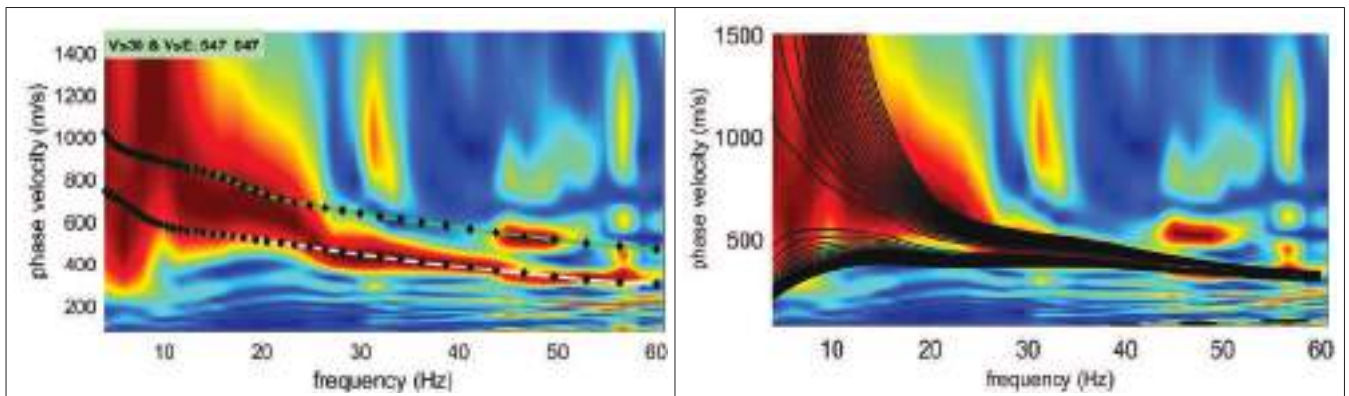


Fig. 15: Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Rayleigh.

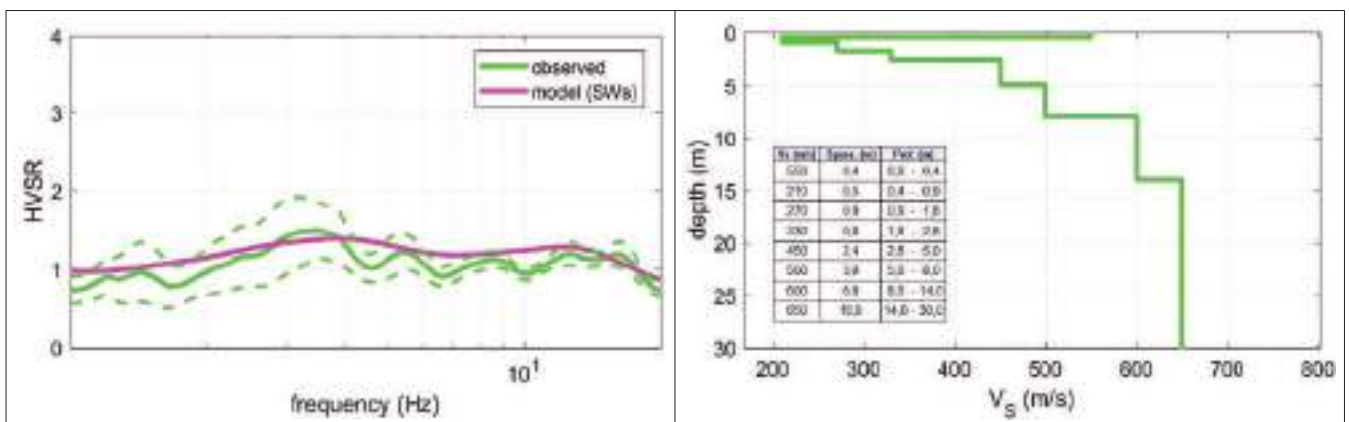


Fig. 16: Fitting curva HVSR

Fig. 17: Profilo verticale V_s ipotizzato.³

³ - Il sismogramma deve essere considerato come una stima, a cui va applicata una certa tolleranza [di base almeno un 10-15%]. Tale tolleranza tende ad aumentare con l'aumentare della profondità, dove la tecnica tende a perdere risoluzione; gli strati più profondi in genere devono essere presi in considerazione solo come una discretizzazione dell'aumento della velocità con la profondità.

6 – ANALISI CONGIUNTA ONDE DI RAYLEIGH E ONDE DI LOVE

Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione effettuata, consistenti negli Spettri di Velocità ottenuti dai datasets acquisiti e la curva modale relativa al modello estrapolato ad essi sovrapposto. In Fig. 15 si riporta il risultato relativo alle Onde di Rayleigh, in Fig. 16 si riporta il risultato relativo alle Onde di Love. La Fig. 17 mostra un modello sismostratigrafico ritenuto plausibile per il sito in oggetto anche sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche dell'area forniteci dal tecnico incaricato.

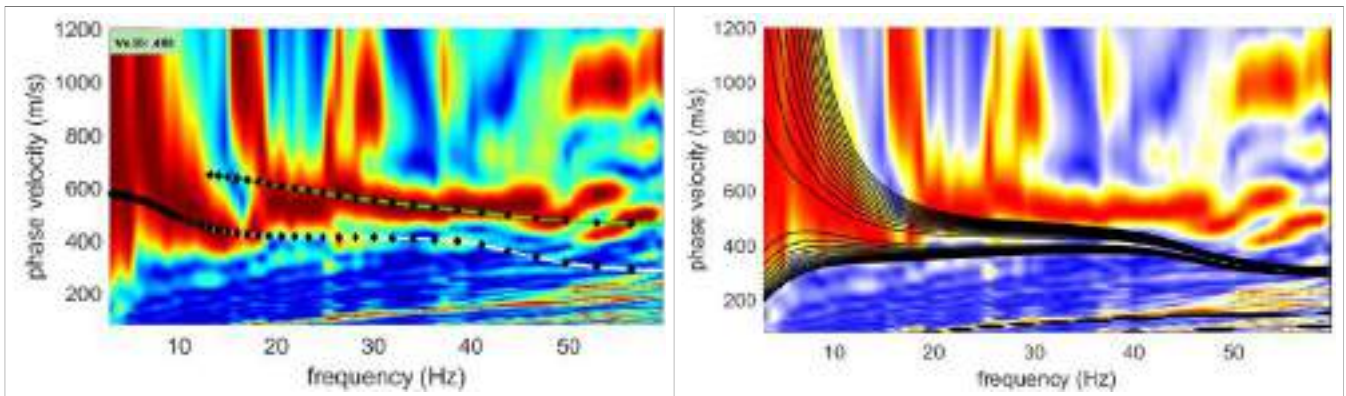


Fig. 15: Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Rayleigh.

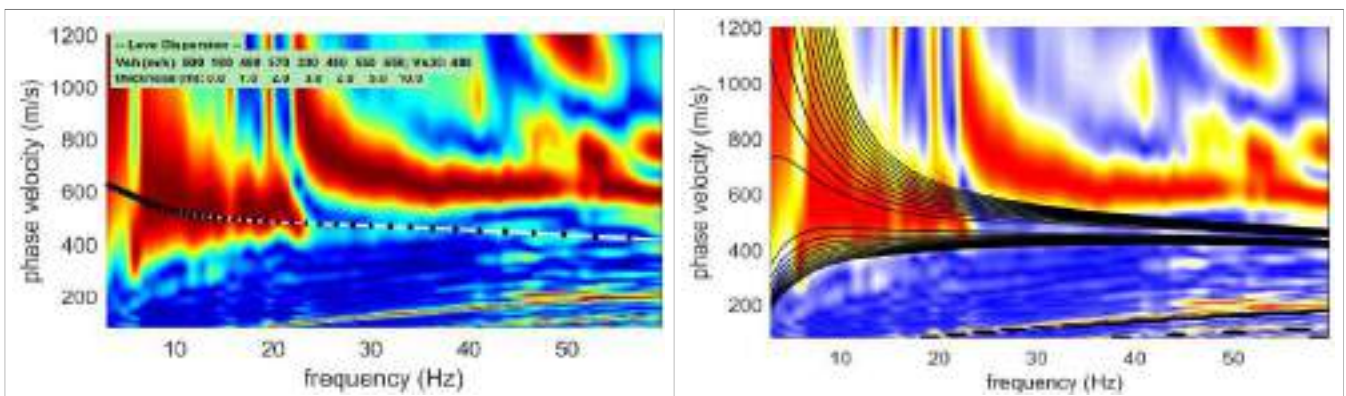


Fig. 16: Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Love.

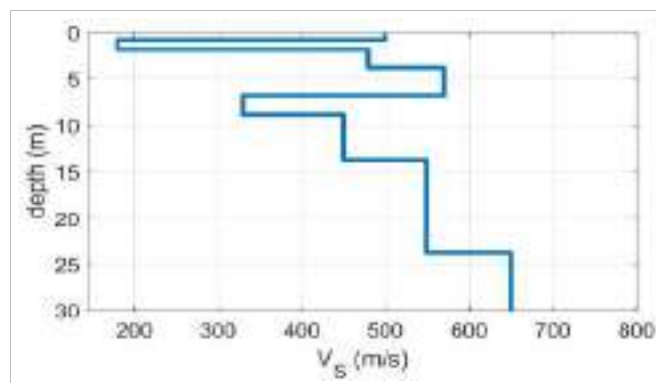


Fig. 17: Profilo verticale V_s ipotizzato.



Cerreto d'Esì il 09 febbraio 2018
 Comm.: Comune di Caldarola
 Cant.: via Mazzini 2/6 – Caldarola (MC)
 Indagine MASW - N°: 1 del: 06/02/2018

MW9

TABELLA DEL PROFILO DI VELOCITA'

N	Vs	PR	ρ	Z	H
1	300	0.40	1.9	0	2.0
2	390	0.39	1.9	2.0	4.0
3	540	0.38	2	6.0	6.6
4	400	0.37	2.1	12.6	19.8

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

$$Vs_{30} = 413 \text{ m/s}$$

MEDIA SUGLI SPESSORI FINO A 30m

DETERMINAZIONE DEL PARAMETRO Vs30

Per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del nuovo D.M.14 gennaio 2008 integrato con la circ. 02/02/09 N° 617 C.S. LL.PP (Norme Tecniche per le Costruzioni), la velocità di propagazione delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità, è calcolata con la seguente espressione.

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

Nel caso in esame considerando l'intervallo di profondità di 30 m riferito al piano campagna, si ottiene, sostituendo:

$$Vs_{30} = 413 \text{ m/sec}$$

Categoria	Descrizione
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero Nsp130 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)

* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso

FOGLIO ACQUISIZIONE MASW



MW10

Campagna	Caldarola	Data	17/09/2017
Profilo	1	Operatore	AB Geo
Strumento	PASI GEA24	Condizioni Meteo	Sereno
Sorgente	MAZZA 10 kg	Formato Dati	.sg2
Frequenza Geofoni	4,5 Hz	Spaziatura Geofoni	5 metri
Freq. Campionamento	2000 Hz	Lungh. registrazione	2000 μ s

Coordinate (WGS84)

Inizio Profilo A		Fine Profilo A'	
Latitudine	4777468.47 m N	Latitudine	4777503.11 m N
Longitudine	355609.16 m E	Longitudine	355563.86 m E
Quota	356	Quota	356

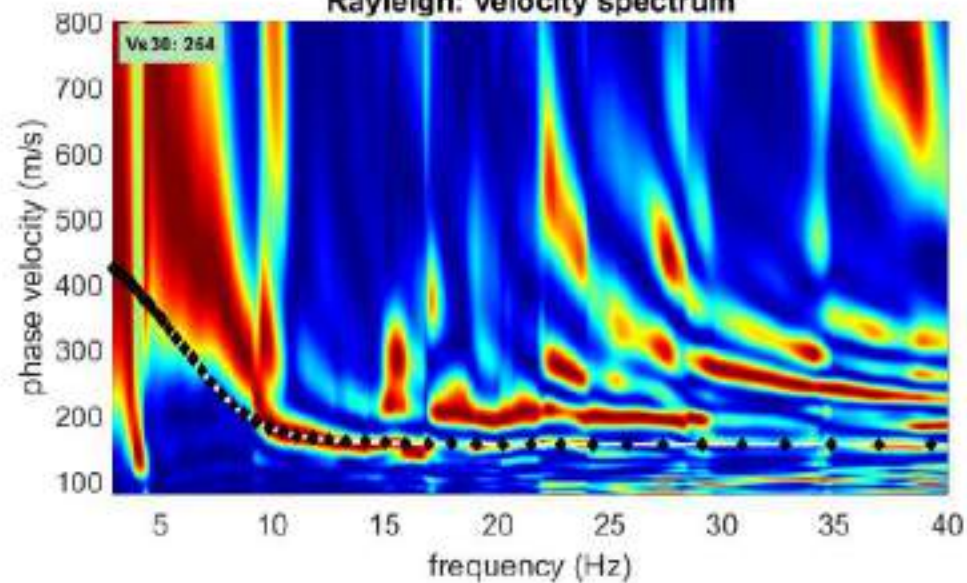


SCHEMA GEOMETRIA

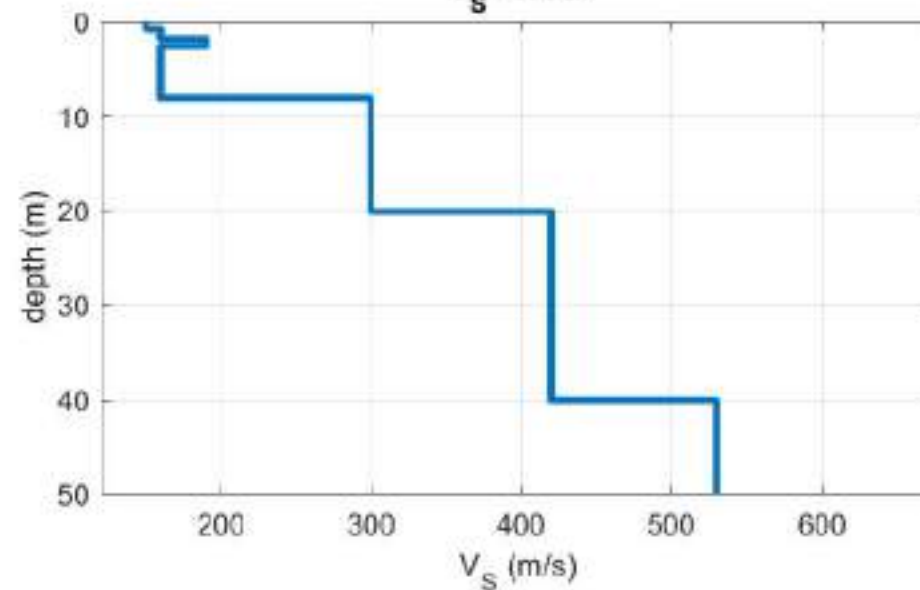
Energizzazioni	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Ricevitori n°	1		6		12		18		24

N° Energiz.	Posizione Energiz.	Nome File	Note (Rumore, ecc)
3	A	THFDX5MO5	
3	A	ZVFDX5MO7E5	
3	A	ZVFDX5MO5I	
3	A	ZVFDX5MO5	

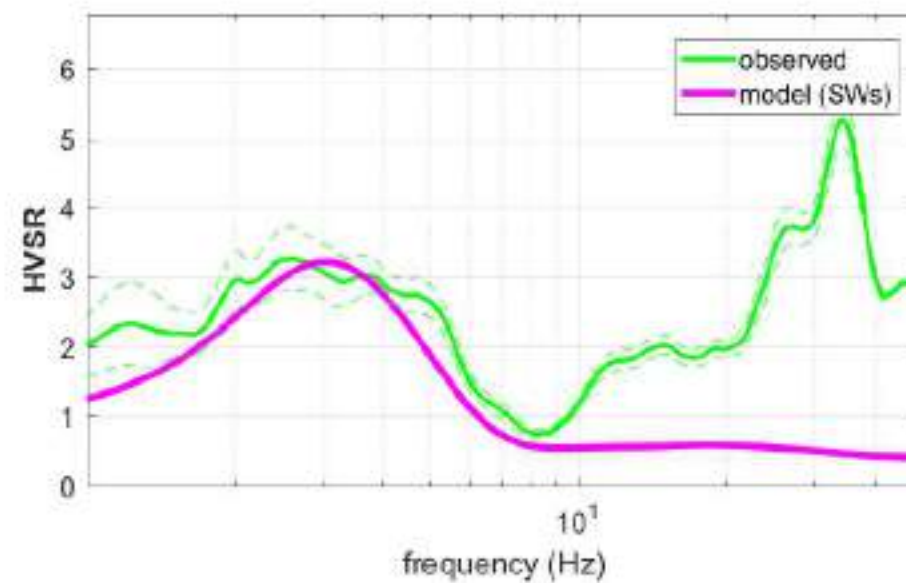
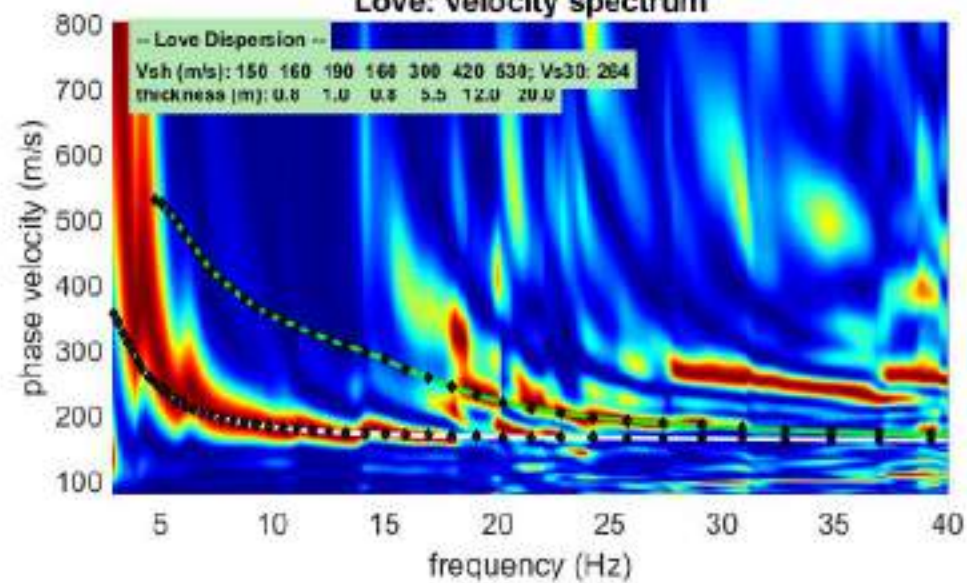
Rayleigh: velocity spectrum



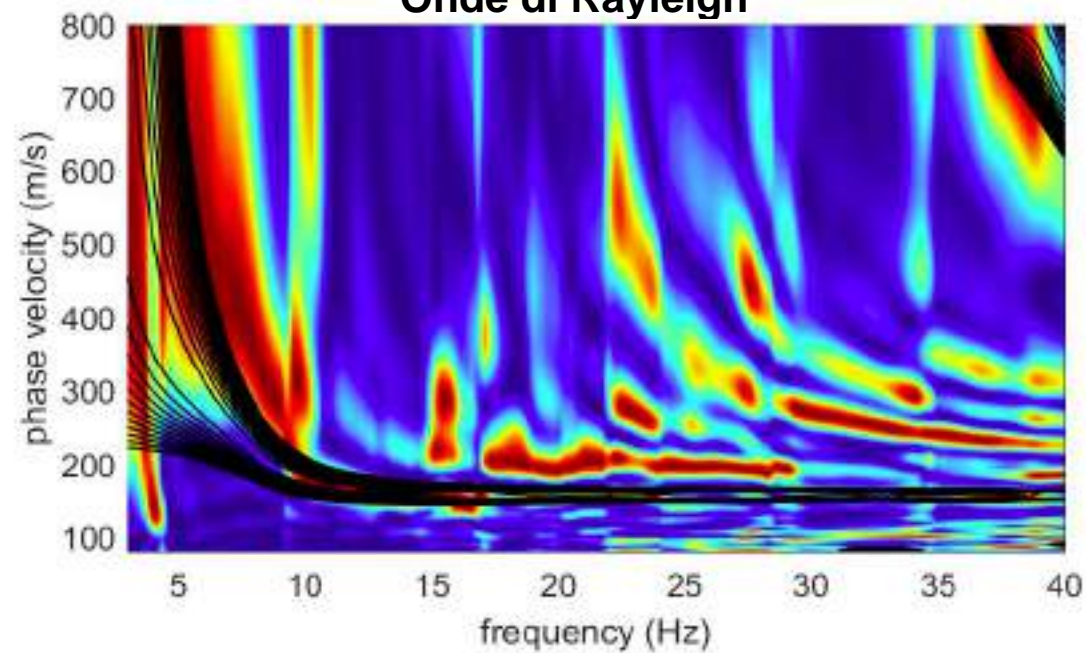
V_S model



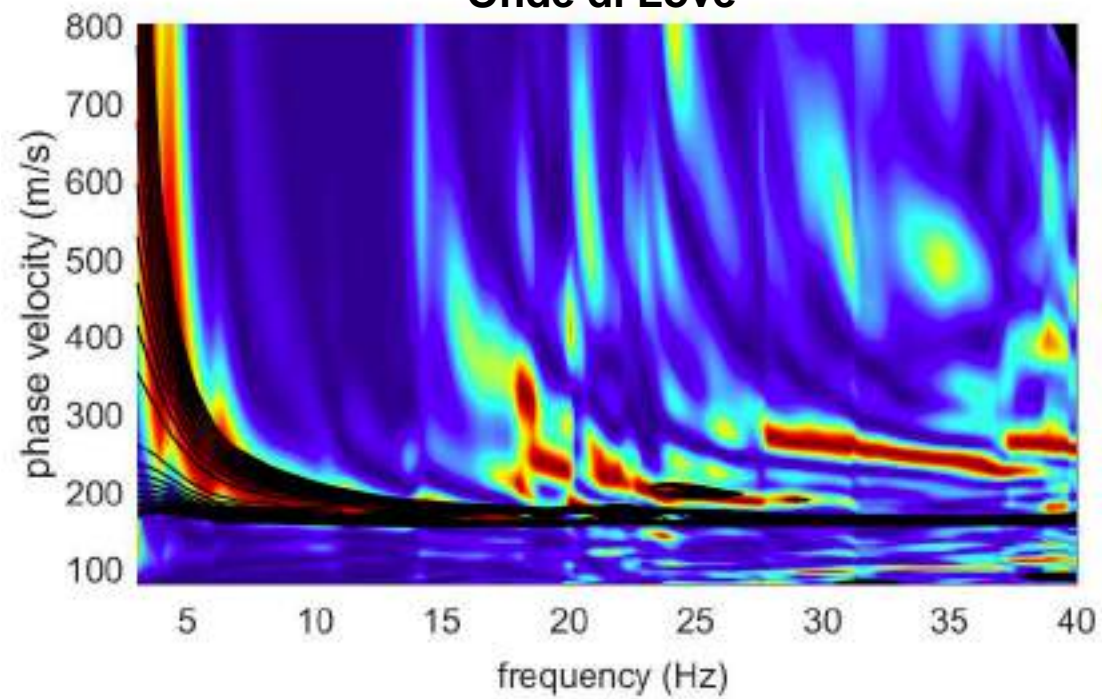
Love: velocity spectrum



Onde di Rayleigh



Onde di Love



FOGLIO ACQUISIZIONE MASW

MW11

Campagna	Caldarola	Data	13/10/2017
Profilo	2	Operatore	AB Geo
Strumento	PASI GEA24	Condizioni Meteo	Sereno
Sorgente	MAZZA 10 kg	Formato Dati	.sg2
Frequenza Geofoni	4,5 Hz	Spaziatura Geofoni	5 metri
Freq. Campionamento	2000 Hz	Lungh. registrazione	2000 μ s

Coordinate (WGS84)

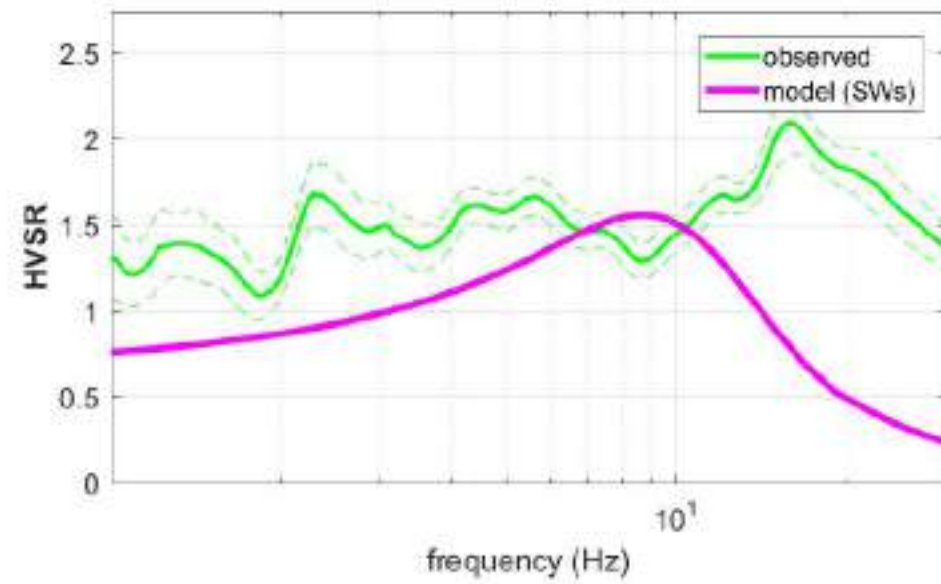
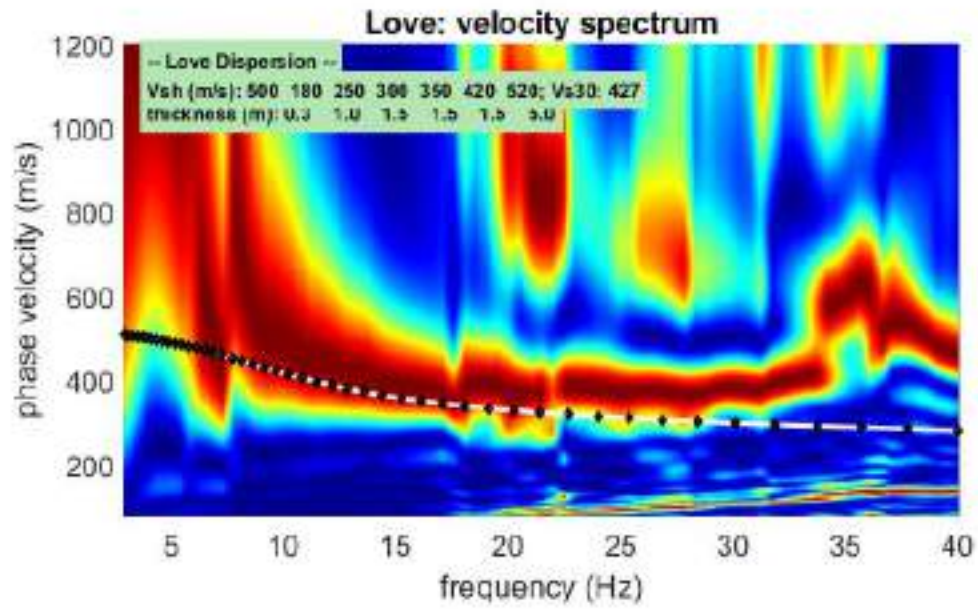
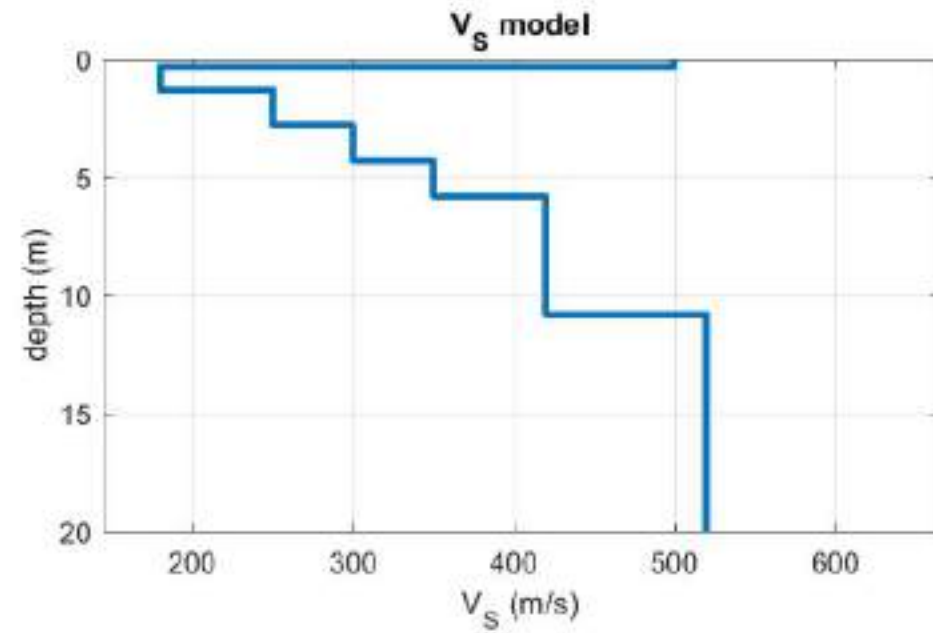
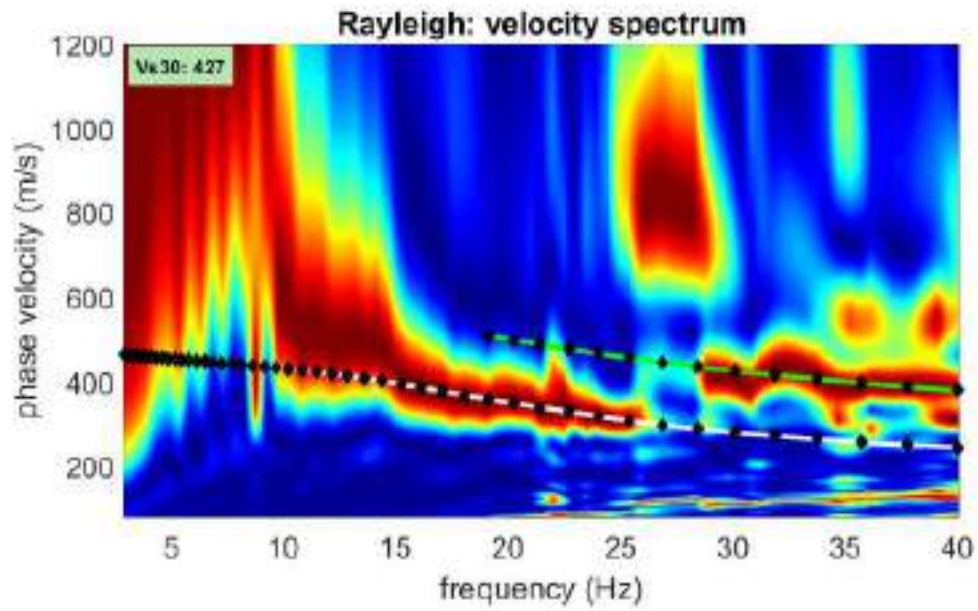
Inizio Profilo A		Fine Profilo A'	
Latitudine	4777220.37 m N	Latitudine	4777276.70 m N
Longitudine	355903.60 m E	Longitudine	355889.95 m E
Quota	328	Quota	328



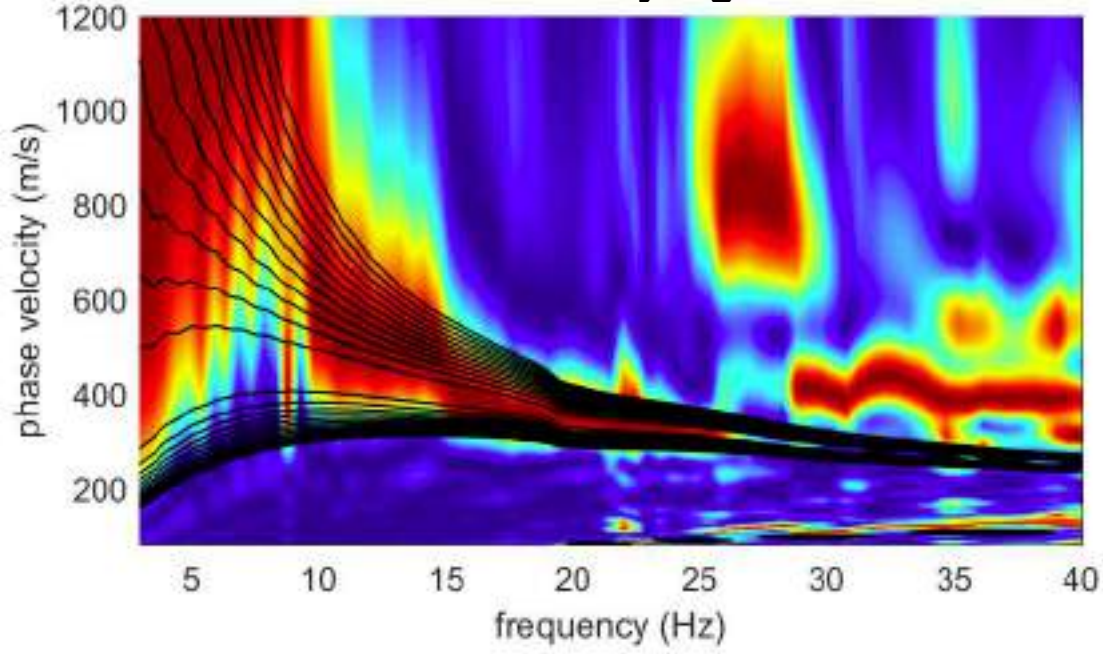
SCHEMA GEOMETRIA

Energizzazioni	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Ricevitori n°	1	6	12	18	24				

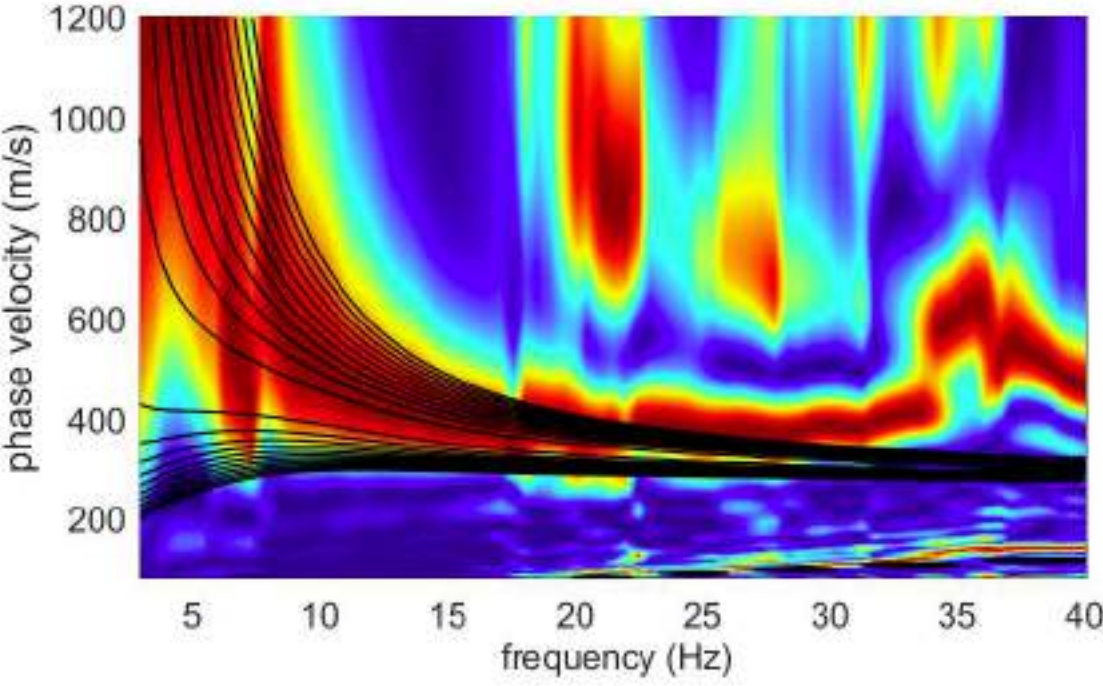
N° Energiz.	Posizione Energiz.	Nome File	Note (Rumore, ecc)
3	A	RVFDX5MO10	
3	A	THFDX5MO10	
3	A	ZVFDX5MO10	
3	A	ZVFDX5MO24	

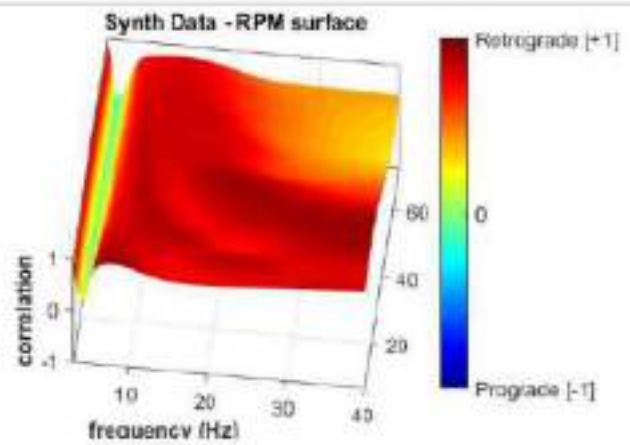
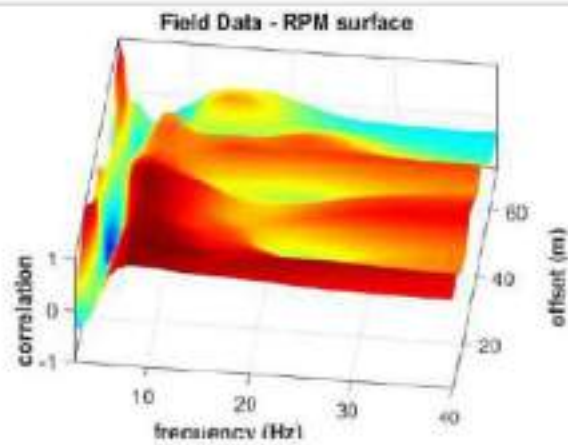
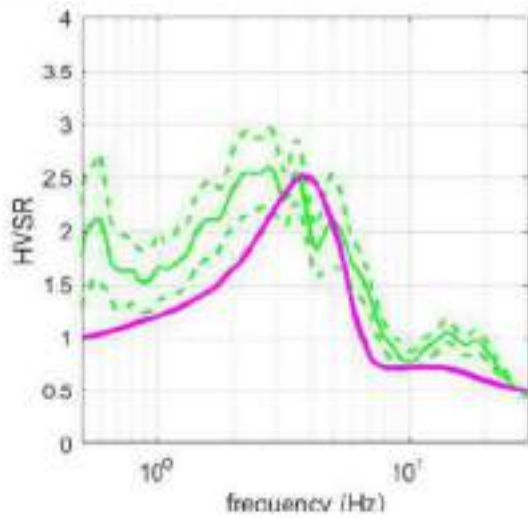


Onde di Rayleigh



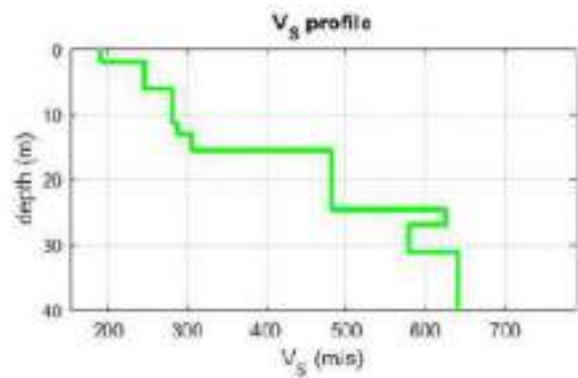
Onde di Love





Vs model (Vs30 & VsE: 342 342 m/s)

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	190	2	2
2	246	4	6
3	281	5.4000	11.4000
4	288	1.6000	13
5	305	2.5000	15.5000
6	481	9	24.5000
7	625	2.5000	27
8	578	4.1000	31.1000
9	640	17	48.1000
10	700	132	180.1000
11	800	0	0



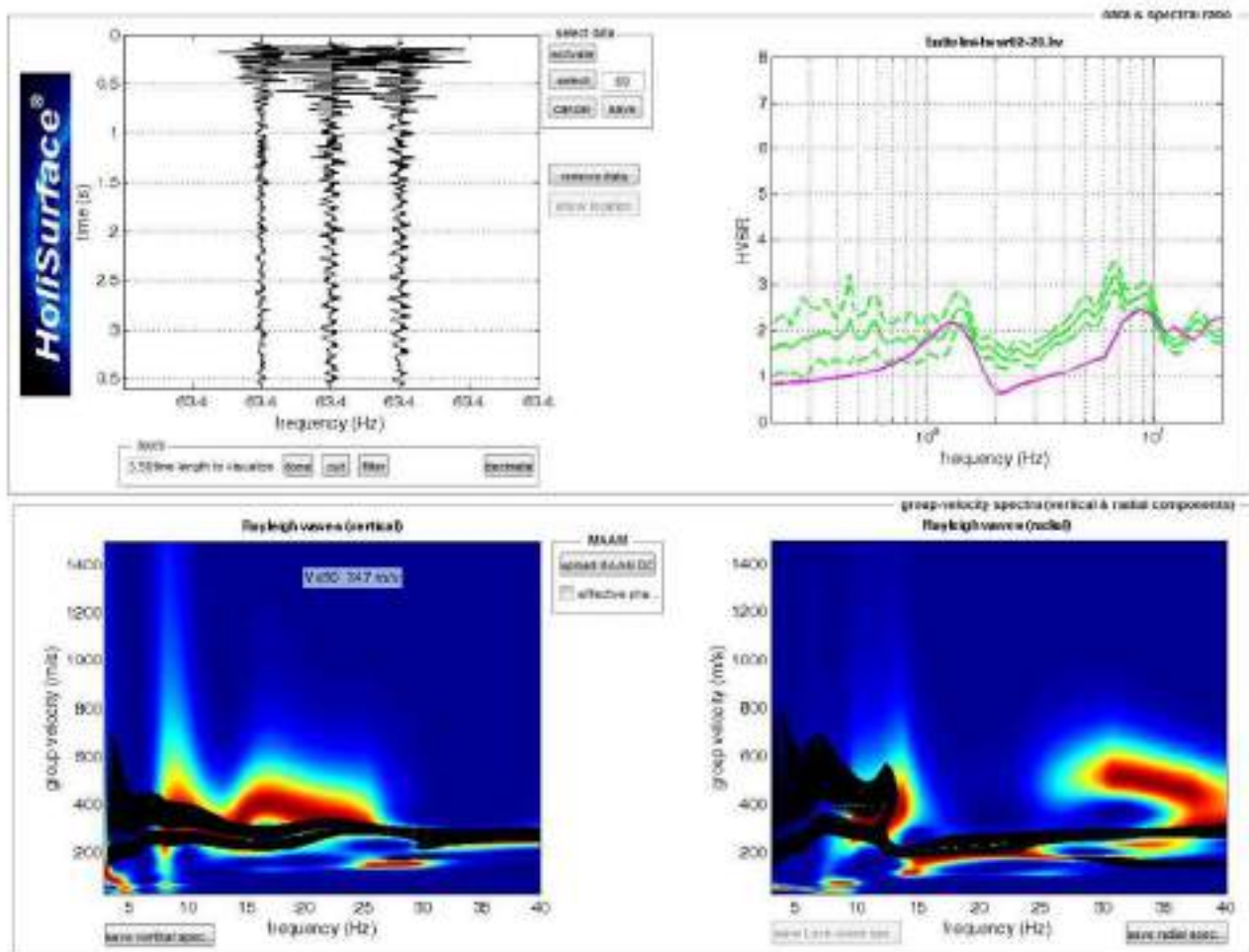


Figura 10: Curve di dispersione osservate dell'onda di Rayleigh e di Love (in rosso) ed analoghe curve sintetiche (in nero) ricostruite a partire dalla stratigrafia sismica di figura 12

6.3 Risultati

Shear-wave velocities(m/s):	67	205	384	238	339	414	497	308	926
Thicknesses (m):	0.4	2.1	2.9	0.9	1.5	0.9	13.8	38.8	Semisp.
Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa)	7	84	286	104	226	342	493	182	1844



Prova Down-Hole

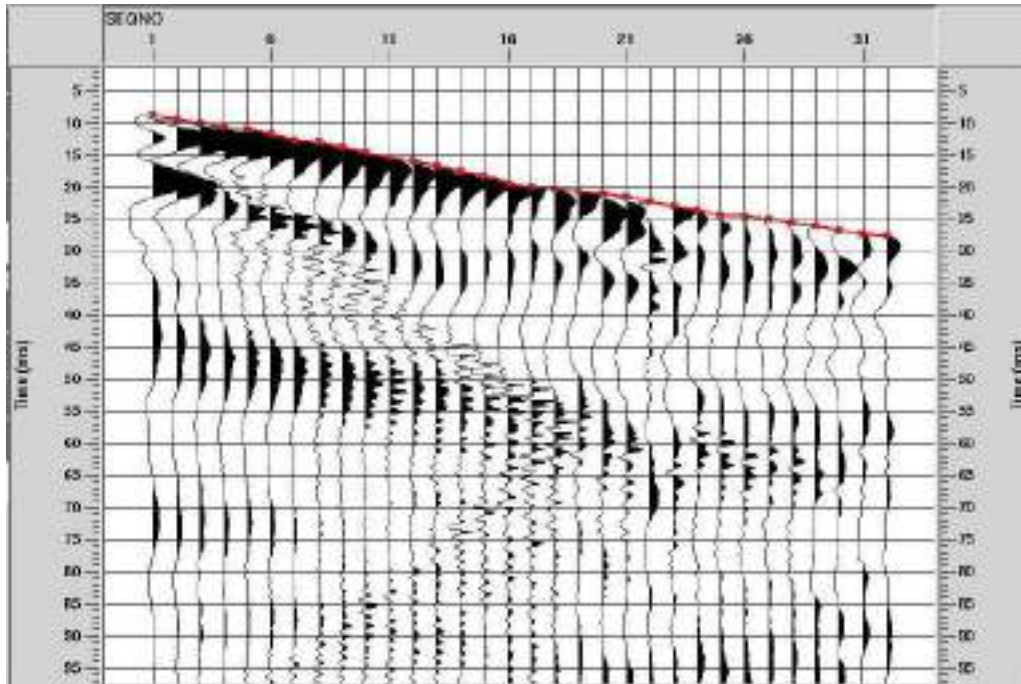
Comune di Caldarola

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR)

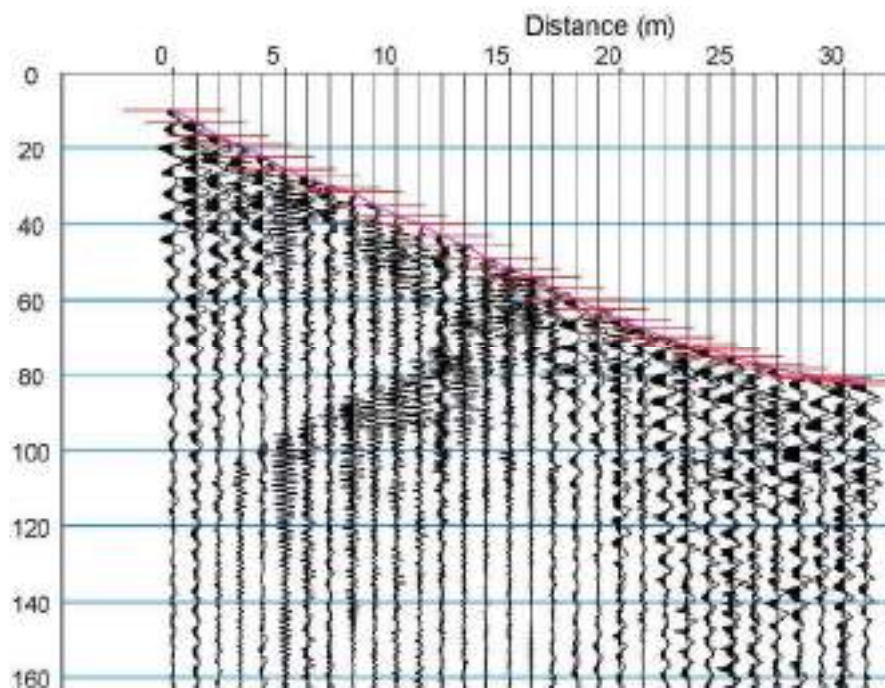
Dr. Vincenzo DI FIORE
Dr. Giuseppe CAVUOTO
Dr. Michele PUNZO
Dr. Daniela TARALLO
Dr. Nicola PELOSI
Paolo SCOTTO di VETTIMO
Michele IAVARONE
Dr. Rodolfo BACULO

NAPOLI NOVEMBRE 2017

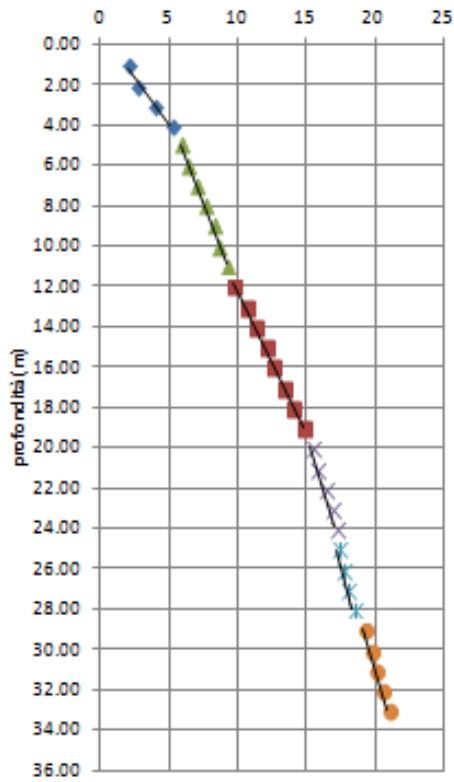
Sismogrammi onde P



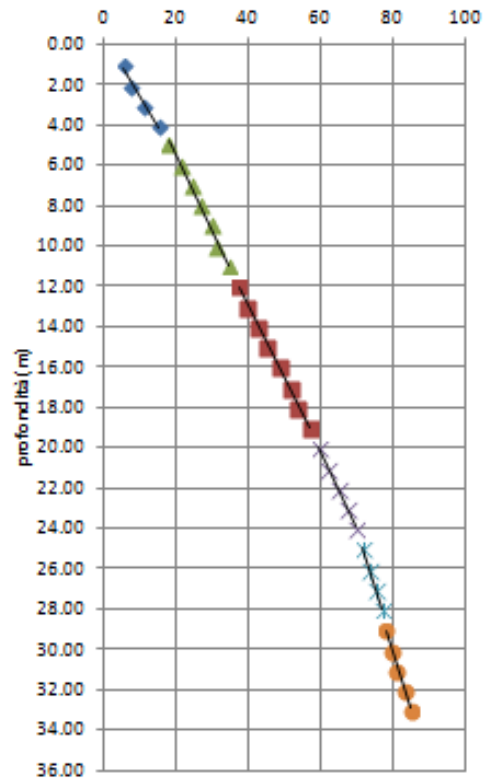
Sismogrammi onde S



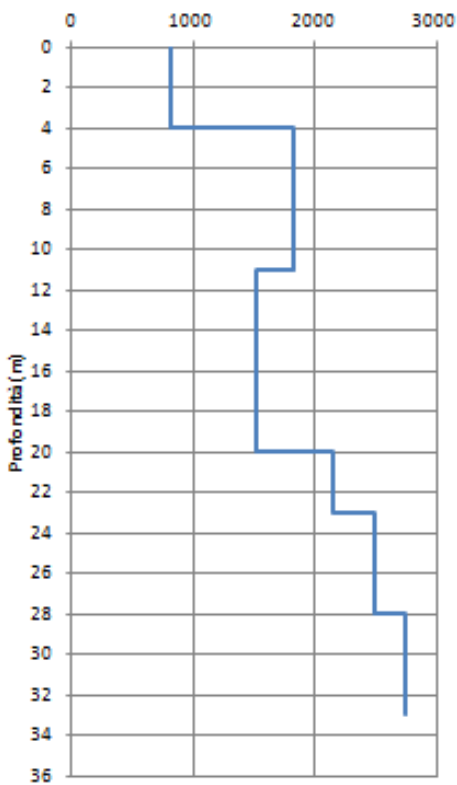
Tempi corretti



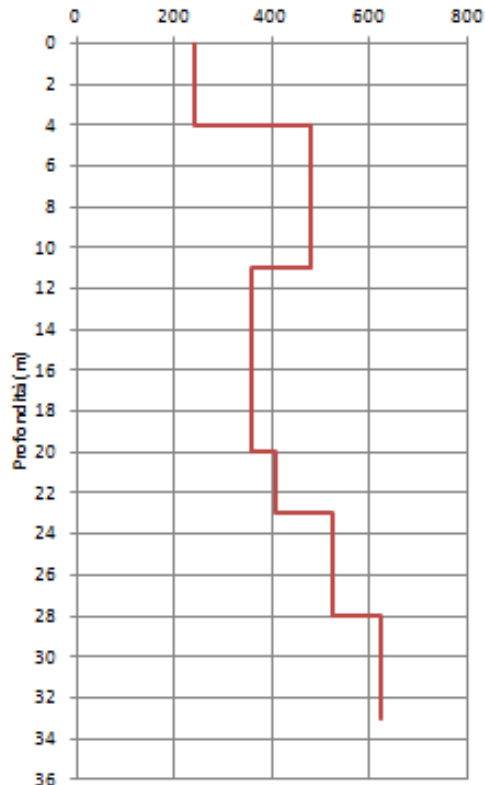
Tempi corretti



Vp (m/s)



Vs (m/s)



Profondità [m]	Vp [m/s]
0.0 - 4.0	814
4.0 - 11.0	1820
11.0 - 20.0	1518
20.0 - 23.0	2145
23.0 - 28.0	2491
28.0 - 33.0	2741
Profondità [m]	Vs [m/s]
0.0 - 4.0	241
4.0 - 11.0	478
11.0 - 20.0	358
20.0 - 23.0	406
23.0 - 28.0	523
28.0 - 33.0	621

SCHEMA DH

DH

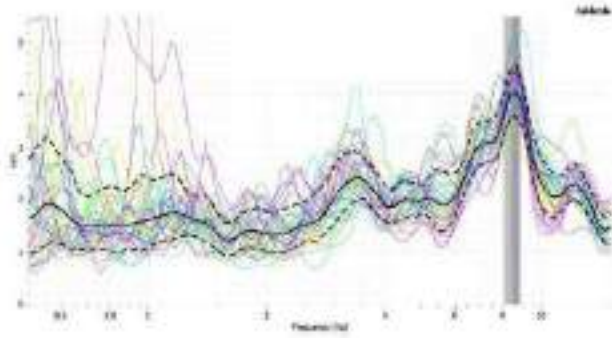
Macroarea	Marche 2	
Località	Caldarola	
Data di acquisizione	Novembre 2017	
Coordinate Geografiche	Lat.	43° 8'18.84" N
	Long.	13° 13'34.96" E
Sondaggio		
Profondità foro (m)	35.00	
Strumentazione		
Sismografo	Geometrics-Geode	
Sensori	n. 2 geofoni 3D a distanza di 1 m a 10 Hz	
Sistema orientazione	Aste in alluminio	
Sorgente	Massa Battente 5 Kg	
Piastra (componente verticale)	Alluminio rinforzato 30cmX30cm	
Piastra (componente orizzontale)	Alluminio rinforzato 30cmX20cm	
Parametri acquisizione		
Intervallo Campinamento (ms)	0.250	
Finestra temporale (s)	1.0	
Numero Campioni acquisiti	4000	
Distanza dal boccapozzo (m)	2	
Prima misura (m)	1.0	
Ultima Misura (m)	33.0	



Foto - Sito di durante l'esecuzione della prova

H/V3

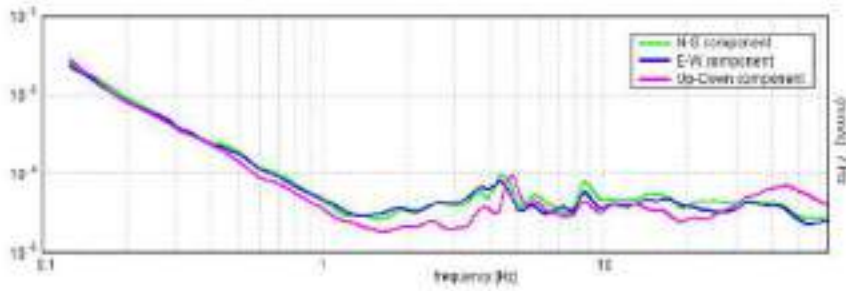
Curva Sintabica (Software Geoply)





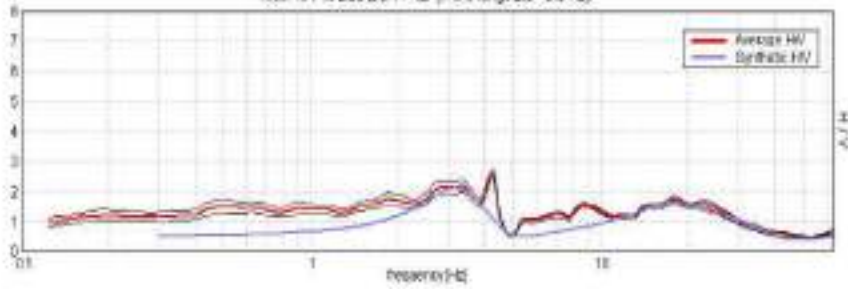
Cerco al Est al 09 febbraio 2018
 Comm.: Comune di Caldara
 Catt.: Via Mazzini 26 - Caldara (MC)
 Indagine HVSR - N°: 1 del 06/02/2018

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 2.88 ± 0.11 Hz (in the range 2.0 - 3.0 Hz)



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2,00	2,00	220	0,40
6,00	6,00	400	0,39
12,00	4,00	500	0,38
34,00	22,00	420	0,37
inf.	inf.	840	0,35

Vs(0,0-30,0)=405m/s

* Documento soggetto a diritti di autore (art. 1771 e seq. C.C.). Vietata la riproduzione senza il permesso espresso.

STATION INFORMATION

Station code: 001

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: 001

Address: Capoluogo (Via Piandassalto)

Latitude: 43.144177°

Longitude: 13.226141°

Coordinate system: WGS84

Elevation: 284 m s.l.m.

Weather: cielo poco nuvoloso, no vento

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2021/02/22 14:21:14

Recording length: 15 min

Windows count: 45

Average windows length: 20

Signal coverage: 100%

3578 Counts

CHANNEL #1 [V]



-2794 Counts

6874 Counts

CHANNEL #2 [N]



-7485 Counts

9336 Counts

CHANNEL #3 [E]



-10935 Counts

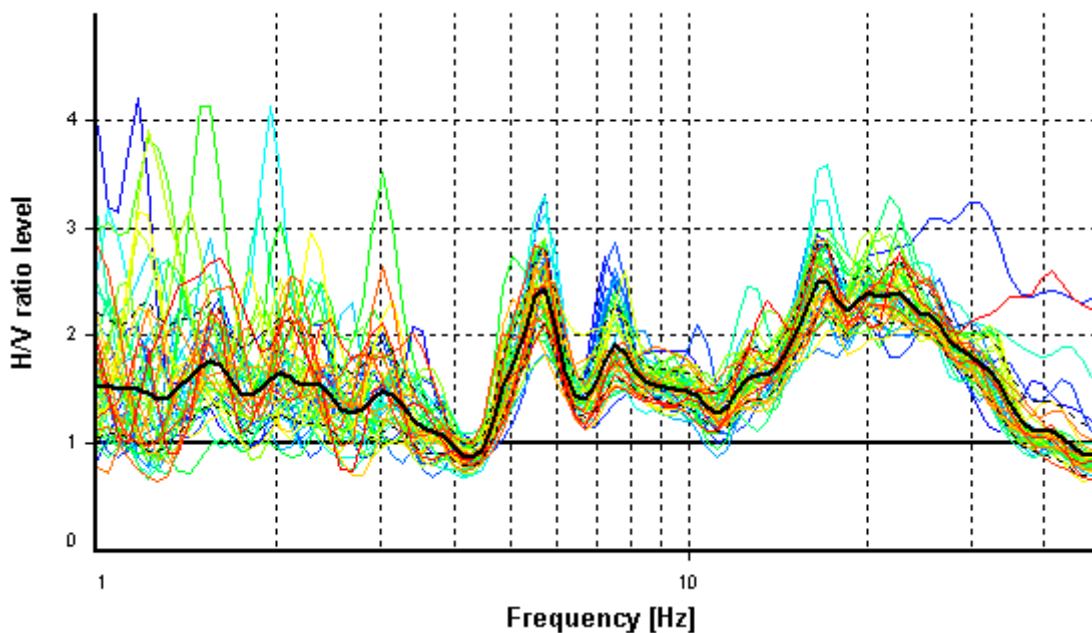
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 40%)

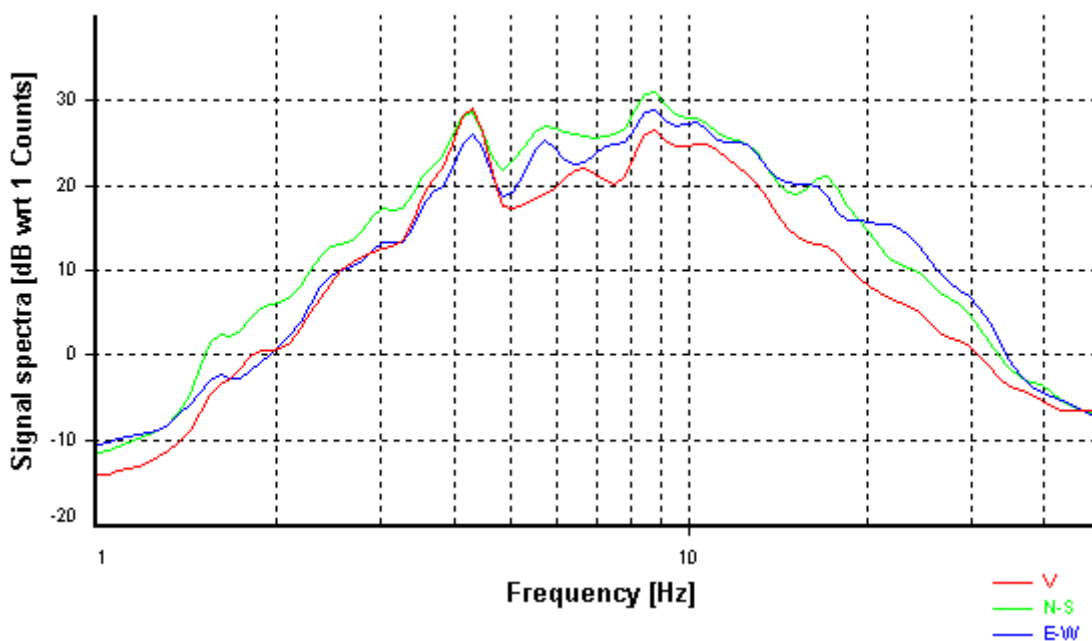
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

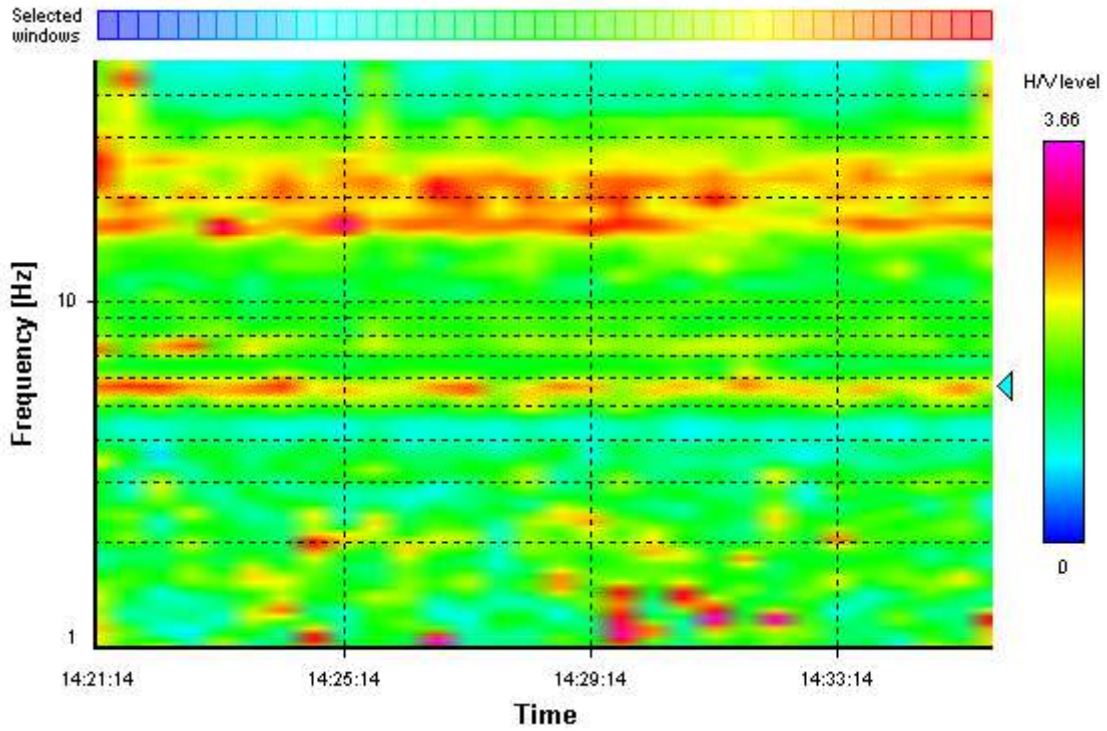
HVSR average



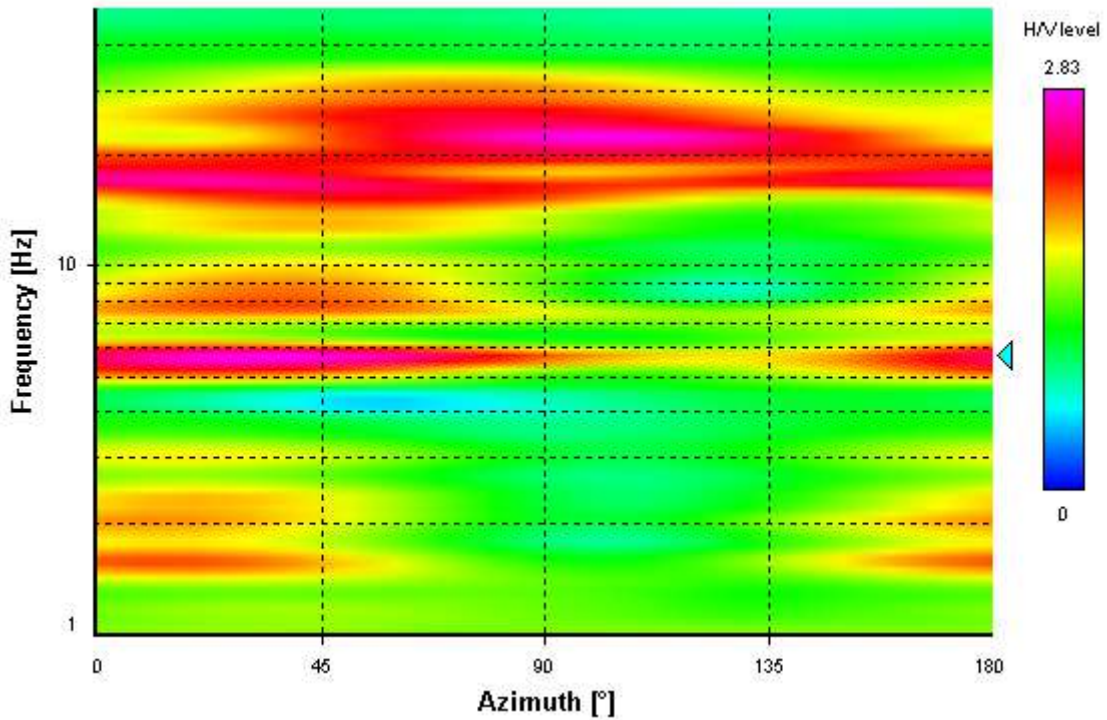
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



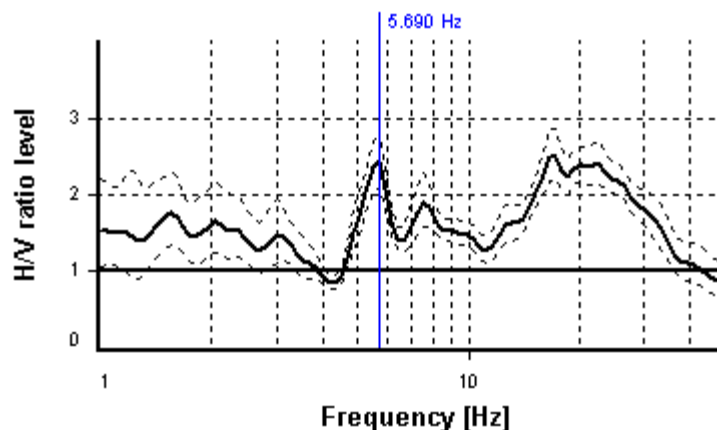
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

5.690 Hz

A_0 amplitude = 2.432

Average $f_0 = 5.859 \pm 0.672$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	45 valid windows (length > 1.76 s) out of 45	OK
$n_c(f_0) > 200$	5120.83 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 35	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	4.66972 Hz	OK
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.43 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_1 < \delta(f_0)$	0.67239 >= 0.28449	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.16276 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO



STATION INFORMATION

Station code: 001

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: 002

Address: Capoluogo (Via Lago)

Latitude: 43.140587°

Longitude: 13.225897°

Coordinate system: WGS84

Elevation: 291 m s.l.m.

Weather: cielo poco nuvoloso, no vento

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2021/02/22 14:49:36

Recording length: 15 min

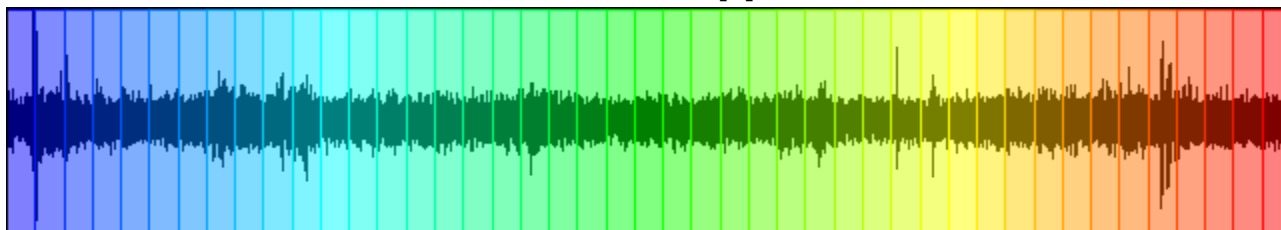
Windows count: 45

Average windows length: 20

Signal coverage: 100%

4684 Counts

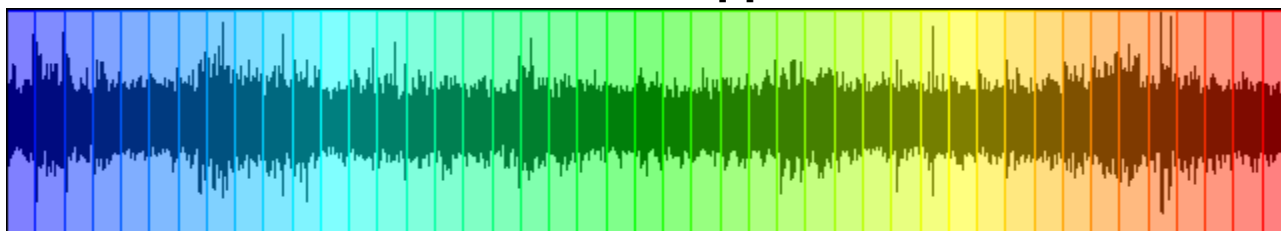
CHANNEL #1 [V]



-4190 Counts

4364 Counts

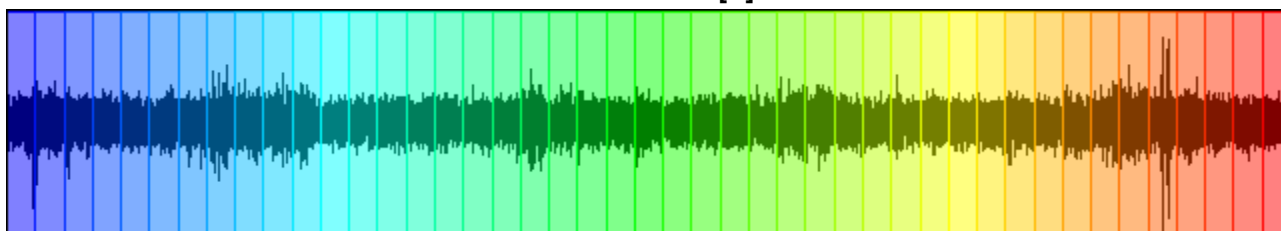
CHANNEL #2 [N]



-3605 Counts

4706 Counts

CHANNEL #3 [E]



-6193 Counts

HVSR ANALYSIS

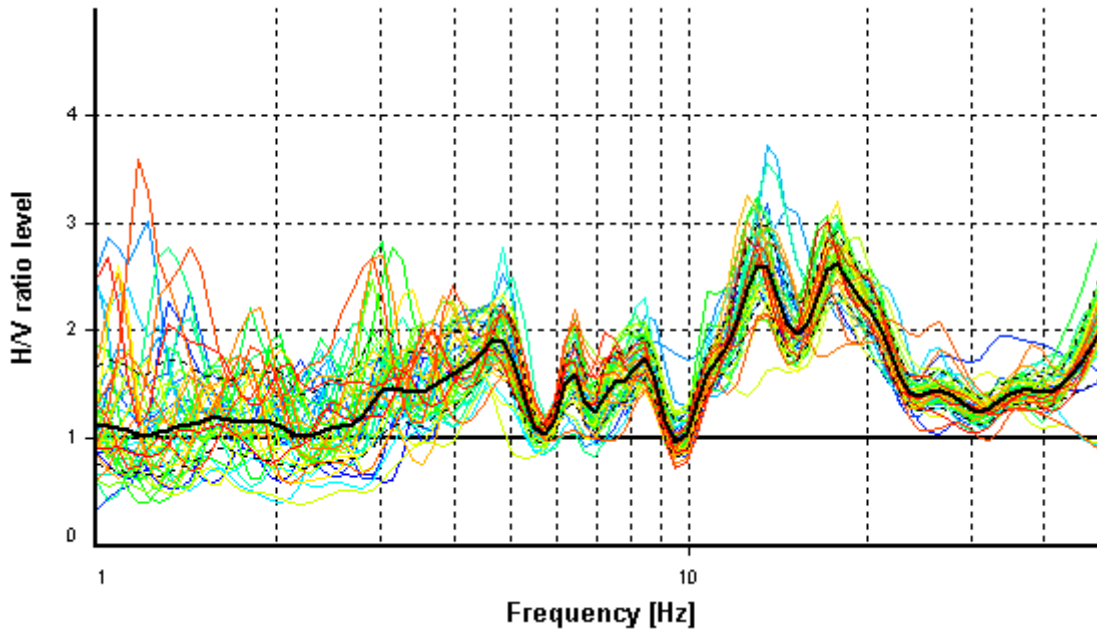
H/V7

Tapering: Enabled (Bandwidth = 40%)

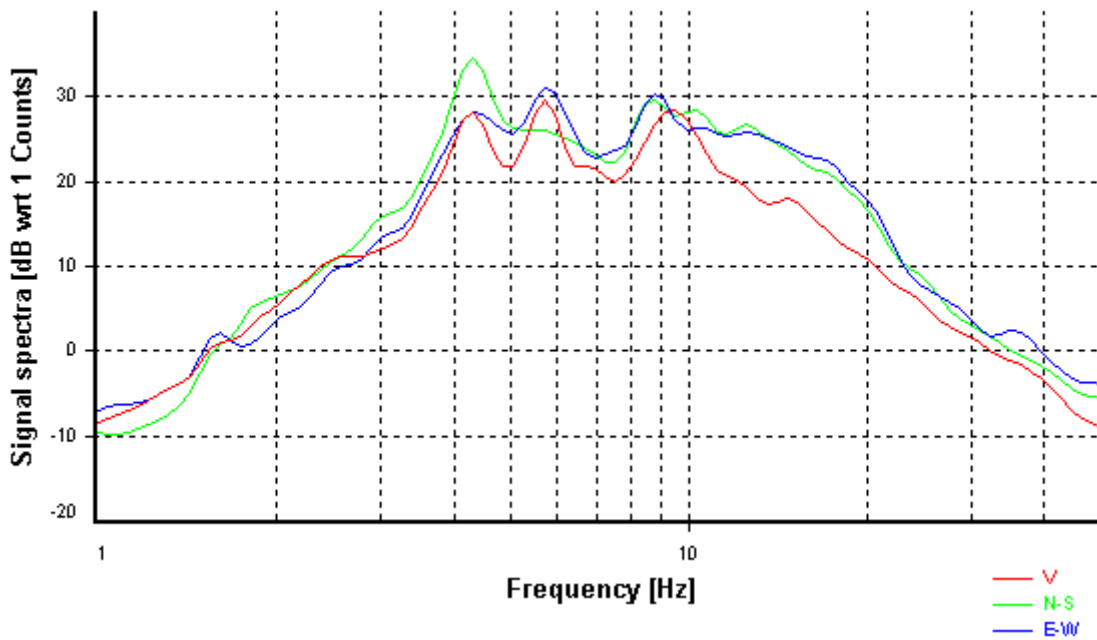
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

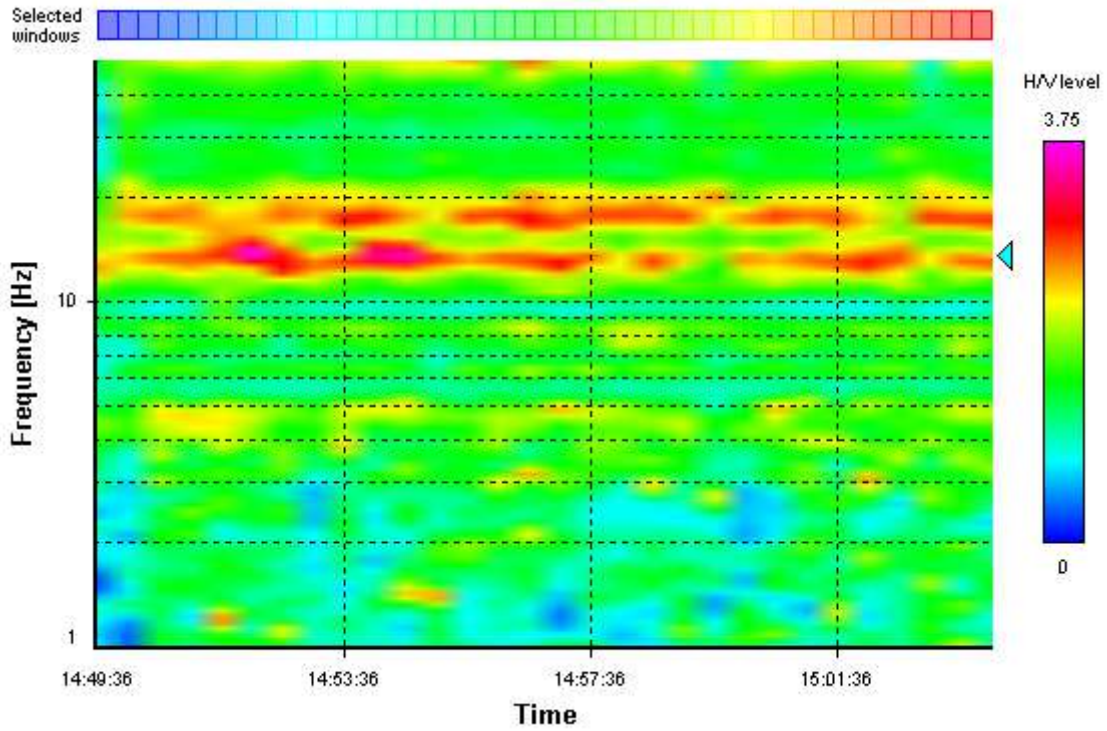
HVSR average



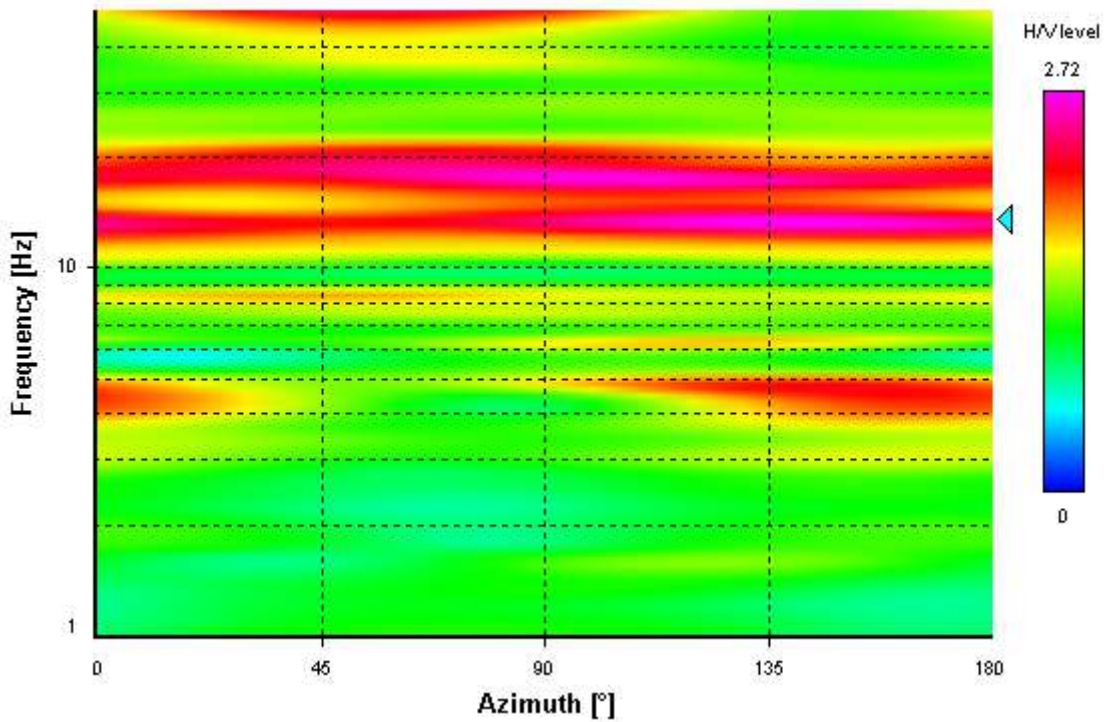
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



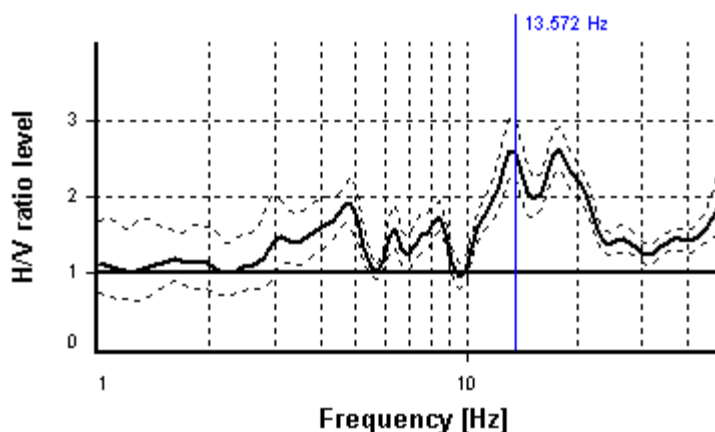
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

13.572 Hz

A_0 amplitude = 2.583

Average $f_0 = 15.505 \pm 2.328$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	45 valid windows (length > 0.74 s) out of 45	OK
$n_c(f_0) > 200$	12214.88 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 35	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f) < A_0/2$	9.89364 Hz	OK
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f') < A_0/2$	29.91389 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.58 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	31.86% > 5%	NO
$\sigma_1 < \delta(f_0)$	2.32822 >= 0.6786	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.15501 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

STATION INFORMATION

Station code: 001

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: 003

Address: Capoluogo (Via delle Concie)

Latitude: 43.133243°

Longitude: 13.226620°

Coordinate system: WGS84

Elevation: 317 m s.l.m.

Weather: cielo poco nuvoloso, no vento

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES

H/V8



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2021/02/22 15:16:09

Recording length: 15 min

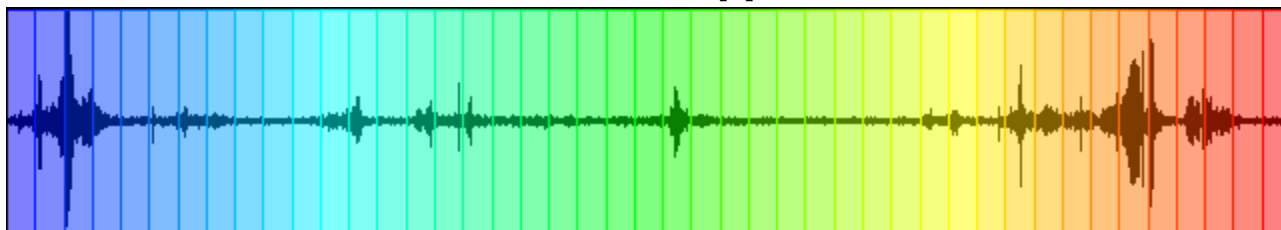
Windows count: 45

Average windows length: 20

Signal coverage: 100%

7490 Counts

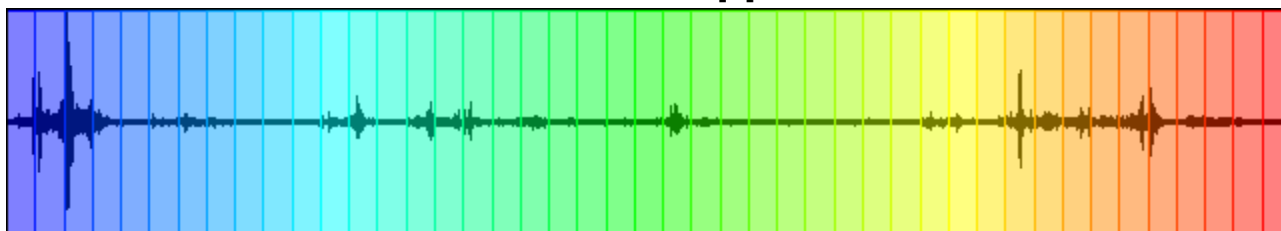
CHANNEL #1 [V]



-7057 Counts

16478 Counts

CHANNEL #2 [N]



-14837 Counts

11965 Counts

CHANNEL #3 [E]



-11794 Counts

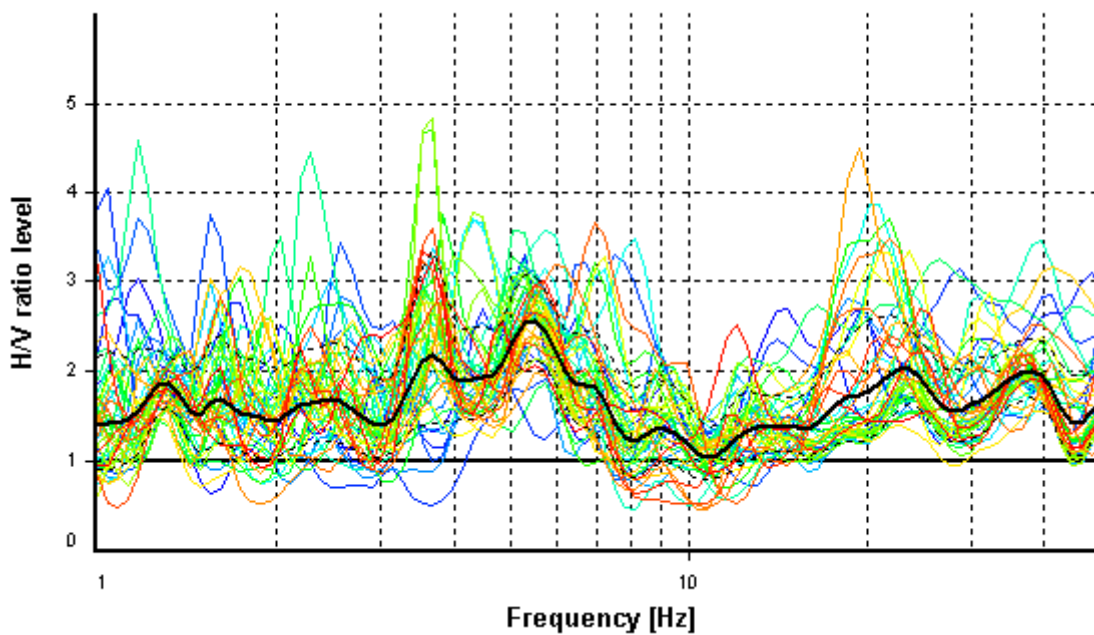
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 40%)

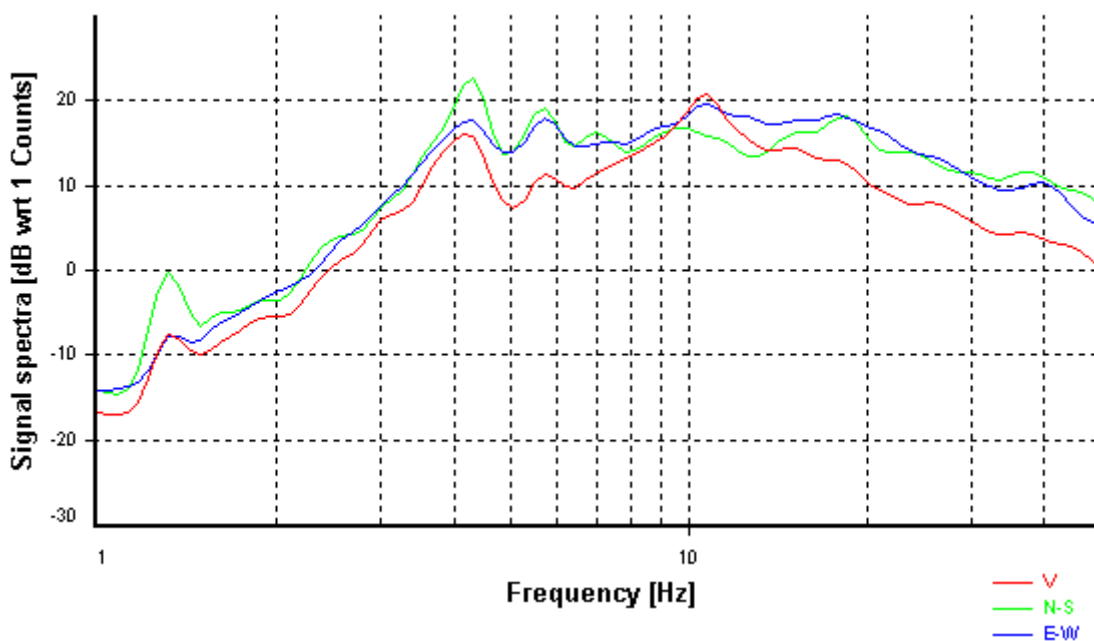
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

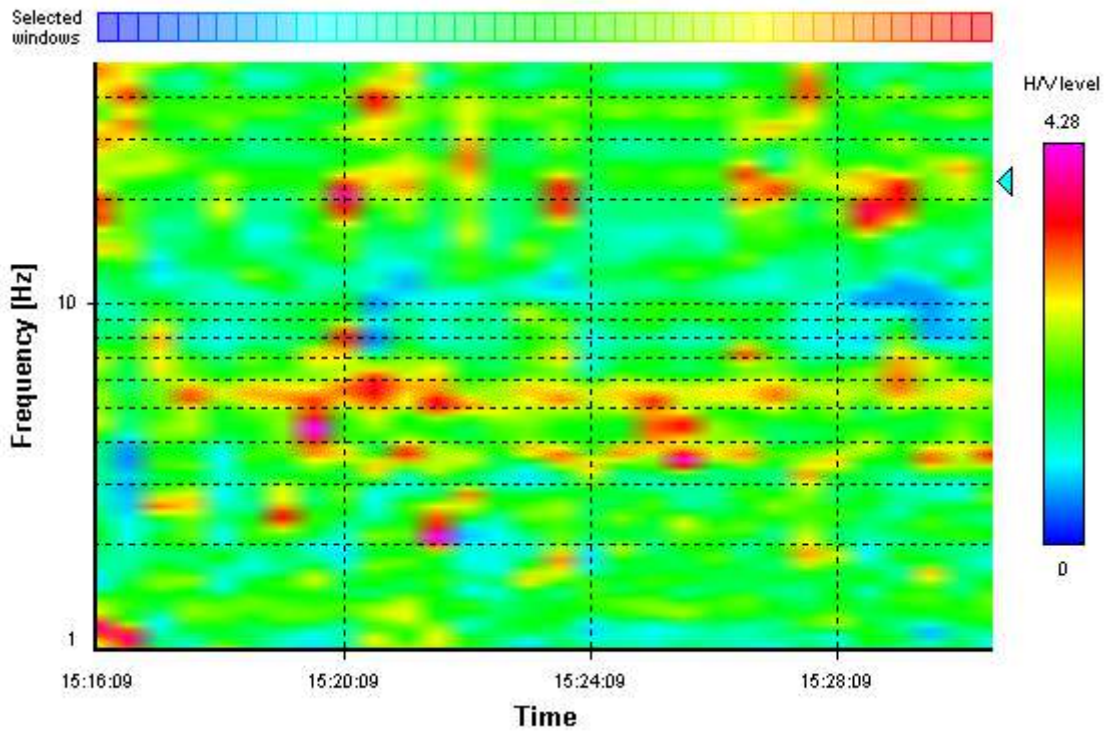
HVSR average



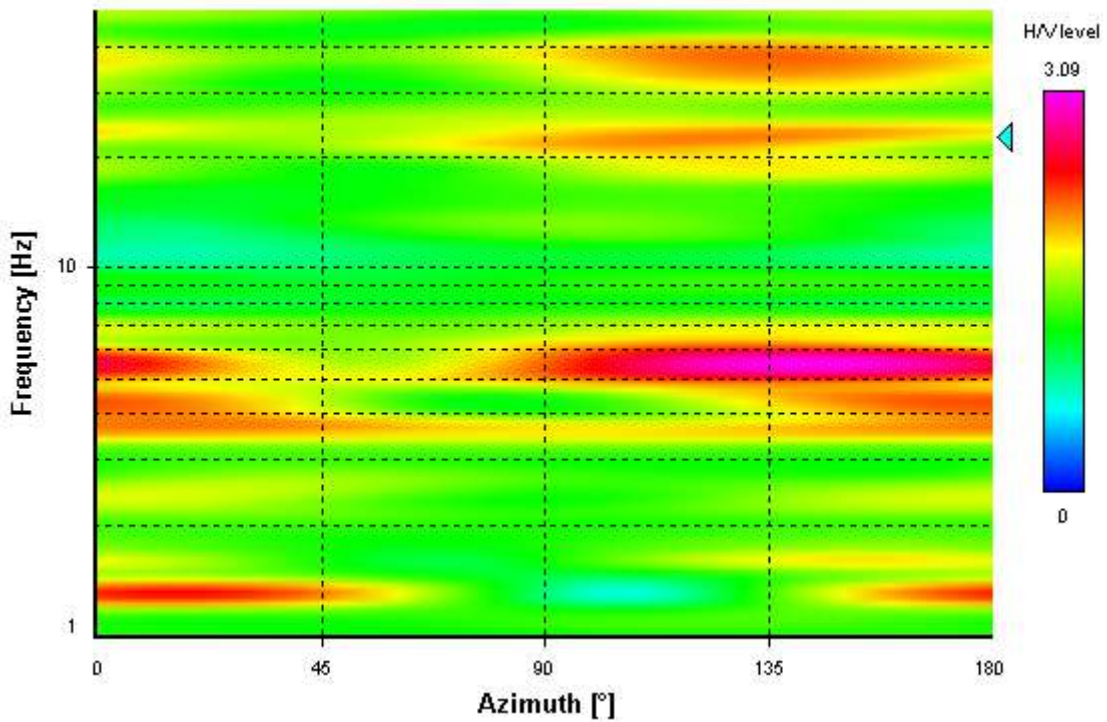
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



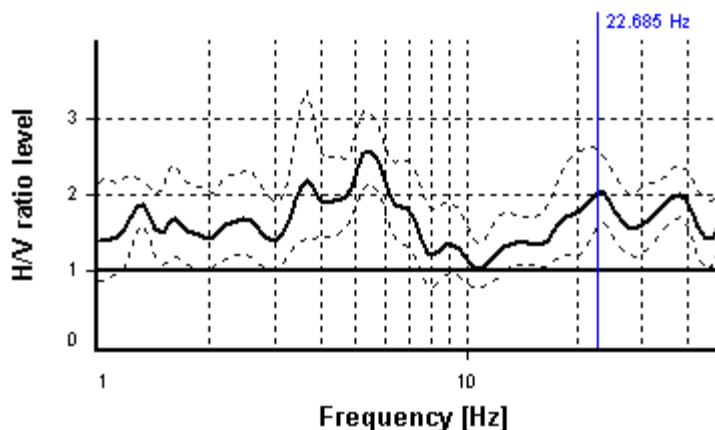
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

22.685 Hz

A_0 amplitude = 2.027

Average $f_0 = 23.255 \pm 2.707$

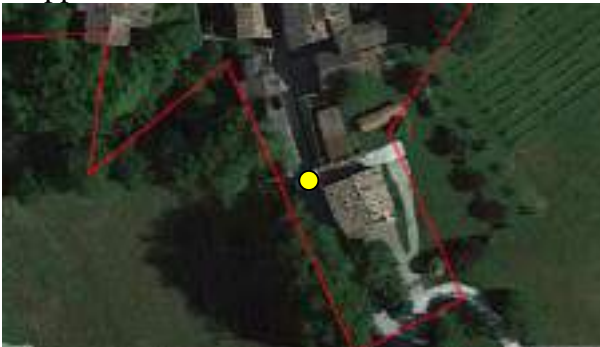


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	45 valid windows (length > 0.44 s) out of 45	OK
$n_c(f_0) > 200$	20416.73 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 35	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.03 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	4.03% <= 5%	OK
$\sigma_1 < \delta(f_0)$	2.70722 >= 1.13426	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.28 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Campagna	MZS III CALDAROLA	Data	13/08/2017
Sito	6 BORGO PIANDEBUSSI	Operatore	MAURO CATALDI
Strumento Acquisitore	SARA GEOBOX	Sismometro Tipo	PFSSR04GBX-45-NNG
Freq. Sismometro	4,5 HZ	Fondo scala	
Freq. Campionamento	400 HZ	GPS LOC	
Inizio Registrazione	9.29	Durata (sec)	1200
NOME FILE	MT_20170813_092931	FORMATO FILE	.SAF
Coordinate			
	GPS	UTM	ALTRO
Latitudine		4777238.0	
Longitudine		355895.2	
Quota (m)	327		

Indicazioni sul Sito: MISURA EFFETTUATA ALL'INIZIO DEL BORGO PIANDEBUSSI, NEI PRESSI DELLA CHIESETTA DI SANTA MARIA DELLE GRAZIE

Mappa



Foto



INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Roccia | <input checked="" type="checkbox"/> Asfalto | <input type="checkbox"/> Sabbia | <input type="checkbox"/> Erba |
| <input type="checkbox"/> Terreno Riporto | <input type="checkbox"/> Terreno compatto | <input type="checkbox"/> Terreno bagnato | <input type="checkbox"/> Terreno secco |
| <input type="checkbox"/> Cemento | <input type="checkbox"/> Sterrato | <input type="checkbox"/> Pavimentazione | <input type="checkbox"/> Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato) APPOGGIATO

INSTALLAZIONE SISMOMETRO: GEOLOGIA

- | | | | |
|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Roccia | <input checked="" type="checkbox"/> Terreno | <input type="checkbox"/> Detrito | <input type="checkbox"/> Riporto |
|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|

Foglio Campagna acquisizione HVSR

H/V9

altro/commento:

INSTALLAZIONE SISMOMETRO: POSIZIONAMENTO in

- | | | | |
|---|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Città via principale | <input checked="" type="checkbox"/> Città via secondaria | <input type="checkbox"/> Città cortile | <input type="checkbox"/> Città parco |
| <input type="checkbox"/> Strada principale | <input type="checkbox"/> Strada secondaria | <input type="checkbox"/> Mura | <input type="checkbox"/> Mura antiche |
| <input type="checkbox"/> Aperta campagna | <input type="checkbox"/> Galleria | <input type="checkbox"/> Cunicolo | |

altro/commento:

INSTALLAZIONE GEOFONO: VICINANZA

- | | | | |
|--|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fiume | <input type="checkbox"/> Canale | <input type="checkbox"/> Fabbrica | <input type="checkbox"/> Cantiere |
| <input type="checkbox"/> Lavori stradali | <input checked="" type="checkbox"/> Alberi | <input type="checkbox"/> Ponti | <input type="checkbox"/> Viadotti |
| <input type="checkbox"/> Mura | <input type="checkbox"/> Gallerie | <input checked="" type="checkbox"/> Fognature | |
| <input type="checkbox"/> Edifici nessuno | <input checked="" type="checkbox"/> Edifici scarsi | <input type="checkbox"/> Edifici densi | |

Distanza edificio vicino: 5 m Numero piani edificio vicino: 2

Strutture sotterranee:

CONDIZIONI ATMOSFERICHE:

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Vento forte | <input checked="" type="checkbox"/> Vento debole | <input type="checkbox"/> No vento |
| <input type="checkbox"/> Pioggia forte | <input type="checkbox"/> Pioggia debole | <input checked="" type="checkbox"/> No pioggia |

altro/commento:

RUMORE RILEVABILE:

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Auto nessuna | <input checked="" type="checkbox"/> Auto poche | <input type="checkbox"/> Auto tante |
| <input checked="" type="checkbox"/> Mezzi pesanti nessuno | <input type="checkbox"/> Mezzi pesanti pochi | <input type="checkbox"/> Mezzi pesanti tanti |
| <input checked="" type="checkbox"/> Pedoni nessuno | <input type="checkbox"/> Pedoni pochi | <input type="checkbox"/> Pedoni tanti |

ALTRE SORGENTI DI RUMORE

.....
.....

STATION INFORMATION**H/V9**

Station code: PFSSR04GBX-45-NNG

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: 006

Address: BORGO PIANDEBUSSI

Latitude: 4777238.0

Longitude: 355895.2

Coordinate system: WGS84

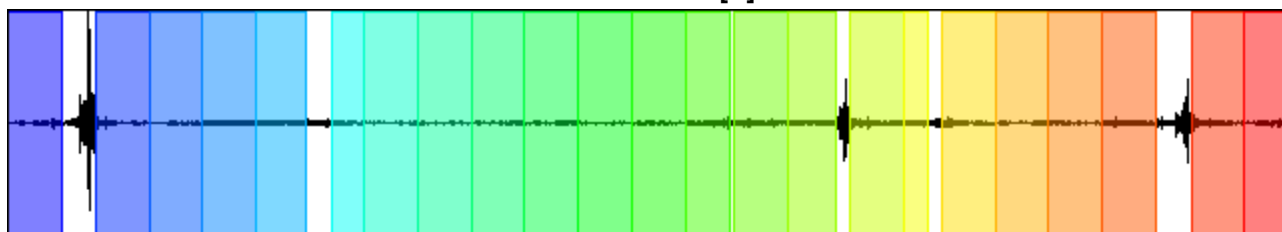
Elevation: 327 m s.l.m.

Weather: VENTO DEBOLE, NO PIOGGIA

Notes: -

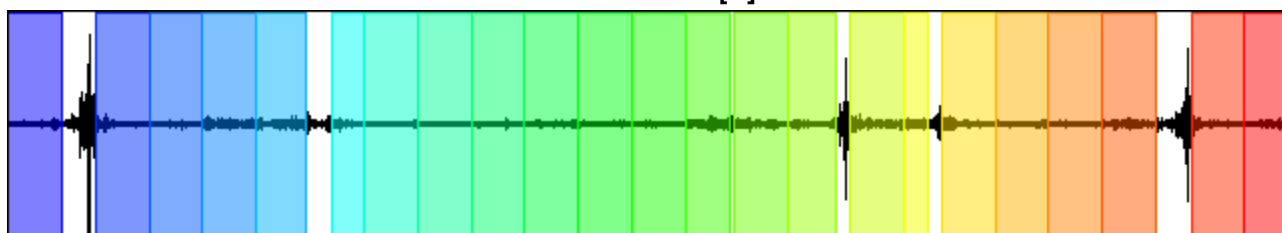
SIGNAL AND WINDOWING**H/V9***Sampling frequency:* 400 Hz*Recording start time:* 2017/08/13 09:29:31*Recording length:* 20 min*Windows count:* 23*Average windows length:* 47.07*Signal coverage:* 90.21%

7329 Counts

CHANNEL #1 [V]

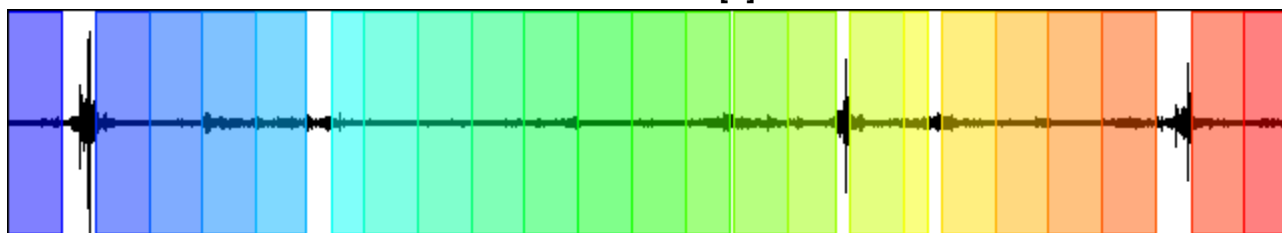
-5822 Counts

3667 Counts

CHANNEL #2 [N]

-4583 Counts

4027 Counts

CHANNEL #3 [E]

-4889 Counts

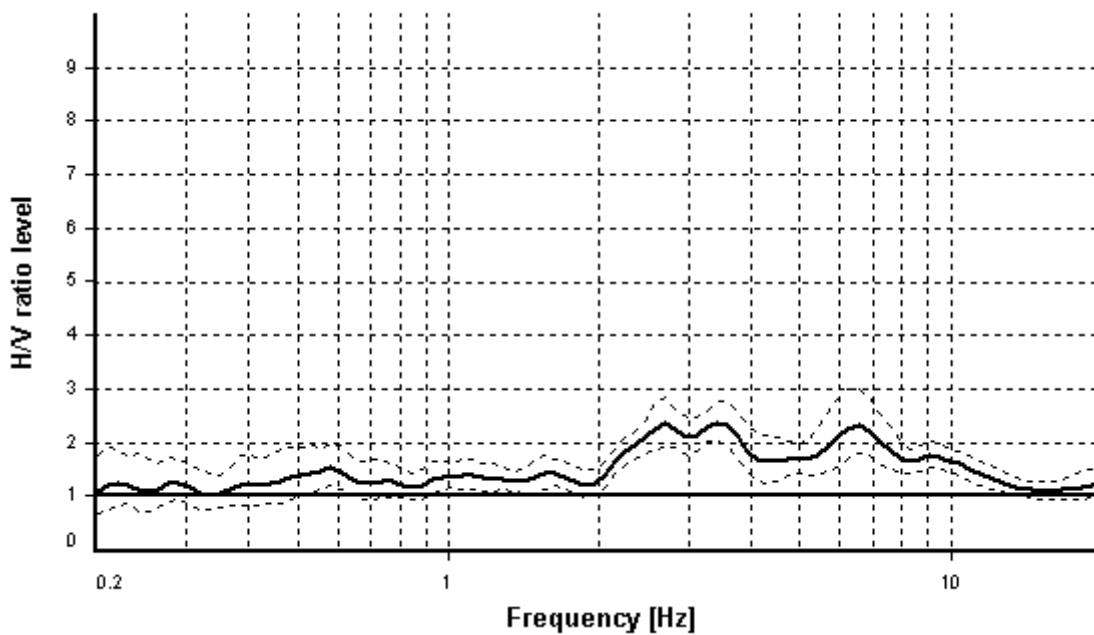
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

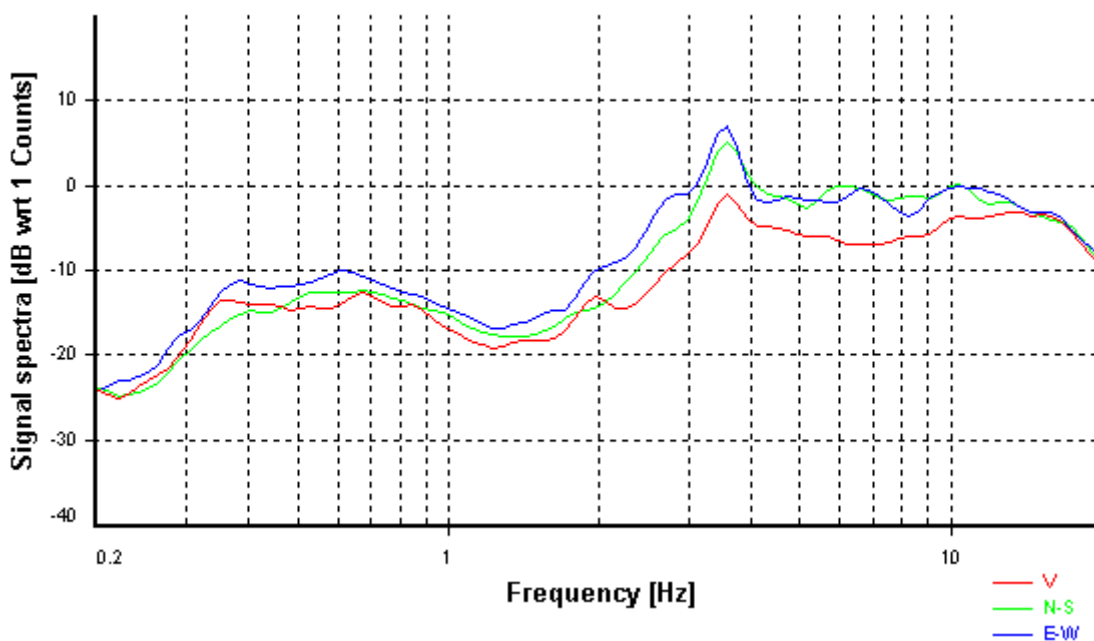
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

HVSR average

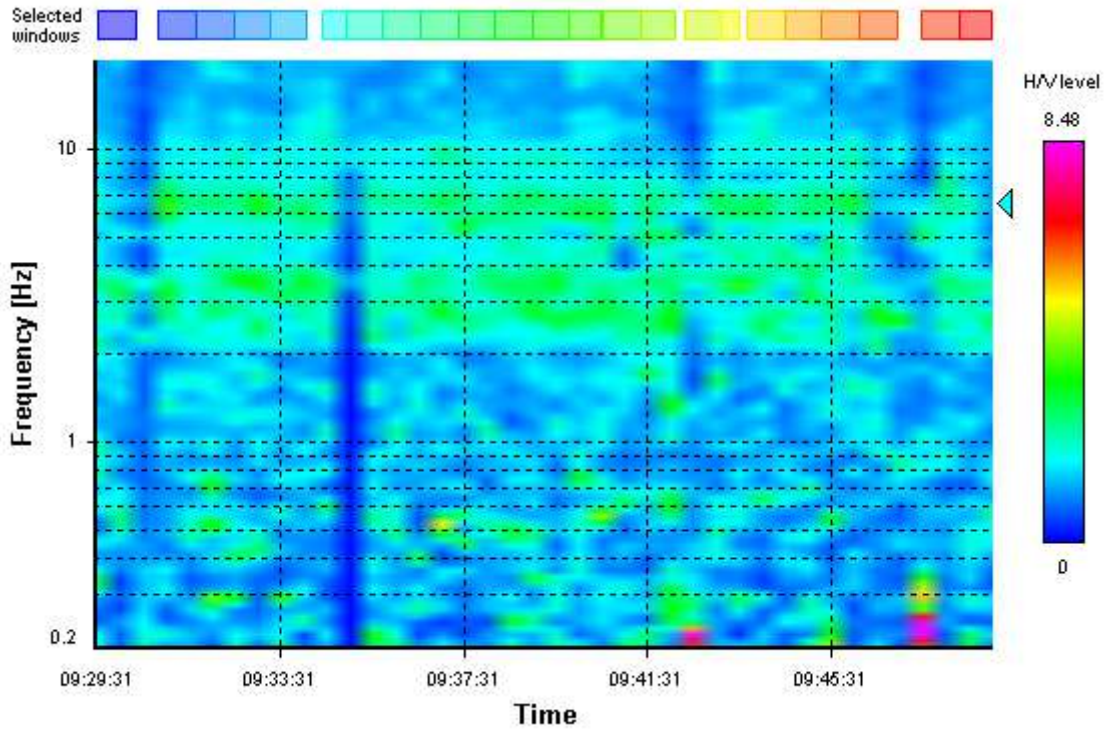


Signal spectra average

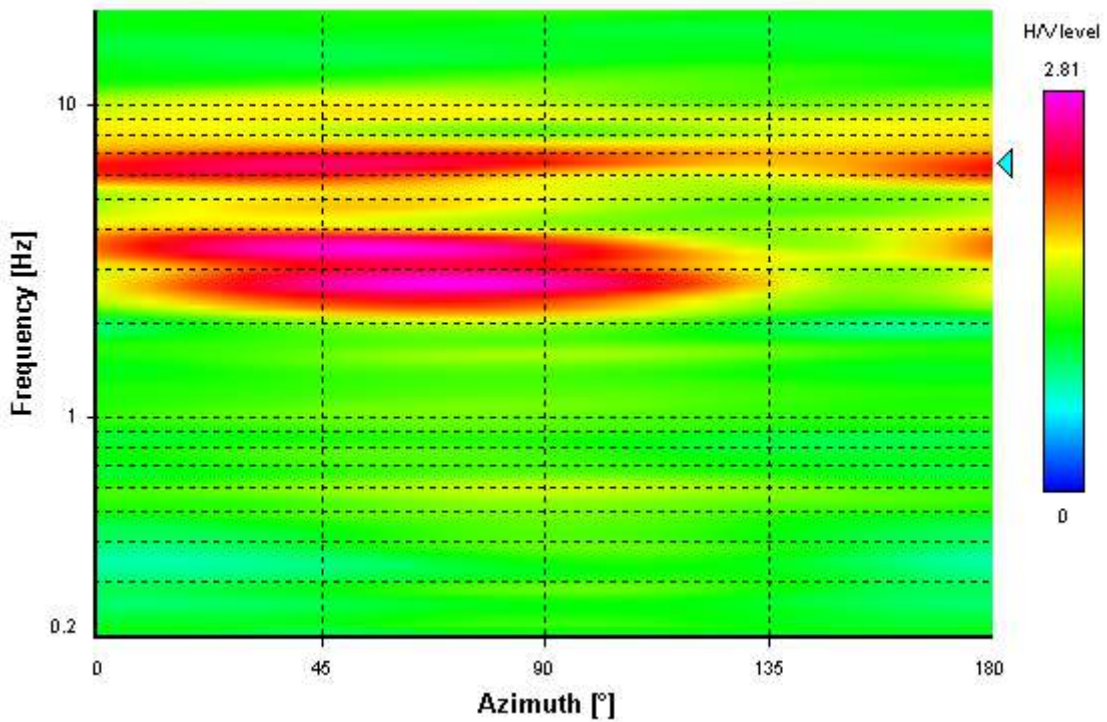


H/V9

HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis

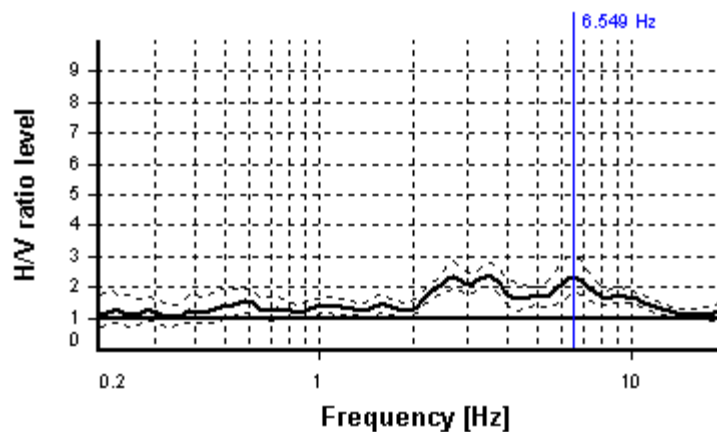


SESAME CRITERIA

H/V9

Selected f_0 frequency

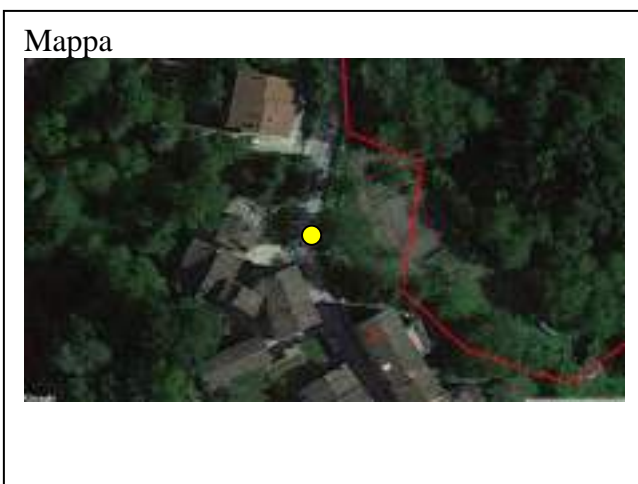
6.549 Hz

 A_0 amplitude = 2.334**Average $f_0 = 6.530 \pm 0.944$** 

HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	23 valid windows (length > 1.53 s) out of 23	OK
$n_c(f_0) > 200$	7089.79 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$	13.78522 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.33 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_1 < \varepsilon(f_0)$	0.94423 >= 0.32745	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.2853 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Campagna	MZS III CALDAROLA	Data	13/08/2017
Sito	7 BORGO PIANDEBUSSI	Operatore	MAURO CATALDI
Strumento Acquisitore	SARA GEOBOX	Sismometro Tipo	PFSSR04GBX-45-NNG
Freq. Sismometro	4,5 HZ	Fondo scala	
Freq. Campionamento	400 HZ	GPS LOC	
Inizio Registrazione	9.59	Durata (sec)	1200
NOME FILE	MT_20170813_095956	FORMATO FILE	.SAF
Coordinate			
	GPS	UTM	ALTRO
Latitudine		4777341.4	
Longitudine		355861.2	
Quota (m)	320		

Indicazioni sul Sito: MISURA EFFETTUATA ALLA FINE DEL BORGO PIANDEBUSSI



INSTALLAZIONE SISMOMETRO: ACCOPPIAMENTO

- | | | | |
|--|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Roccia | <input checked="" type="checkbox"/> Asfalto | <input type="checkbox"/> Sabbia | <input type="checkbox"/> Erba |
| <input type="checkbox"/> Terreno Riporto | <input type="checkbox"/> Terreno compatto | <input type="checkbox"/> Terreno bagnato | <input type="checkbox"/> Terreno secco |
| <input type="checkbox"/> Cemento | <input type="checkbox"/> Sterrato | <input type="checkbox"/> Pavimentazione | <input type="checkbox"/> Marciapiede |

Modalità Accoppiamento Sismometro Terreno:

(appoggiato, interrato, cementato) APPOGGIATO

INSTALLAZIONE SISMOMETRO: GEOLOGIA

- | | | | |
|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Roccia | <input checked="" type="checkbox"/> Terreno | <input type="checkbox"/> Detrito | <input type="checkbox"/> Riporto |
|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|

Foglio Campagna acquisizione HVSR

altro/commento: **H/V10**

INSTALLAZIONE SISMOMETRO: POSIZIONAMENTO in

- | | | | |
|---|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Città via principale | <input checked="" type="checkbox"/> Città via secondaria | <input type="checkbox"/> Città cortile | <input type="checkbox"/> Città parco |
| <input type="checkbox"/> Strada principale | <input type="checkbox"/> Strada secondaria | <input type="checkbox"/> Mura | <input type="checkbox"/> Mura antiche |
| <input type="checkbox"/> Aperta campagna | <input type="checkbox"/> Galleria | <input type="checkbox"/> Cunicolo | |

altro/commento:

INSTALLAZIONE GEOFONO: VICINANZA

- | | | | |
|--|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fiume | <input type="checkbox"/> Canale | <input type="checkbox"/> Fabbrica | <input type="checkbox"/> Cantiere |
| <input type="checkbox"/> Lavori stradali | <input checked="" type="checkbox"/> Alberi | <input type="checkbox"/> Ponti | <input type="checkbox"/> Viadotti |
| <input type="checkbox"/> Mura | <input type="checkbox"/> Gallerie | <input checked="" type="checkbox"/> Fognature | |
| <input type="checkbox"/> Edifici nessuno | <input checked="" type="checkbox"/> Edifici scarsi | <input type="checkbox"/> Edifici densi | |

Distanza edificio vicino: 8 m Numero piani edificio vicino: 3

Strutture sotterranee:

CONDIZIONI ATMOSFERICHE:

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Vento forte | <input checked="" type="checkbox"/> Vento debole | <input type="checkbox"/> No vento |
| <input type="checkbox"/> Pioggia forte | <input type="checkbox"/> Pioggia debole | <input checked="" type="checkbox"/> No pioggia |

altro/commento:

RUMORE RILEVABILE:

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Auto nessuna | <input checked="" type="checkbox"/> Auto poche | <input type="checkbox"/> Auto tante |
| <input checked="" type="checkbox"/> Mezzi pesanti nessuno | <input type="checkbox"/> Mezzi pesanti pochi | <input type="checkbox"/> Mezzi pesanti tanti |
| <input type="checkbox"/> Pedoni nessuno | <input checked="" type="checkbox"/> Pedoni pochi | <input type="checkbox"/> Pedoni tanti |

ALTRE SORGENTI DI RUMORE

.....
.....

STATION INFORMATION**H/V10**

Station code: PFSSR04GBX-45-NNG

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: 007

Address: BORGO PIANDEBUSSI

Latitude: 4777341.4

Longitude: 355861.2

Coordinate system: WGS84

Elevation: 320 m s.l.m.

Weather: VENTO DEBOLE, NO PIOGGIA

Notes: -

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

Recording start time: 2017/08/13 09:59:56

Recording length: 20 min

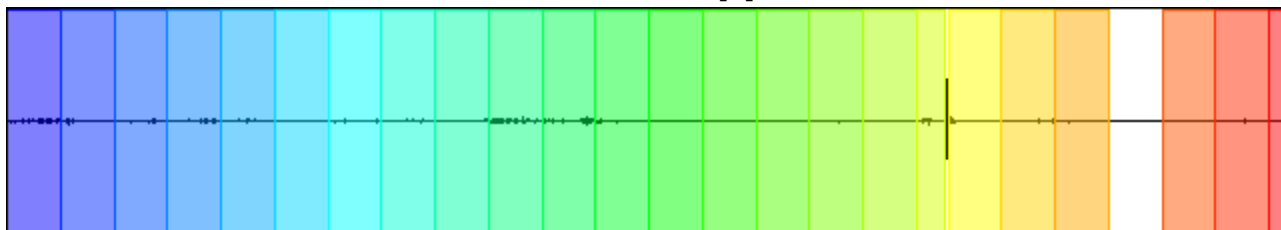
Windows count: 24

Average windows length: 47.77

Signal coverage: 95.54%

10623 Counts

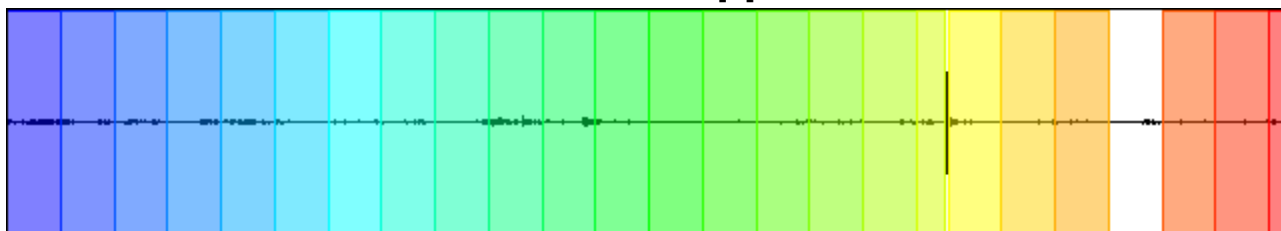
CHANNEL #1 [V]



-12836 Counts

14392 Counts

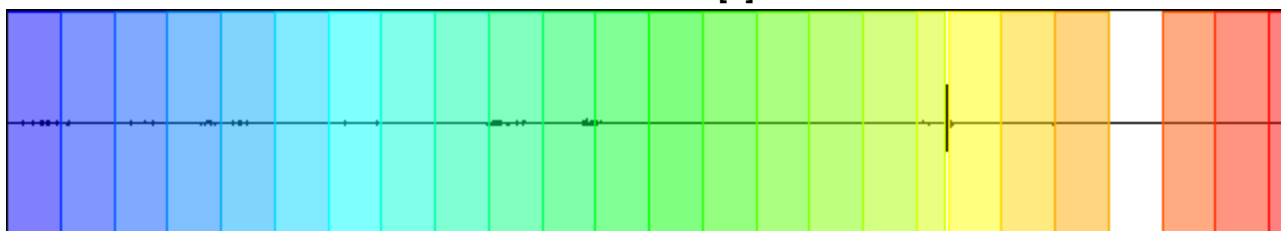
CHANNEL #2 [N]



-14002 Counts

17173 Counts

CHANNEL #3 [E]



-26173 Counts

H/V10

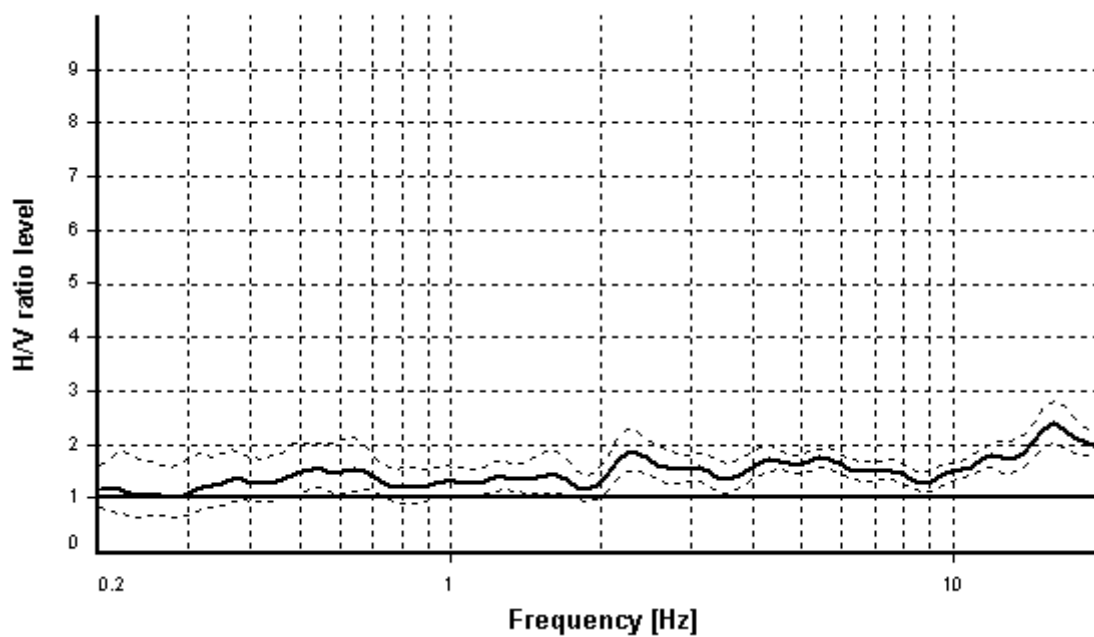
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

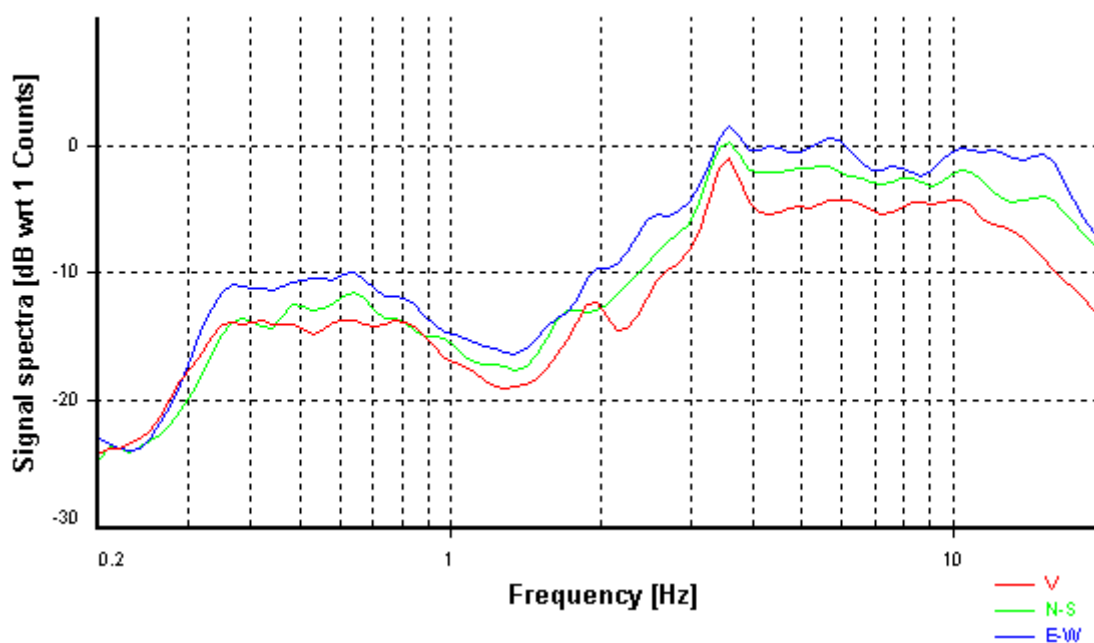
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

HVSR average

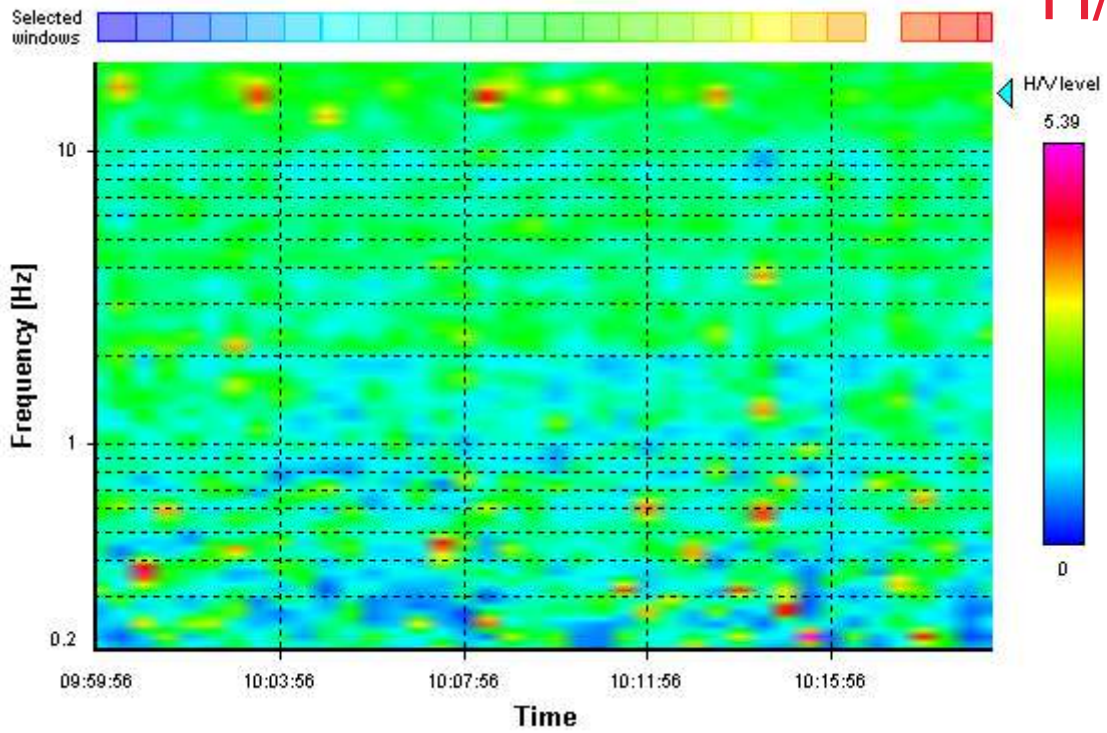


Signal spectra average

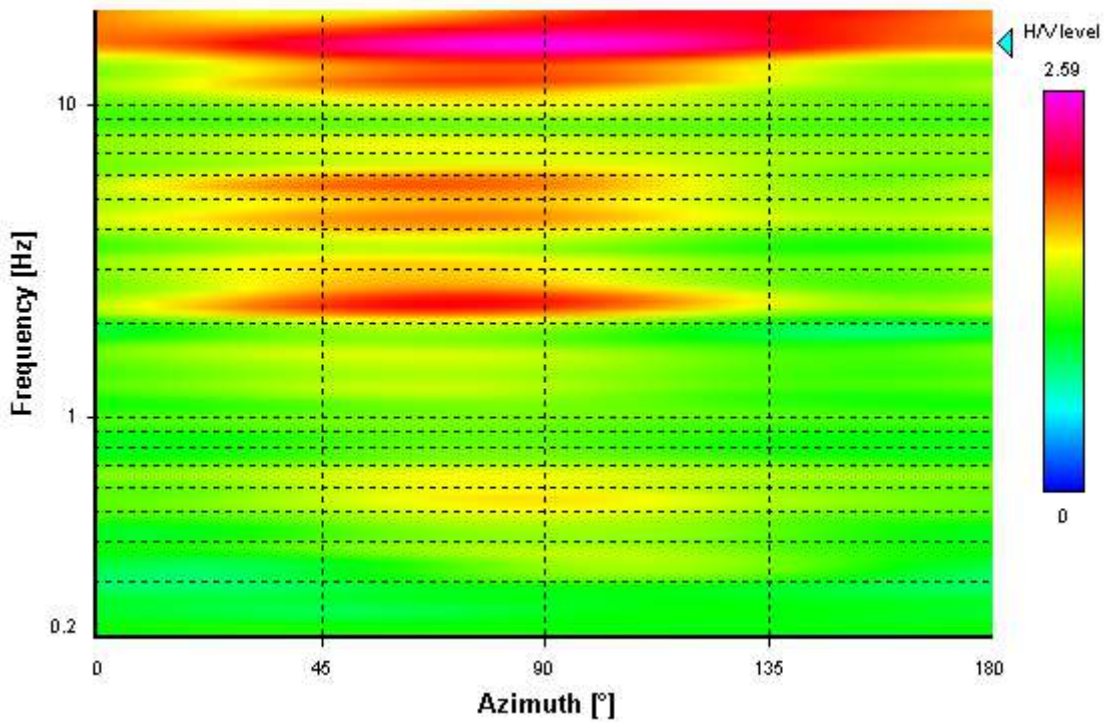


HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)

H/V10



HVSR directional analysis

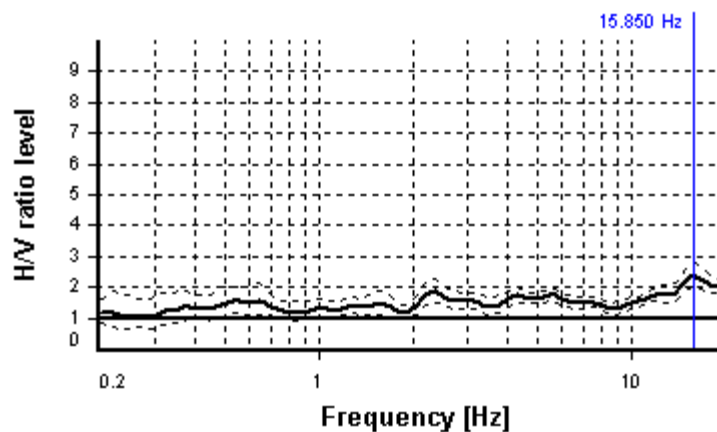


SESAME CRITERIA

H/V10

Selected f_0 frequency

15.850 Hz

 A_0 amplitude = 2.384**Average $f_0 = 16.271 \pm 1.649$** 

HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	24 valid windows (length > 0.63 s) out of 24	OK
$n_c(f_0) > 200$	18171.36 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 20	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f'$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.38 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_1 < \varepsilon(f_0)$	1.64899 >= 0.79248	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.17732 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

RIFERIMENTO ARCHIVIO:		SITO: HONASTERO		ORA: 9.06	DATA: 26.02.2017																																			
OPERATORE: GEOL. MAURO CATALDI			GPS - Sistema di rif.:																																					
LATITUDINE: 43.1366		LONGITUDINE: 13.2239		ALTITUDINE: 355 m slm																																				
TIPO DI STAZIONE SARA GEOBOX PFS5R04GBX-45-NGG		TIPO DI SENSORE 4,5 Hz		NOTE VARIE:																																				
STAZIONE n. 1909		SENSORE n.:																																						
NOME DEL FILE: MT_20170226_090550.SAF				PUNTO: TAZZALE MONASTERO																																				
FREQUENZA DI CAMP. (Hz): 400		INTERVALLO DI CAMP. (ms):		DURATA ACQUISIZIONE (s): 1200																																				
CONDIZIONI METEO		VENTO <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <5 m/s <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte																																						
		PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> media <input type="checkbox"/> forte																																						
		Temperatura (°C) 5 Note: CIELO SERENO, OMBRA																																						
TIPO SUOLO		<input type="checkbox"/> argilla <input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> roccia <input type="checkbox"/> erba = (<input type="checkbox"/> bassa <input type="checkbox"/> alta) <input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input checked="" type="checkbox"/> pavimentazione altro _____ <input checked="" type="checkbox"/> terreno asciutto <input type="checkbox"/> terreno bagnato NOTE: _____																																						
ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO		<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipo _____																																						
PRESENZA EDIFICI		<input type="checkbox"/> nessuno <input type="checkbox"/> rari <input checked="" type="checkbox"/> molti altro, tipo _____																																						
TRANSIENTI		SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie ecc.)																																						
		<input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si, tipo EVENTUALE POMPA SERBATOIO ACQUE DOTTO																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>nessuno</th> <th>pochi</th> <th>moderati</th> <th>molti</th> <th>moltoissimi</th> <th>direzione /distanza (mt.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>auto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>camion</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedoni</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>altro</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			nessuno	pochi	moderati	molti	moltoissimi	direzione /distanza (mt.)	auto	<input checked="" type="checkbox"/>						camion	<input checked="" type="checkbox"/>						pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>						altro	<input checked="" type="checkbox"/>						STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, porti ecc.) Descrizione, altezza e distanza: GRU (H=25, D=10) MONASTERO (10, 10) TORRE CASSERO (18, 25) ABITAZIONI (4, 15) ALBERI (10, 10) SERBATOIO (D=30 H)			
	nessuno	pochi	moderati	molti	moltoissimi	direzione /distanza (mt.)																																		
auto	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
camion	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
altro	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
OSSERVAZIONI:		FOTO STAZIONE DI MISURA:																																						

H/V11

H/V11

ID	Name	Component	Date reference	Unit base	Unit base	Sampling frequency	#f	Stamples	Duration	File n	File n	File n	Type
1	SARA	Vertical	2010/01/000000	g/m/s	162/Sec	400	0.0003	400000	20m	0	0	0	Raw/trace
2	SARA	North	2010/01/000000	g/m/s	162/Sec	400	0.0003	400000	20m	0	0	0	Raw/trace
3	SARA	East	2010/01/000000	g/m/s	162/Sec	400	0.0003	400000	20m	0	0	0	Raw/trace

Time window

General | Max/avg | Min | Histogram

Length: 10.000 s to 100.000 s

Overlap by: 50.00 %

Add sample threshold

Add sample threshold

Add logging on raw signal

Add logging on filtered signal

Parameters

Smoothing type: Savitzky-Golay

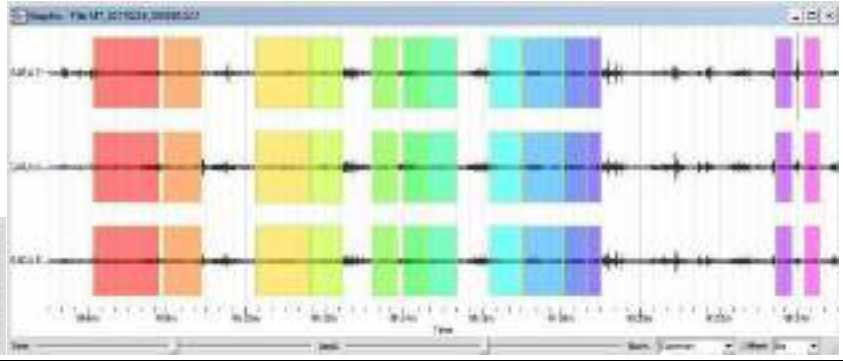
Smoothing length: 20.00

Use cosine taper

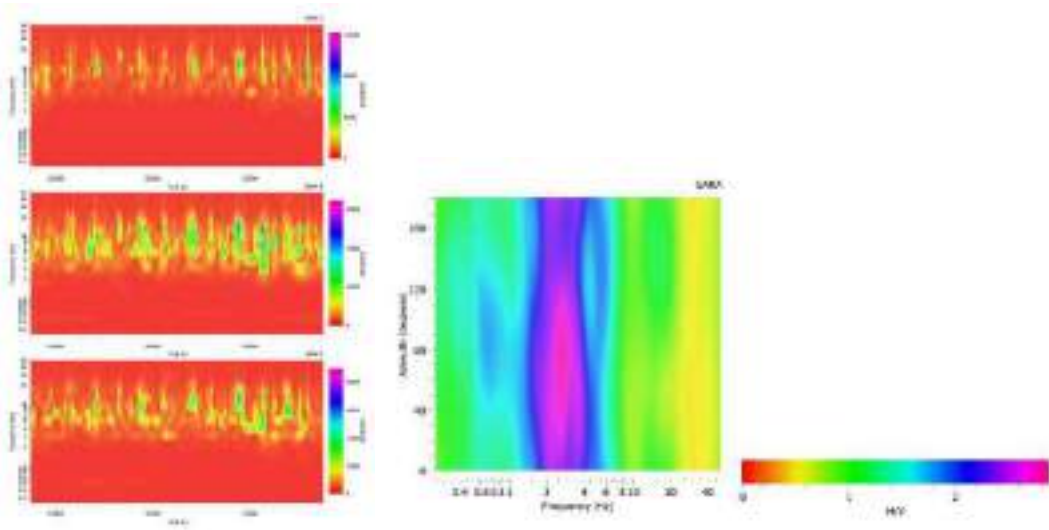
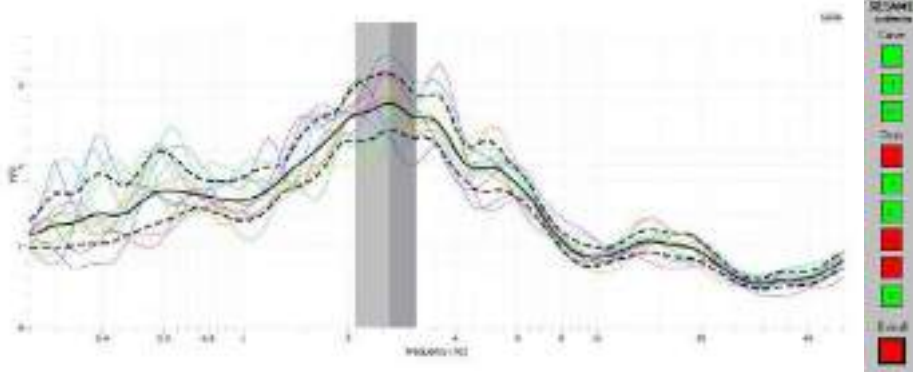
with: 0.020 %

High-pass filter

High-pass filter: 1.00 Hz

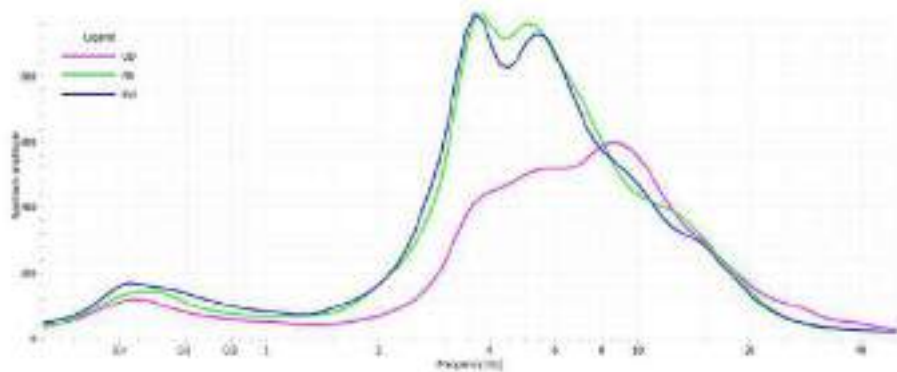


Max HVSR at 2.60281 ± 0.513007Hz (in the range 0.25 – 50.00 Hz)



Time Frequency Analysis

Directional HVSR



Spectrum summary

RIFERIMENTO ARCHIVIO: SITO: **FORESTERIA** ORA: **9.51** DATA: **26-02-2017**

OPERATORE: **GEOL. MAURO CATALDI** GPS - Sistema di rif.: **H/V12**

LATITUDINE: **43.1363** LONGITUDINE: **13.2244** ALTITUDINE: **355 m slr**

TIPO DI STAZIONE: **SARA GEOBOX PF5SR04G-BX-45-NHG** TIPO DI SENSORE: **4,5 Hz** NOTE VARIE:
 STAZIONE n. **1909** SENSORE n. _____

NOME DEL FILE: **HT_20170226_095116.SAT** PUNTO: **FORESTERIA**

FREQUENZA DI CAMP. (Hz): **400** INTERVALLO DI CAMP. (ms): _____ DURATA ACQUISIZIONE (s): **1200**

CONDIZIONI METEO
 VENTO: assente debole <5 m/s medio forte
 PIOGGIA: assente debole media forte
 Temperatura (°C): **8** Note: _____

TIPO SUOLO
 argilla sabbia ghiaia roccia erba = bassa alta
 asfalto cemento pavimentazione altro _____
 terreno asciutto terreno bagnato NOTE: _____

ACCOPPIAMENTO ARTIFICIALE SENSORE-TERRENO no si, tipo _____

PRESENZA EDIFICI: nessuno rari molti altro, tipo _____

TRANSIENTI	nessuno	pochi	moderati	molti	molte	direzione /distanza (mt.)	SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICO (pompe, industrie ecc.)	
							<input type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> si, tipo
auto	<input checked="" type="checkbox"/>						ROMPA EVENTUALE SERBATOIO	
carrion	<input checked="" type="checkbox"/>						STRUTTURE NELLE VICINANZE (alberi, infrastrutture, ponti ecc.)	
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>						Descrizione, altezza e distanza: MONASTERO (H=10m, D=10m), CAMINO	
altro	<input checked="" type="checkbox"/>						FORNACE (H=7m/D=20m) SERBATOIO (D=40m)	



H/V12

ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	SR	Phase type	Duration	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Type
1	SARA	Vertical	26/02/2017 00:00:00	26/02	13/01/16	400	5.0225	-48009	10m	0	0	0	Acceler
2	SARA	North	26/02/2017 00:00:00	26/02	13/01/16	400	5.0225	-48009	10m	0	0	0	Acceler
3	SARA	East	26/02/2017 00:00:00	26/02	13/01/16	400	5.0225	-48009	10m	0	0	0	Acceler

Time window

General | Max signal | Min | Min/Max gain

Length: 10.00 s (0.00 to 100.00)

Overlaid by: 50.00 %

Bad sample threshold: 1.0000

Bad sample threshold

Not logging in raw signal

Not logging in filtered signal

Parameters

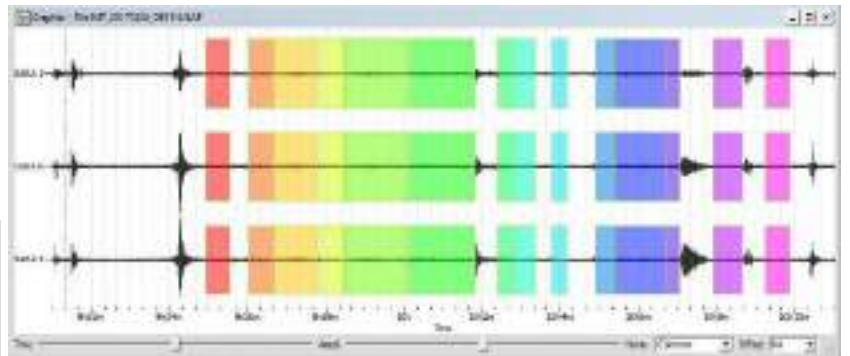
Smoothing type: Normal 3-Channels

Smoothing window: 20.00

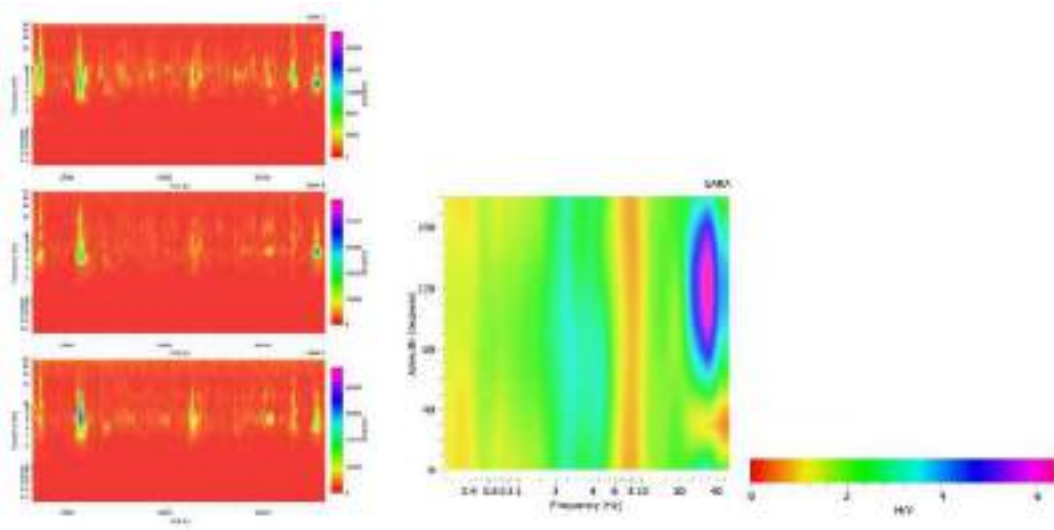
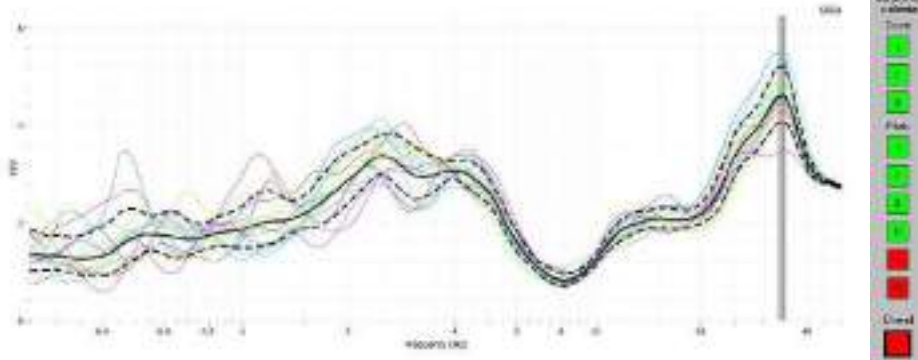
Use cosine taper

with: 0.000 %

High-pass filter: 1.0000

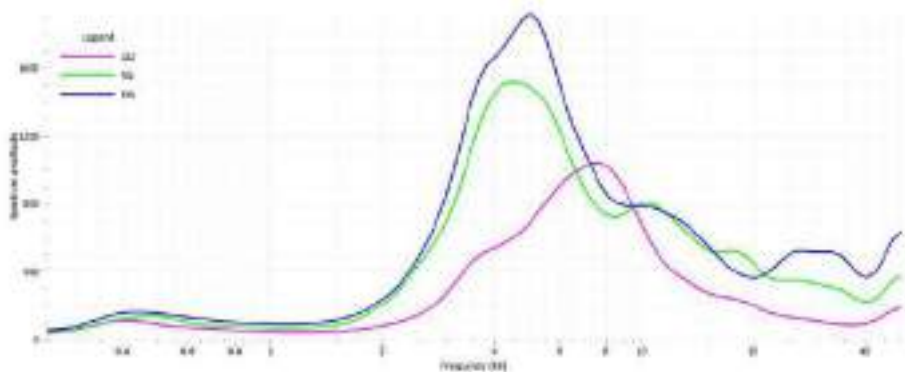


Max HVSR at 33.9934 ± 0.762826 Hz (in the range 0.25 – 50.00 Hz)



Time Frequency Analysis

Directional HVSR



Spectrum summary