

REGIONE
SICILIANA



Comune
di Santa Margherita
di Belice



Comune
di Montevago



Comune
di Menfi



Comune
Sambuca di Sicilia



Il Committente:

RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
Via Andrea Doria 41/G - 00192 Roma,
P.IVA/C.F. 06400370968
Pec rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Il Progettista:

Agon
engineering

dott. ing. VITTORIO RANDAZZO

dott. ing. VINCENZO DI MARCO

Titolo del progetto:

PARCO EOLICO LEVA

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

PELE_6_REL_004

ID PROGETTO: **PELE**

DISCIPLINA:

TIPOLOGIA: **R**

FORMATO:

A4

TITOLO:

STUDIO GEOLOGICO PRELIMINARE,
IDROGEOLOGICO, CARATTERIZZAZIONE SISMICHE
E GEOTECNICHE

Geologi:

dott. Petracca Mario



FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev:

Data Revisione

Descrizione Revisione

Redatto

Controllato

Approvato

01

31/03/2021

PRIMA EMISSIONE

STUDIO GEOLOGICO PRELIMINARE

SECONDO I DETTAMI DELLA "CIRCOLARE 3/DRA DEL 20.06.2014

- PROT.N.28807 DEL 20.06.2014 - STUDI GEOLOGICI PER LA

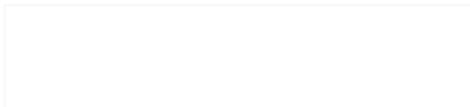
REDAZIONE DI STRUMENTI URBANISTICI"

INERENTE IL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
DENOMINATO "LEVA" CHE LA SOCIETA' RWE Renewables Italia Srl PROPONE DI
REALIZZARE NEI COMUNI DI MONTEVAGO e SANTA MARGHERITA BELICE.

DITTA COMMITTENTE:

AMATO S.R.L. UNIPERSONALE
VIA BAGLIO INGLESE WOODHOUSE 30
91020 PETROSINO (TP)
P.I. : 02756760811

Geologi
Dott. Petracca Mario



INDICE

- PREMESSA
- INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO
- INQUADRAMENTO GEOLOGICO
- INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO
- CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DEI TERRENI
- REPORT DATI GEOTECNICI
- COLONNE STRATIGRAFICHE – SONDAGGI S1 ED S2
- STUDIO DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
 - Classificazione sismica del sito di progetto
 - Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1
- CONCLUSIONI

Allegati:

- | | | |
|---------|---|----------|
| - A1b | Carta delle Indagini | 1:10.000 |
| - A1c.1 | Carta Geologica | 1:10.000 |
| - A1c.2 | Carta Geomorfologica | 1:10.000 |
| - A1c.3 | Carta Idrogeologica | 1:10.000 |
| - A1d.1 | Carta della Pericolosità Geologica | 1:10.000 |
| - A1d.2 | Mappa Pericolosità Sismica | |
| - A1d.3 | Carta della suscettività all'edificazione | 1:10.000 |

PREMESSA

Il presente lavoro, eseguito dal dott. Geol. Petracca Mario, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con il numero 2928 sez. A, concerne la fase preliminare (A1) dello studio geologico, idrogeologico, caratterizzazione sismiche e geotecniche secondo i dettami della "Circolare 3/DRA del 20.06.2014 - Prot.n.28807 del 20.06.2014 - Studi Geologici per la Redazione di Strumenti Urbanistici", di un'area interessata dalla realizzazione del campo eolico che la società RWE Renewables Italia Srl propone di realizzare nei comuni di MONTEVAGO e SANTA MARGHERITA BELICE. A tal fine lo scrivente ha eseguito i necessari studi e redatto la presente relazione volta alla definizione di un quadro geologico quanto più funzionale e di ausilio alle più opportune scelte tecniche da adottare nelle successive fasi progettuali, sempre commisurati alla natura preliminare degli studi. Il presente studio è stato condotto secondo quanto prescritto dal D.M. 17 Gennaio 2018, in riferimento al quale occorre una "Caratterizzazione e Modellazione Geologica del Sito".

In considerazione dell'intervento da realizzare per quanto ancora allo stadio preliminare, considerato il grado di complessità del contesto geologico, sono state eseguite specifiche indagini finalizzate alla ricostruzione del modello geologico così da permettere ai calcolisti di inquadrare i problemi geotecnici e definire il programma delle indagini geotecniche che riguarderanno la fase di progettazione esecutiva.

Sono stati effettuati numerosi sopralluoghi nella zona interessata e si è portato a termine il seguente piano di lavoro:

- ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico effettuati nell'area di interesse;

- rilevamento geologico e geomorfologico di un'area sufficientemente ampia e delle zone specificamente interessate dalle opere in progetto;

- raccolta ed analisi di informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico ricadenti nell'area oggetto d'intervento ed in aree attigue;

- sono state approntate due perforazioni in differenti aree così da definire la stratigrafia in due porzioni distanti del parco;

-sono state eseguite due campionature, una su ogni sondaggio, ed i campioni sono stati conferiti in laboratorio per le dovute possibili prove geotecniche di cui si allega report del laboratorio;

-nel corso dei sondaggi sono state eseguite anche ulteriori prove in situ speditive quali vanetest e pocket penetrometrico.

Un ulteriore approfondimento del quadro geologico, geomorfologico e idrogeologico ha avuto riferimento all'acclività dei versanti e al rischio frana, anche in relazione ai possibili impatti che la realizzazione dell'impianto e le opere connesse (strade di accesso, fondazioni, cavidotti interrati) potrebbero comportare sulla componente suolo e sottosuolo, in virtù delle successive fasi di lavoro da realizzare per la progettazione esecutiva che prevederà:

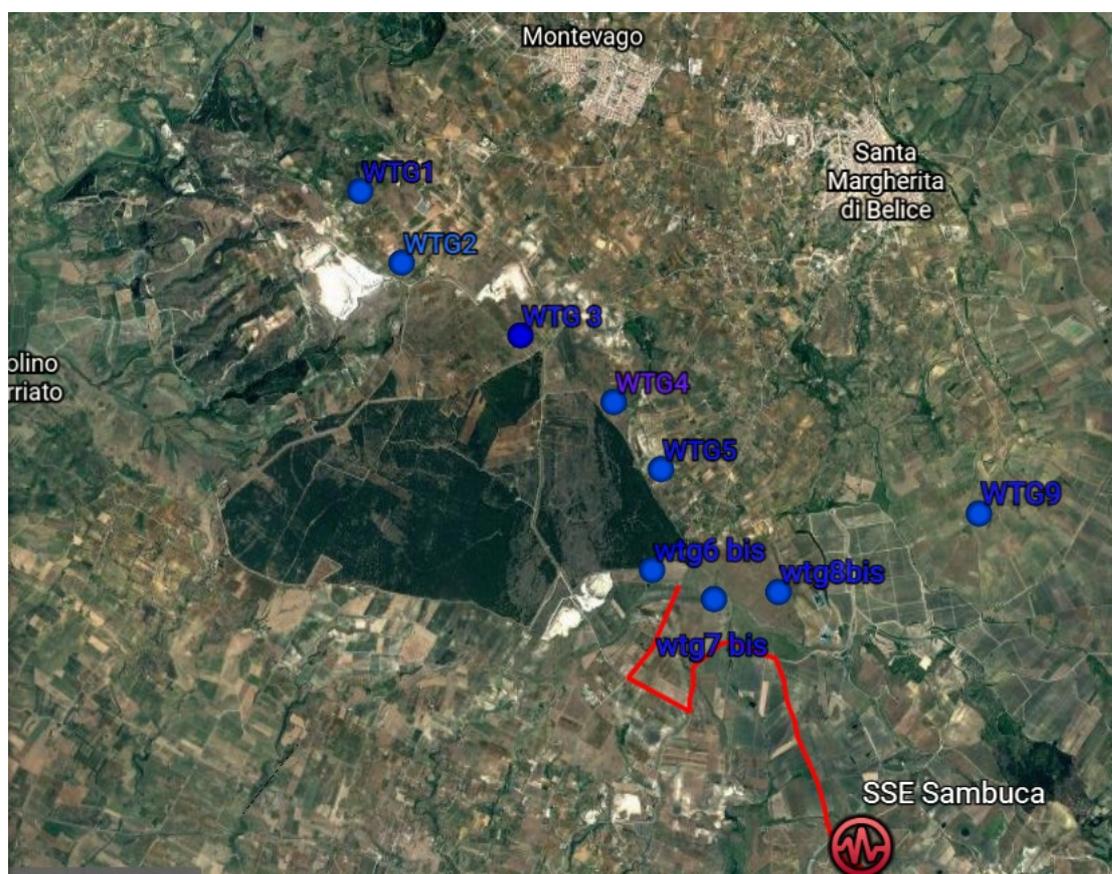
- Realizzazione di campagna di indagini geognostiche puntuali per ognuna delle strutture in progetto;
- Parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione per ognuna delle strutture in progetto;
- Predisposizione di un puntuale studio di compatibilità geologica e geotecnica;
- Svincolo delle aree soggette ai vincoli posti dal vigente PAI.

Il presente studio ha comunque puntato ad individuare preliminarmente le possibili problematiche di ordine geologico tecnico, per poter pianificare e programmare le più opportune misure di prevenzione, protezione e mitigazione della pericolosità morfologica.

Va in tal senso rilevato che, in relazione ai vincoli di interesse geologico esistenti, **le aree in esame ricadono in zona sismicamente attiva** e Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003. O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e ss. O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006; ovvero **Zona con pericolosità sismica alta**, in quanto zona più pericolosa dove possono verificarsi fortissimi terremoti. Diverse aree di comuni oggetto dello studio **ricadono nelle zone R3 e R4 di rischio idrogeologico e geomorfologico del PAI.**

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di questo studio è inclusa nei territori comunali di Montevago e Santa Margherita Belice i cui limiti amministrativi confinano a nord con il comune di Salaparuta e Poggioreale ad ovest con Partanna, a Sud con il comune di Menfi ed a est sudest con il comune di Sambuca di Sicilia, essa è attualmente costituita da appezzamenti agricoli residuali in area caratterizzata da morfologia strettamente interconnessa alla geologia, laddove affiorano i calcari le zone sono pianeggianti dove invece affiorano le argille la zona può definirsi collinare con tratti a volte scoscesi.



INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICI

All'interno del contesto geologico-strutturale la Sicilia sud-occidentale costituisce un sito ottimale per lo studio delle deformazioni relative all'avanzamento del fronte orogenico Maghrebide. I domini paleogeografici di bacini e piattaforme carbonatiche più settentrionali furono interessate dalle fasi plicative e di trasporto tettonico fin dall'Oligo-Miocene con la messa in posto delle unità panormidi ed imeresi, mentre le ultime fasi, durante il Pliocene inf-med) coinvolsero in blandi piegamenti il dominio saccense con limitato trasporto tettonico per le zone di raccordo con il dominio sicano.

I depositi carbonatici meso-creta-eocenici rientrano nell'ambito della piattaforma carbonatica-pelagica saccense; a seguito degli scontri collisionali della tettonica miopliocenica alcune parti della piattaforma carbonatica emersero ed andarono incontro ad erosione subaerea, mentre altre parti sprofondarono costituendo la sede ottimale per l'accoglimento dei depositi terrigeni prevalentemente arenacei e biocalcarenitici. Fra gli elementi di maggiore interesse, dal punto di vista strutturale, presenti nell'area rientrano i sistemi di faglie connessi con gli alti (horst) e bassi (graben) strutturali, per lo più riconducibili a due principali sistemi di dislocazione tettonica, rispettivamente secondo le direzioni NW-SE e NE-SW. Sulla scorta delle dislocazioni tettoniche individuate, appare comunque oggettiva la difficoltà nel distinguere le diverse vicissitudini tettoniche cui è andata incontro l'area in esame e pertanto risulta difficoltoso raggrupparle in fasi a cui dare una precisa collocazione cronologica. Risulta comunque evidente dal rilevamento di alcuni lineamenti morfologici che le fasi plio-pleistoceniche hanno portato al complessivo sollevamento tettonico dell'area. Infatti l'area risulta articolata in una serie di successive ed ampie spianate di varia estensione, degradanti verso la linea di costa. Tali spianate, sono la conseguenza dei movimenti eustatici del mare che, trasgredendo sulle terre emerse, ha spianato e modellato il basamento roccioso, nonchè durante le fasi di stasi vi ha depositato sopra depositi di varia natura.

Caratteristiche litologiche

In linea generale l'area in esame ricade all'interno del bacino del F. Carboj e dell'area territoriale compresa tra il bacino del F. Carboj e il bacino del F. Belice; come anticipato sopra è costituita da una serie di alti strutturali rappresentati dai rilievi di natura prevalentemente carbonatica e da rocce di natura terrigena che occupano e ricoprono le depressioni morfologiche comprese tra i vari massicci montuosi. E' possibile individuare un complesso carbonatico e calcareo-dolomitico costituito dai litotipi afferenti a due principali unità stratigrafico-strutturali (Unità di Monte Magaggiaro-Pizzo Telegrafo, Unità di Monte Genuardo), costituenti il basamento Mesozoico. Seguono in successione stratigrafica un complesso di

coperture mioceniche prevalentemente terrigene, ed un complesso di depositi marnoso-calcarei, terrigeni e clastico-carbonatici afferenti al ciclo Plio-Quaternario.

L'areale in esame presenta in affioramento depositi asseribili ai seguenti complessi:

COMPLESSO DELLE COPERTURE MIOCENICHE prevalentemente terrigene, costituite da rocce da poco a mediamente erodibili, a secondo della prevalenza dei livelli lapidei o di quelli marnoso-argillosi, in cui i dissesti sono limitati a frane di crollo e ribaltamento nelle aree maggiormente fratturate e fessurate dei termini lapidei, o di fenomeni di scivolamento in corrispondenza degli intervalli maggiormente plastici.

DEPOSITI Fm. TERRAVECCHIA, di età Tortoniano superiore Messiniano inferiore, costituiti da depositi deltizi e torbiditici, da argille brune con tenori variabili di sabbia e intercalazioni alternate di conglomerati poligenici ed orizzonti arenacei spessi diverse decine di metri.

COMPLESSO CALCARENITICO-SABBIOSO (PLIOCENE SUP.-PLEISTOCENE), che comprende la formazione sabbioso-calcarenitica plio-pleistocenica presente in affioramento nelle aree a morfologia tabulare dove sorgono i centri abitati di Menfi, Partanna, Montevago, S. Margherita Belice e Sambuca di Sicilia. Si tratta di Terrazzi marini quaternari, a varie quote sul livello del mare e decrescenti verso sud, costituiti da calcareniti di colore giallastro o rossastro, ben cementate, a cemento calcareo, in sottili livelli e in grossi banchi, con intercalazioni di sabbie e talora sottili livelli sabbioso-limosi. Detti depositi calcarenitici sono ricchi in fossili e presentano una variabilità di facies sia nella successione stratigrafica che nei passaggi laterali. Si presentano con grandi variabilità sia granulometrica che in termini di cementazione e addensamento, passando da grossolane, cavernose e ben cementate, a grana fina e ricche di sabbia quarzosa. La stratificazione passa da porzioni in cui risulta deposta in grossi banchi, ad affioramenti in strati molto sottili con eteropie di facies laterali, ed interdigitazione di straterelli limo-sabbiosi. Frequentemente ancora le calcareniti si presentano vacuolari e brecciformi, con stratificazione incrociata e talora assetto lenticolare. Le sabbie sono di colore variabile dal giallo al bruno e al rosso, con stratificazione irregolare ed interstrati formati da banchi ben cementati, marcati nei tagli dall'erosione selettiva. Talora sono presenti intercalazioni di lenti argillose ed argillo-siltose e livelli calcarenitici più o meno cementati.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il corpo idrico principale nell'area di studio è il fiume Carboj, nel Bacino è presente anche il lago artificiale Arancio, anch'esso considerato come corpo idrico significativo.

Il bacino, nella parte meridionale e nord-orientale, è formato generalmente da terreni della serie rigida mesozoica costituiti prevalentemente da calcari. Nelle parti maggiormente esposte dei rilievi sono presenti terreni della serie argillosa pliocenica con lembi di calcareniti calabriane e quaternarie.

Il grado di permeabilità ed il regime idrogeologico dei terreni presenti nell'area in esame sono stati determinati prendendo in considerazione sia la loro natura geolitologica, sia il loro assetto stratigrafico e tettonico-strutturale.

Si possono distinguere litotipi caratterizzati da una diversa permeabilità:

In linea generale, i depositi sabbiosi rappresentano i litotipi caratterizzati da permeabilità primaria per porosità. Litotipi caratterizzati da permeabilità primaria per fratturazione sono invece rappresentati dai calcari, calcari marnosi, gessi, calcari marnosi della Serie Gessoso-Solfifera, interessati anche da fenomeni di dissoluzione chimica che possono accentuarne il grado di permeabilità.

Litotipi impermeabili o scarsamente permeabili sono rappresentati dalle formazioni argillose, le quali costituiscono, ai vari livelli stratigrafico-strutturali ed in presenza dell'opportuna continuità laterale, i bedrock che consentono l'accumulo idrico sotterraneo.

La dinamica idrica sotterranea risulta quindi strettamente influenzata dalla sovrapposizione di strati a diversa permeabilità. Acquiferi di varia entità sono presenti in terreni permeabili, sia per porosità che per fratturazione e/o carsismo. Il limite di permeabilità è costituito dal passaggio a sottostanti terreni di natura argillosa.

Sulla base dell'elaborazione dei dati stratigrafici acquisiti attraverso numerosi pozzi ubicati sulla placca calcarenitica, è emerso un andamento del letto dei terreni che costituiscono tale unità idrogeologica debolmente anticlinalico in direzione NW – SE (Monteleone, 1989).

Ciò determina due sub-bacini idrogeologici, rispettivamente di 16 kmq e di 11 kmq, il cui spartiacque sotterraneo è stato individuato lungo una fascia che, dalla periferia ovest del centro abitato di S. Margherita Belice, corre verso sud fino alla C.da Cannitello passando per la zona di cerniera dell'anticlinale; essi drenano, rispettivamente, verso ovest e verso est con recapito alle sorgenti.

Le calcareniti pleistoceniche giacciono sui depositi argillosi ed argillo-marnosi del Pliocene medio-superiore che ne rappresentano il substrato impermeabile. Queste condizioni idrogeologiche, connesse con la presenza di intercalazioni argillose a più

livelli, danno origine ad una struttura idrogeologica multifalda nella quale la più consistente è certamente quella basale.

Inoltre la presenza di formazioni sabbiose caratterizzate da alternanze di livelli sabbiosi e sabbioso-limosi con intercalazioni di argille e argille marnose determina spesso la formazione di acquiferi composti da più falde sovrapposte, in relazione ai rapporti giacitureali delle argille e delle sabbie, e di accumuli di acqua sospesi a carattere stagionale, strettamente influenzati dal regime delle precipitazioni e da eventuali alimentazioni occulte da parte di falde acquifere alimentate da altri bacini idrogeologici adiacenti.

Gli elementi climatici influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee e, essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

L'evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi e nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcarea a causa dell'elevata permeabilità di tali litotipi che favorisce l'infiltrazione delle acque ruscellanti. Quindi, la ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene sostanzialmente nel periodo piovoso ottobre-aprile, mentre durante l'estate, caratterizzata da lunghi periodi di siccità ed elevate temperature, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno.

I litotipi affioranti nell'area in studio mostrano permeabilità da molto bassa o nulla (complessi prevalentemente argilloso-marnosi) a medio-elevata per porosità e fratturazione

I litotipi quarzarenitici e calcarei hanno una permeabilità medio-alta, essendo sempre interessati da un certo grado di fratturazione e/o carsismo, più o meno elevato; pertanto, in essi si instaura una circolazione idrica, la cui entità dipende anche dall'estensione areale e dalla potenza dei depositi.

I litotipi a composizione prevalentemente argilloso-marnosa, invece, sono caratterizzati da un grado di permeabilità basso o quasi nullo, tali da potersi considerare praticamente impermeabili, e quindi da escludere al loro interno la presenza di circolazione idrica sotterranea di interesse. Nelle coltri di copertura o di alterazione di natura detritica o detritico-eluviale, è possibile rinvenire delle falde superficiali a carattere stagionale a seguito della infiltrazione di acque meteoriche, comunque di modesta rilevanza e dipendenti dalle caratteristiche granulometriche.

Di seguito vengono descritti i vari complessi individuati, secondo le caratteristiche di permeabilità possedute dai litotipi affioranti nell'area in studio:

- Rocce permeabili per fessurazione e carsismo (**area di Montevago**). Tale tipo di permeabilità è legato alla rete di fessurazione che caratterizza le litologie lapidee, conseguente alle vicissitudini tettoniche subite da tali depositi.

Nelle litologie calcaree e calcareo-dolomitiche e nei gessi macrocristallini, alla permeabilità per fessurazione si aggiunge quella dovuta ai fenomeni carsici: infatti le acque arricchite in CO₂, svolgendo un'azione solvente sulle rocce di composizione carbonatica danno luogo a fenomeni carsici più o meno spinti che aumentano la permeabilità, creando delle vie preferenziali di scorrimento in corrispondenza delle fratture principali.

Presentano tale tipo di permeabilità i depositi calcarei e calcareo-dolomitici mesozoici, i calcari marnosi della Scaglia e i terreni calcarenitici quaternari.

In tali rocce l'infiltrazione e lo scorrimento delle acque avviene prevalentemente in senso verticale e secondo lamine orizzontali sul tetto dei terreni impermeabili sottostanti.

- Rocce impermeabili (**area di Santa Margherita Belice**). Vengono considerate impermeabili tutte le rocce che presentano una frazione argillosa prevalente.

In questo tipo di litologia si verifica una circolazione idrica praticamente trascurabile e che per tali caratteristiche fungono da substrato alle falde acquifere ovvero danno luogo a scorrimenti superficiali

In questa categoria si identificano tutte le facies costituite da una frazione argillosa prevalente; in particolare, nel bacino in esame esse sono rappresentate dalle argille ed argille marnose plioceniche, dalle facies argillose del Flysch Numidico e della Fm. Terravecchia e da tutte le formazioni con frazione marnosa prevalente.

Da quanto sopra esposto si evince che nel bacino in studio la circolazione idrica sotterranea risulta piuttosto limitata nelle aree afferenti al comune di Santa Margherita Belice, a causa dell'assetto geologico-stratigrafico, caratterizzato da una prevalenza di terreni argillosi e argilloso sabbiosi o marnosi, da poco permeabili a praticamente impermeabili.

Nel settore orientale invece (Montevago), i depositi più permeabili affiorano in aree più estese e con spessori notevoli e consentono l'accumulo di falde idriche anche di particolare rilevanza: si hanno infatti falde idriche in corrispondenza degli affioramenti carbonatici o calcareo-dolomitici.

Verbale accettazione N. 4229 del 27/01/2021

Committente: Ditta Amato S.r.l.

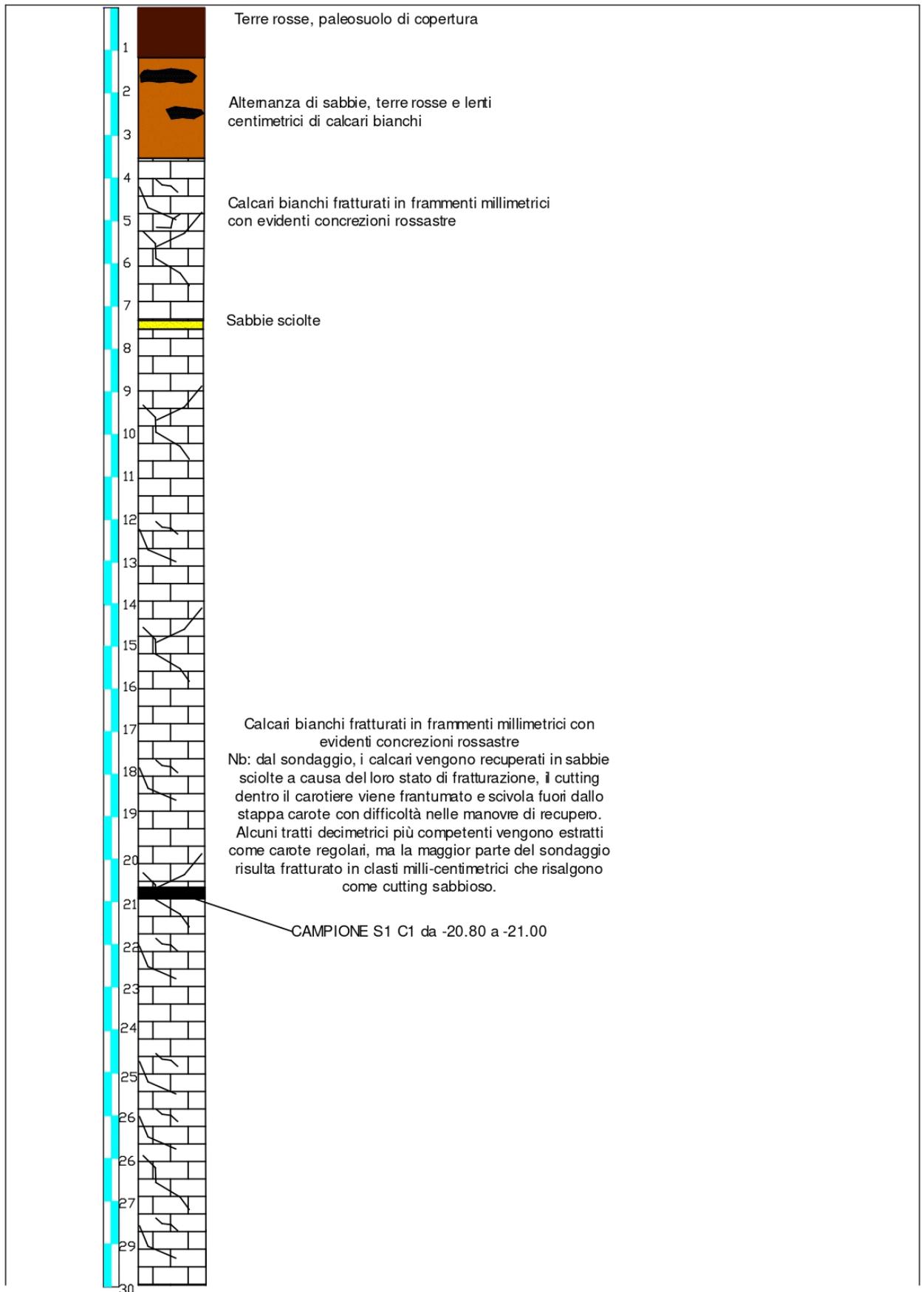
Progetto / Lavoro: Realizzazione di un parco eolico tra Montevago e Santa Margherita Belice

Località Prelievo Campione : Santa Margherita Belice

Sond.	Camp.	prof. (m)	W	γ	γ_s	eo	n	Sr	Taglio		Descrizione visiva	
			(%)	(t/m^3)					c'	ϕ'		
									(%)	KN/m ²	(°)	
S 2	C 2	20,50 - 21,00	30,71	1,94	2,76	0,86	0,46	98,28	26	23		Argilla limosa carbonatica, di colore grigio a media consistenza

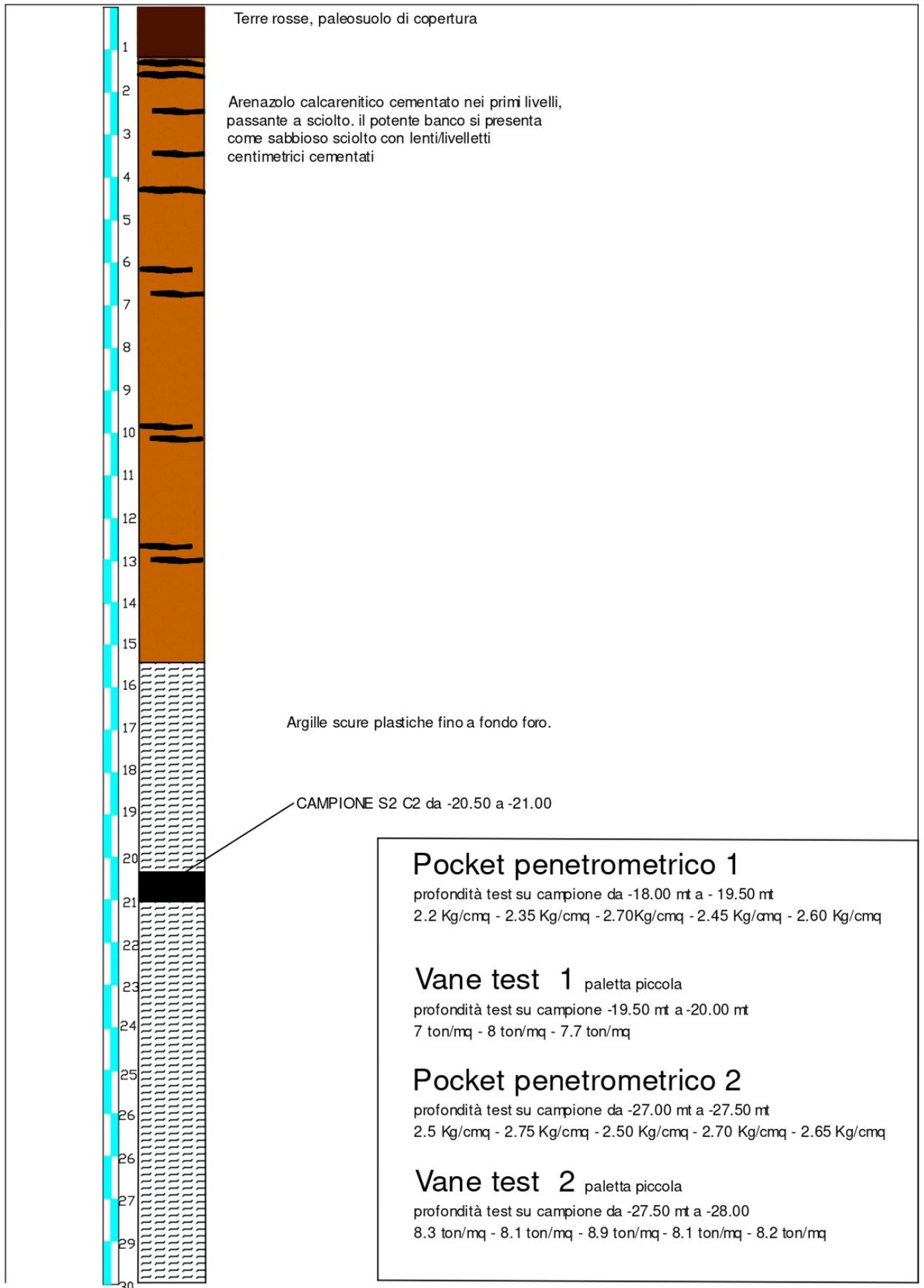
COLONNA STRATIGRAFICA

Scala 1:100 SONDAGGIO S1 - località Parco: Menfi - Montevago - Santa Margherita
data esecuzione 18/02/2021 e 19/02/2021



COLONNA STRATIGRAFICA

Scala 1:100 SONDAGGIO S2 - località Parco: Menfi - Montevago - Santa Margherita
data esecuzione 20/02/2021



STUDIO DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR

Ai fini della determinazione delle caratteristiche elastiche dei terreni indagati, sono state eseguite in corrispondenza dell'area in studio, esattamente in corrispondenza dei generatori in progetto n° 3 e n° 8, due indagini di tipo Sismica Passiva, a mezzo di Sismografo digitalizzatore elettronico a larga banda ed alta sensibilità; attraverso l'analisi spettrale delle componenti vibrazionali del terreno stesso, o meglio attraverso l'analisi del rumore sismico del terreno, è stato possibile definire le geometrie del substrato, determinando le relative variazioni litologiche in corrispondenza delle discontinuità sismiche rilevate. Le tracce sismiche registrate in campagna sono state quindi elaborate a mezzo di Trasformate di Fourier, eseguendo la pulitura dai disturbi spontanei ed indotti, ed una modellizzazione inversa ha permesso la caratterizzazione del sito in termini di frequenza di risonanza fondamentale del terreno; tale parametro, confrontato successivamente con i relativi spettri di ampiezza dei segnali acquisiti ai sensori, ha restituito un modello stratigrafico con i rispettivi valori di velocità delle onde di taglio (V_s).

La caratterizzazione del substrato in termini di V_s ha permesso la determinazione del parametro V_{s30} del sito, e la classificazione del suolo di fondazione nella relativa categoria litostratigrafica, in ottemperanza alla Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003 e successiva O.P.C.M. 3519 del 28/04/2006 con la quale sono stati emanati ulteriori criteri per la classificazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone per cui detta ordinanza integra di fatto la precedente 3274/03 sopracitata; infine ai sensi delle NTC 17/01/2018.

CONSIDERAZIONI SUGLI EFFETTI DI SITO, RUMORE SISMICO E METODO HVSR

Gli effetti di sito sono amplificazioni locali delle onde sismiche dovute a particolari condizioni geologiche e topografiche; nel caso tipico di risonanza delle coltri sedimentarie, tale effetto è relazionato al fenomeno della trasmissione delle onde sismiche che dal basso incidono sul sovrastante substrato sedimentario imponendo a quest'ultimo di oscillare alla frequenza propria, l'altro caso di risonanza è correlato a particolari aspetti topografici e/o morfologici per cui anche in siti collocati sullo stesso litotipo possono amplificare il moto vibrazionale del suolo in funzione della morfologia, l'onda sismica al suo passaggio mette in oscillazione un piccolo rilievo topografico alla sua frequenza propria. Tali effetti di risonanza fra bedrock e morfostrutture considerati da soli possono dare semplicemente un quadro delle

dinamiche vibrazionali delle porzioni di suolo indagate, ma il quadro si complica nel momento in cui la frequenza di risonanza del suolo coincide con quella degli edifici che si trovano su esso, in questo drammatico caso l'amplificazione delle onde sismiche sarà molto grande e produrrà alle strutture sollecitazioni tali da portarle quasi certamente alla distruzione; tale fenomeno è detto Doppia Risonanza.

Il fenomeno della doppia risonanza fra sito e strutture, visti gli effetti distruttivi, va quindi preso in seria considerazione quando si va a realizzare qualunque struttura; a tal fine basta misurare la frequenza di risonanza del sito, confrontarla con la frequenza di risonanza propria di ogni edificio e verificare che non siano coincidenti.

Per quanto concerne la misura delle frequenze proprie di oscillazione del suolo, considerando il suolo approssimabile a un corpo con comportamento viscoelastico, è possibile misurarle in ogni punto applicando al suolo una sollecitazione nota, cioè un impulso singolo, oppure una sollecitazione sinusoidale, e misurando la risposta in termini di spostamenti o accelerazioni registrati con appositi acquisitori sismografici digitali; detto ciò è possibile utilizzare una fonte alternativa spontanea e non invasiva di energizzazione, sfruttando il naturale Rumore Sismico di fondo come fonte di eccitazione naturale.

Il Rumore Sismico è generato da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, quindi presente sempre ed ovunque sulla superficie terrestre. Viene definito Microtremore in quanto coinvolge delle oscillazioni il cui range di frequenze è molto più piccolo di quello indotto dai terremoti in prossimità del loro epicentro. Agli studi atti ad indagare il sottosuolo sfruttando il microtremore sismico è stata data la definizione di "tremografie", e fra tutte le tipologie di tecniche di interpretazione il metodo consolidato per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in sito è quello proposto da Kanai (1957) e modificato da Nogoshi e Igarashi (1970); il metodo è universalmente usato e conosciuto come Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o più semplicemente H/V, in quanto si basa sull'interpretazione dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale.

Il metodo HVSR o H/V si basa sul principio di riflessione che coinvolge le onde sismiche ogni volta che queste incontrano un interfaccia che separa due strati, differenti per densità (ρ_1 e ρ_2) e velocità di propagazione delle onde sismiche (V_1 e V_2). Le onde così riflesse rimangono intrappolate nello strato ed andranno a sommarsi alle onde incidenti raggiungendo ampiezze massime quando la lunghezza

dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato (condizione di risonanza). La frequenza fondamentale di risonanza f_r dello strato 1 relativa alle onde S è pari a $f_r = V_s/4H$ (*); questo effetto è sommabile anche se non linearmente e senza una corrispondenza 1:1, nel caso di situazione reale a più strati. Tale peculiarità permette alla curva H/V, relativa ad una situazione a più strati, di contenere l'informazione sulle frequenze di risonanza, e quindi sugli spessori, di ognuno degli strati. L'interpretazione di una situazione a più strati parte da una inversione attraverso l'analisi delle singole componenti e del rapporto spettrale H/V, permettendoci di riconoscere, attraverso opportune correlazioni, i vari contrasti di impedenza fra gli strati e le velocità delle onde S di ogni strato fino a profondità considerevoli (superiori ai 100 metri).

Ai sensi delle NTC 2018 come delle OPCM 3274 – Nuova Normativa AntiSismica del 20/03/2003 e successiva O.P.C.M. 3519 del 28/04/2006 con relative ss.mm.ii. la classificazione del sottosuolo viene effettuata in base alle condizioni stratigrafiche ed i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/sec) definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

h_i	spessore dell'i-esimo strato;
$V_{S,i}$	velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
N	numero di strati;
H	profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiori a 30 mt, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

FASI DI ACQUISIZIONE

Lo strumento utilizzato per l'acquisizione in campagna consiste in un sismografo digitalizzatore appartenente alla classe strumentale Digitalizzatore Sismico (Sismografo) atto al monitoraggio delle vibrazioni del suolo (quali rumori sismici), a 24 bit, su 3 canali, a tal fine dotato di sensori elettrodinamici orientati nelle 3 direzioni fondamentali (N-S, E-W e Z), è inoltre dotato di ricevitore GPS. I dati sono registrati nel PC a mezzo di apposito programma, il timing accurato del ricevitore

GPS e il convertitore ad altissime prestazioni consentono di utilizzare lo strumento di elevata dinamica e precisione con frequenze di campionamenti regolabili da 100 Hz fino a 600 Hz, consentendo all'operatore di regolare le acquisizioni a frequenze variabili in funzione delle condizioni ambientali di rumorosità antropica che si incontrano nelle varie situazioni. Nella comune pratica comunque, le registrazioni avvengono a frequenze 100-200 Hz in modo che possano essere registrati anche segnali inattesi, poi esaminati ed eventualmente rimossi digitalmente in fase di postprocessing. Lo strumento utilizzato per microtremori può rilevare segnali normalmente di debole intensità quindi è dotato di una sensibilità più elevata. Per le fasi di acquisizione e successiva interpretazione è stato utilizzato un pacchetto di software "Geopsy packages", nato dal Progetto SESAME (2005), e completo di una serie di software per il calcolo di V_s , quindi $V_{s,eq}$ oppure V_{s30} , ed altri parametri come i moduli di Poisson etc.

Per l'applicazione della metodologia HVSR, al fine di ottenere buone misure è stata eseguita in campagna una registrazione seguendo i dettami del suddetto Progetto Sesame:

- finestre temporali di acquisizione non inferiori a 20 minuti,
- sottofinestre di $20 \div 30$ sec,
- eliminazione delle finestre con transienti legati a sorgenti specifiche come passi o il passaggio di vetture in prossimità del punto di acquisizione,
- lisciamento degli spettri utilizzando nel caso specifico la tecnica Konno-Omachi smoothing windows ,
- calcolato il rapporto spettrale H/V per ciascuna sottofinestra ,
- stima del valor medio della curva H/V,
- riconoscimento ed interpretazione dei picchi significativi.

INTERPRETAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI STRATIGRAFICI E V_{s30}

Tr1

L'interpretazione di ogni picco nella curva H/V (fig. 1) è stata affinata dall'analisi spettrale del segnale (fig 1.1, 1.2, 1.3 e fig. 2), si sono distinti chiaramente i picchi caratteristici segnati con un cerchietto rosso, da quelli alterati da rumore e sovrapposizioni di segnali; successivamente è stato possibile individuare nettamente le discontinuità presenti nel sottosuolo, ed in fine un fitting ha restituito la profondità di ogni orizzonte individuato e la sua velocità in termini di onde S;

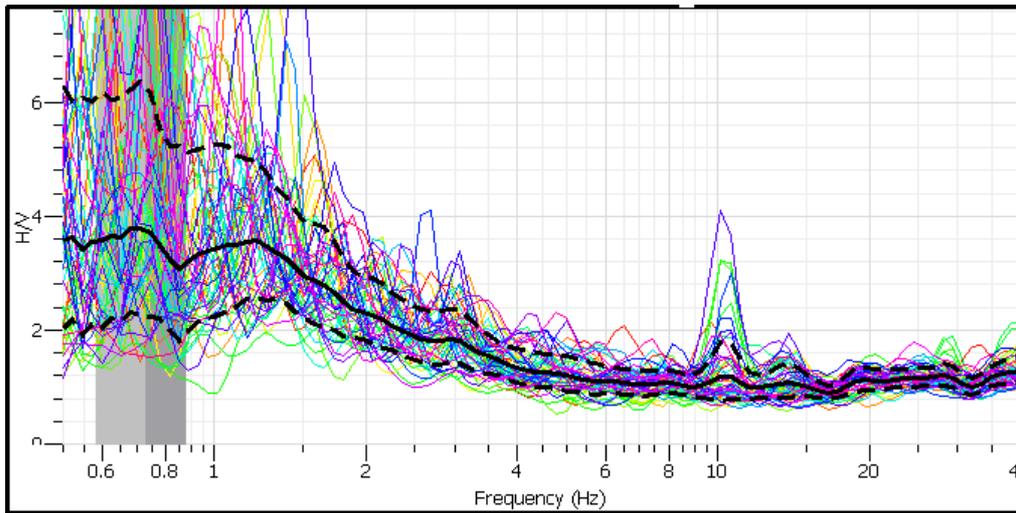
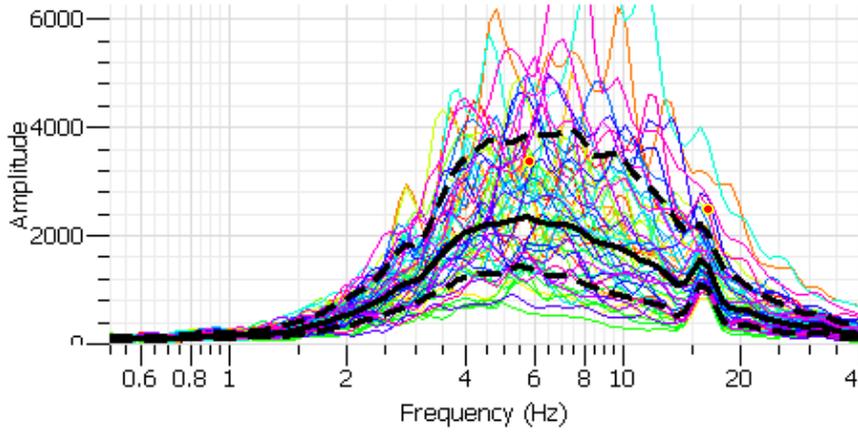


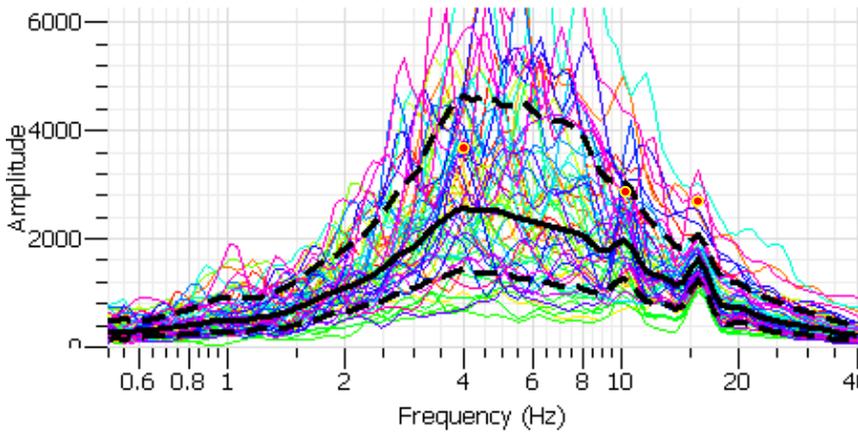
Figura 1 - Curva H/V con picchi di frequenza caratteristici Tr1.

Fig 1.1



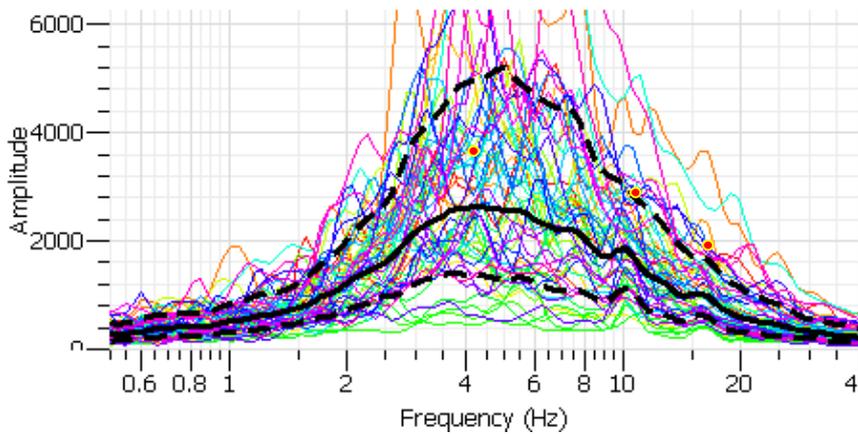
id 4Z

Fig. 1.2



id 5N

Fig. 1.3



id 6E

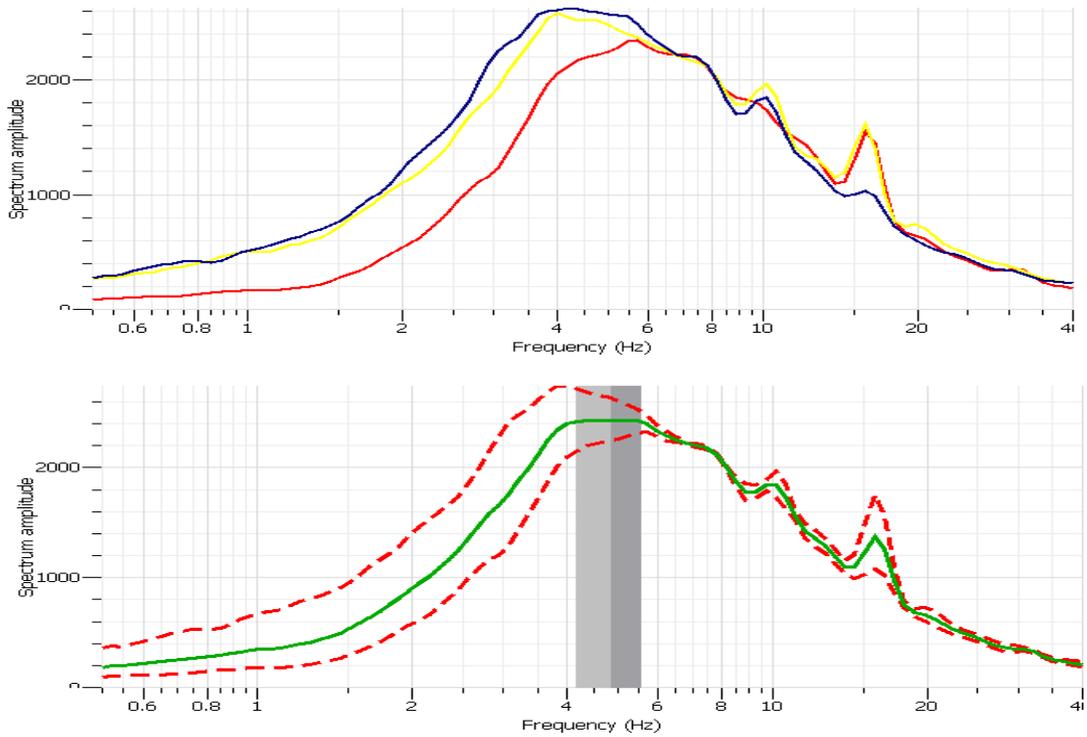
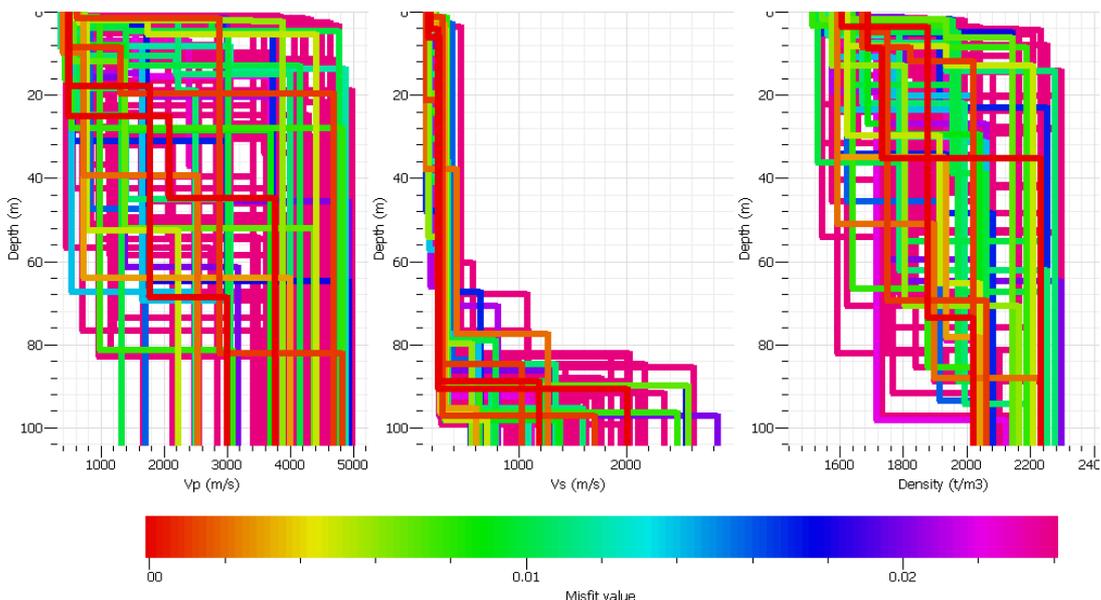


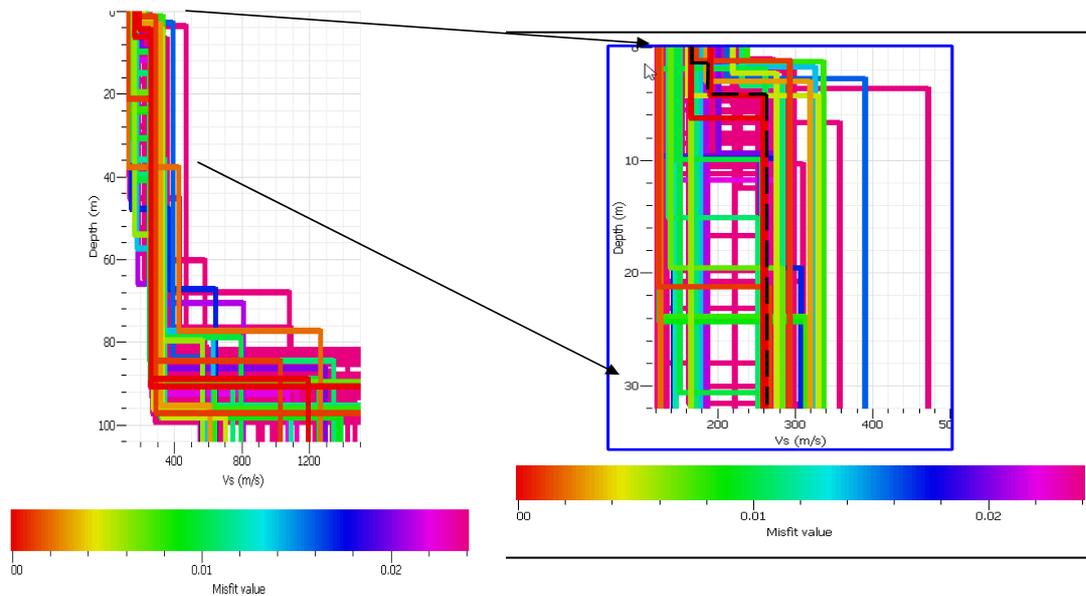
Fig.2 – Analisi spettrale Tr1

Attraverso l'interpretazione con l'applicazione "dinver" dell'ellitticità dei picchi di risonanza, è stato possibile individuare le discontinuità del substrato, rilevandole in termini di frequenza di risonanza; nell'interpretazione col metodo H/V, come si può notare dalla fig. 1, è stata elaborata una restituzione fra 0,5 ÷ 64Hz che ci desse informazioni più dettagliate dei livelli superficiali. Sulla scorta delle prescrizioni e valutazioni a monte dell'interpretazione si è proceduto alla restituzione del relativo modello stratigrafico in termini di velocità delle onde S e profondità, come segue in fig.3.

Analisi dei picchi di frequenza della curva H/V-Tr1

Vengono adesso interpretati i picchi delle frequenza di risonanza che caratterizzano la curva H/V dell'indagine (in fig. 1; 1.1; 1.2 e 1.3). Osservando la curva "H/V Result" si evidenziano picchi di risonanza a circa 32.06Hz, 15.93Hz, 10.02Hz e 4.87Hz; ad identificare un primo strato con $V_s=167,54\text{m/s}$, per una profondità di circa 1,10mt dal piano campagna; i successivi picchi di risonanza si evidenziano a profondità 4,30mt dal p.c. con $V_s=192,50\text{m/s}$, discordante su un livello impostato a profondità superiori a 30 mt avente $V_s=296,70\text{m/s}$.





*Figura 3 – Andamento della
velocità delle onde S con la
profondità “Vs-Depth”*

**Schema stratigrafico dei primi 30 metri di profondità, con Vs
relativa ad ogni orizzonte individuato-Tr1**

PROFONDITÀ DAL PIANO DI CAMPAGNA (M)	SPESORE (M)	VS (M/S)
1 . 1 0	1 . 1 0	1 6 7 . 5 4
4 . 3 0	3 . 2 0	1 9 2 . 5 0
> > 3 0 . 0 0	> 2 5 . 7 0	2 9 6 . 7 0

Determinazione del Vseq-Tr1

Il passo successivo all'individuazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio, dette onde S, relative ad ogni orizzonte riconosciuto nel sottosuolo del lotto indagato, consiste nella determinazione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/sec) definita come anticipato nei paragrafi precedenti dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

h_i spessore dell' i -esimo strato;
 $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
 N numero di strati;
 H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiori a 30 mt, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Nel caso specifico avendo profondità del substrato superiore a 30 mt è stata calcolata una **$V_{s30} = 273,20$ m/s**.

Ai sensi della vigente normativa i terreni del lotto in oggetto appartengono alla Categoria Litostratigrafica C ovvero:

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
---	---

Tr2

L'interpretazione di ogni picco nella curva H/V (fig. 4) è stata affinata dall'analisi spettrale del segnale (fig 4.1, 4.2, 4.3 e fig. 5), si sono distinti chiaramente i picchi caratteristici segnati con un cerchietto rosso, da quelli alterati da rumore e sovrapposizioni di segnali; successivamente è stato possibile individuare nettamente le discontinuità presenti nel sottosuolo, ed in fine un fitting ha restituito la profondità di ogni orizzonte individuato e la sua velocità in termini di onde S;

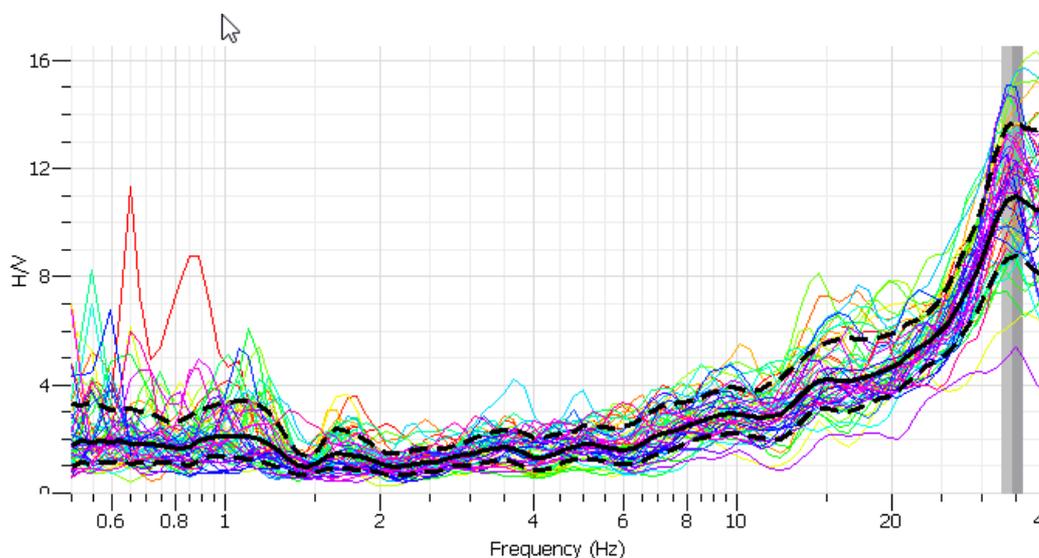


Figura 4 - Curva H/V con picchi di frequenza caratteristici Tr2

Fig 4.1

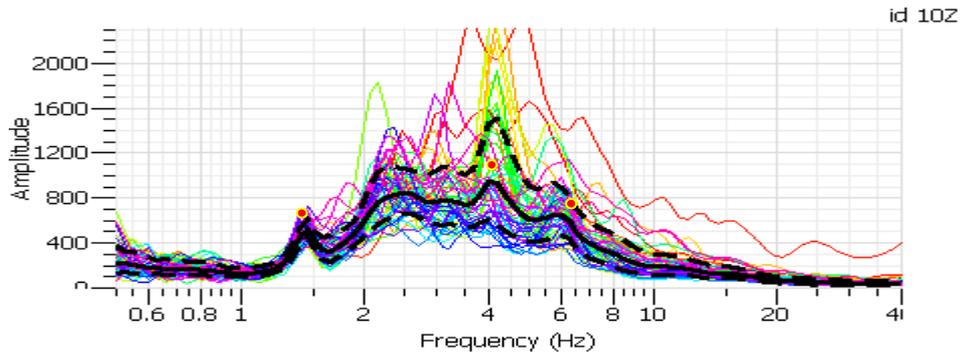


Fig. 4.2

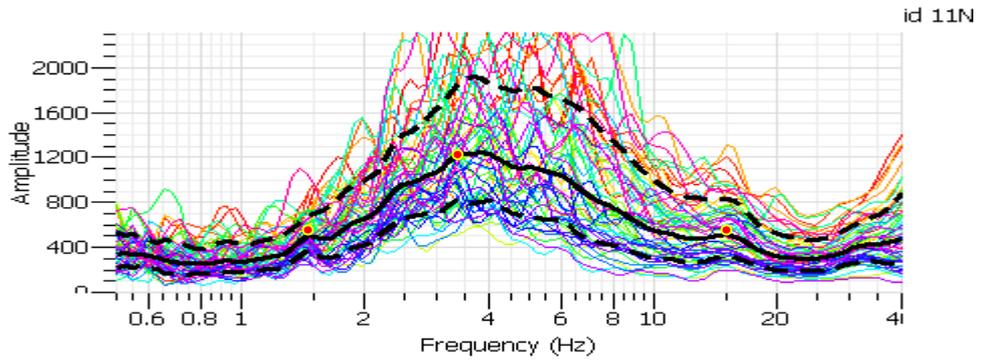


Fig. 4.3

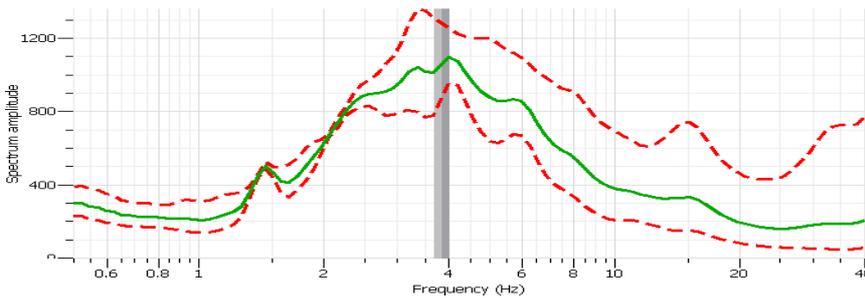
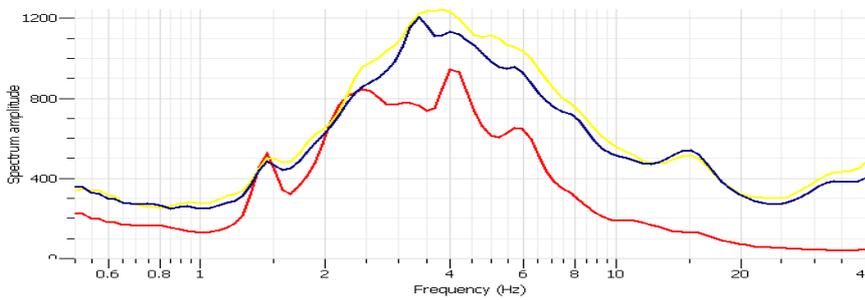
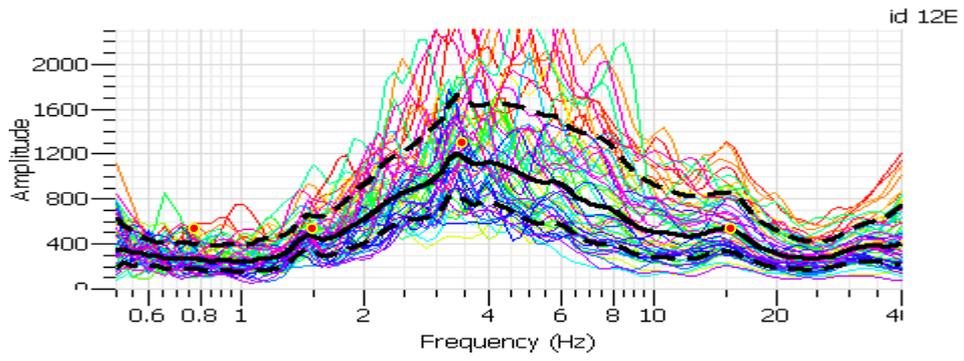
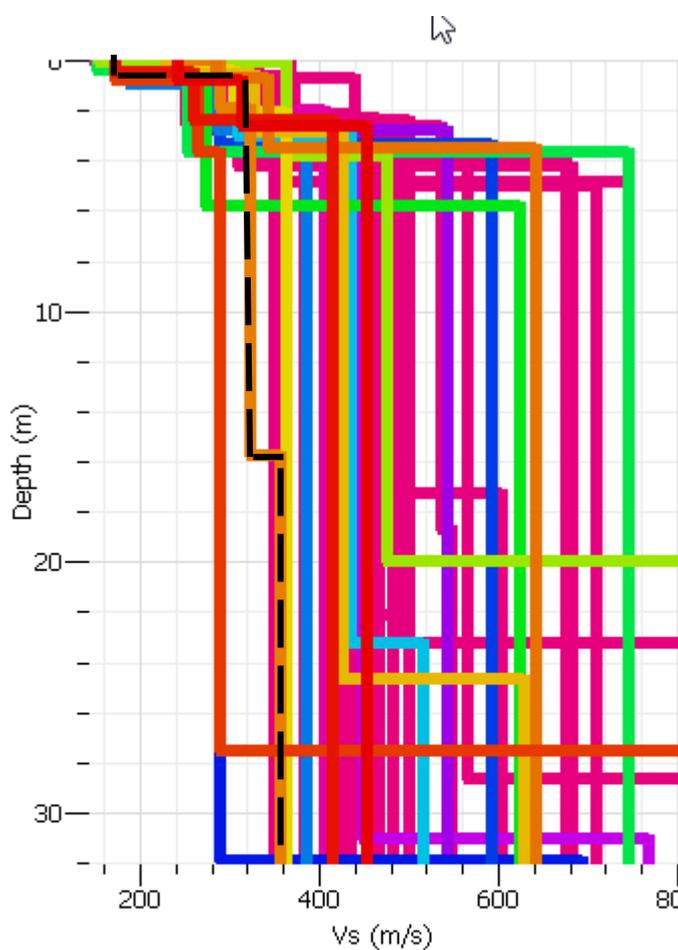


Fig.5 – Analisi spettrale

Attraverso l'interpretazione con l'applicazione "dinver" dell'ellitticità dei picchi di risonanza, è stato possibile individuare le discontinuità del substrato, rilevandole in termini di frequenza di risonanza; nell'interpretazione col metodo H/V, come si può notare dalla fig. 4, è stata elaborata una restituzione fra 0,5 ÷ 64Hz che ci desse informazioni più dettagliate dei livelli superficiali. Sulla scorta delle prescrizioni e valutazioni a monte dell'interpretazione si è proceduto alla restituzione del relativo modello stratigrafico in termini di velocità delle onde S e profondità, come segue in fig.6.

Analisi dei picchi di frequenza della curva H/V-Tr2

Vengono adesso interpretati i picchi delle frequenza di risonanza che caratterizzano la curva H/V dell'indagine (in fig. 1; 1.1; 1.2 e 1.3). Osservando la curva "H/V Result" si evidenziano picchi di risonanza a circa 32.99Hz, 14.83Hz, 5.82Hz e 3.93Hz; ad identificare un primo strato con $V_s=175,34\text{m/s}$, per una profondità di circa 0,70mt dal piano campagna; i successivi picchi di risonanza si evidenziano a profondità 15,60mt dal p.c. con $V_s=328,98\text{m/s}$, discordante su un livello impostato a profondità superiori a 30 mt avente $V_s=363,83\text{m/s}$.



Misfit value

Figura 6 – Andamento della velocità delle onde S con la profondità “Vs-Depth”

Schema stratigrafico dei primi 30 metri di profondità, con Vs relativa ad ogni orizzonte individuato-Tr2

PROFONDITÀ DAL PIANO DI CAMPAGNA (M)	SPESSORE (M)	VS (M/S)
0 . 7 0	0 . 7 0	1 7 5 . 3 4
1 5 . 6 0	1 4 . 9 0	3 2 8 . 9 8
> > 3 0 . 0 0	> 1 4 . 4 0	3 6 3 . 8 3

Determinazione del Vseq-Tr2

Il passo successivo all'individuazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio, dette onde S, relative ad ogni orizzonte riconosciuto nel sottosuolo del lotto indagato, consiste nella determinazione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/sec) definita come anticipato nei paragrafi precedenti dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiori a 30 mt, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Nel caso specifico avendo profondità del substrato superiore a 30 mt è stata calcolata una $V_{s30} = 337,60 \text{ m/s}$.

Ai sensi della vigente normativa i terreni del lotto in oggetto appartengono alla Categoria Litostratigrafica C ovvero:

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

Rilievo fotografico indagini sismiche



Foto Indagine in corrispondenza del punto 3_Parco Eolico LEVA_Santa Margherita-Montevago



Foto Indagine in corrispondenza del punto 8_Parco Eolico LEVA_Santa Margherita-Montevago

CONCLUSIONI

Su incarico di RWE RENEWABLES ITALIA Srl, la società AMATO srl ha commissionato ai professionisti firmatari della presente “lo studio geologico preliminare, svolto secondo i dettami della “circolare 3/dra del 20.06.2014 - prot.n.28807 del 20.06.2014 - studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici” inerente il progetto per la realizzazione di un parco eolico denominato “leva” che la società rwe renewables italia srl propone di realizzare nei comuni di Montevago e Santa margherita Belice.

A seguito delle indagini eseguiti e degli studi effettuati è necessario ribadire che le aree in esame ricadono in zona sismicamente attiva, così come anche da O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006; ovvero Zona con pericolosità sismica alta, in quanto zona più pericolosa dove possono verificarsi fortissimi terremoti. Diverse aree di comuni oggetto dello studio ricadono nelle zone R3 e R4 di rischio idrogeologico e geomorfologico del PAI *sebbene nessuna delle aree individuate per la realizzazione delle pale ricada specificatamente all'interno di esse.*

Lo studio ha messo in risalto come pur con caratteristiche litologiche estremamente differenti i siti siano caratterizzati tutti da velocità sismiche che li identificano come terreni di tipo C, e come le caratteristiche geotecniche avvalorino questi dati, visto che fondamentalmente i siti insistono su calcari molto cariati (S1) e fessurati e su argille (S2). Di conseguenza lo studio puntato ad individuare preliminarmente le possibili problematiche di ordine geologico tecnico per poter pianificare e programmare le più opportune misure di prevenzione, protezione e mitigazione della pericolosità morfologica.

REPORT FOTOGRAFICO INDAGINI

Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

S1



S1 Cassetta 1



S1 Cassetta 2



S1 Cassetta 3



S1 Cassetta 4



S1 Cassetta 5



S1 Cassetta 6



Posizionamento S1

S2



S2 Cassetta 1



S2 Cassetta 2



S2 Cassetta 3



S2 Cassetta 4



S2 Cassetta 5



S2 Cassetta 6



Posizionamento S2



penetrometer test



Vane test



Campione S1 C1

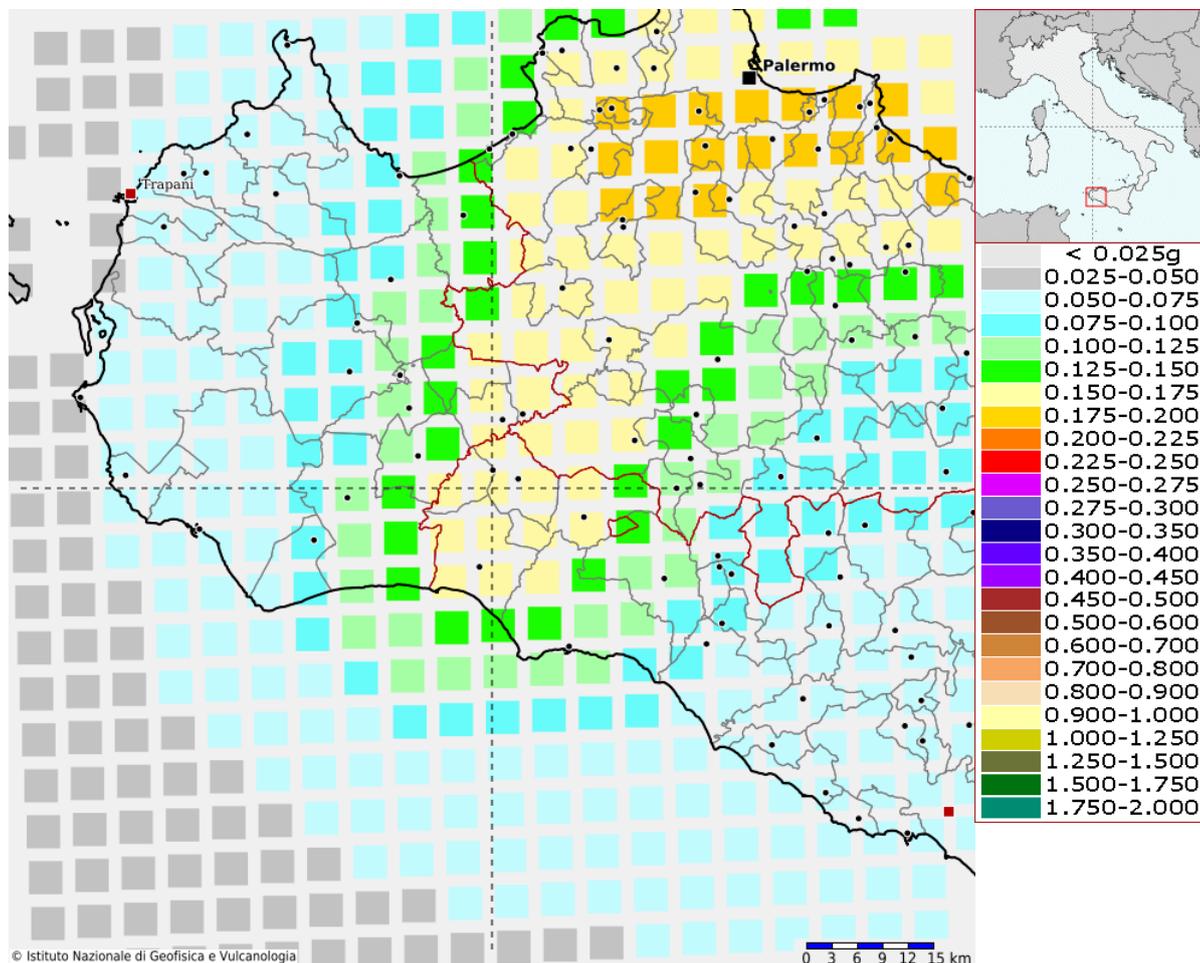


Campione S2 C2



Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)

Informazioni sul nodo con ID: 47167 - Latitudine: 37.684 - Longitudine: 12.987



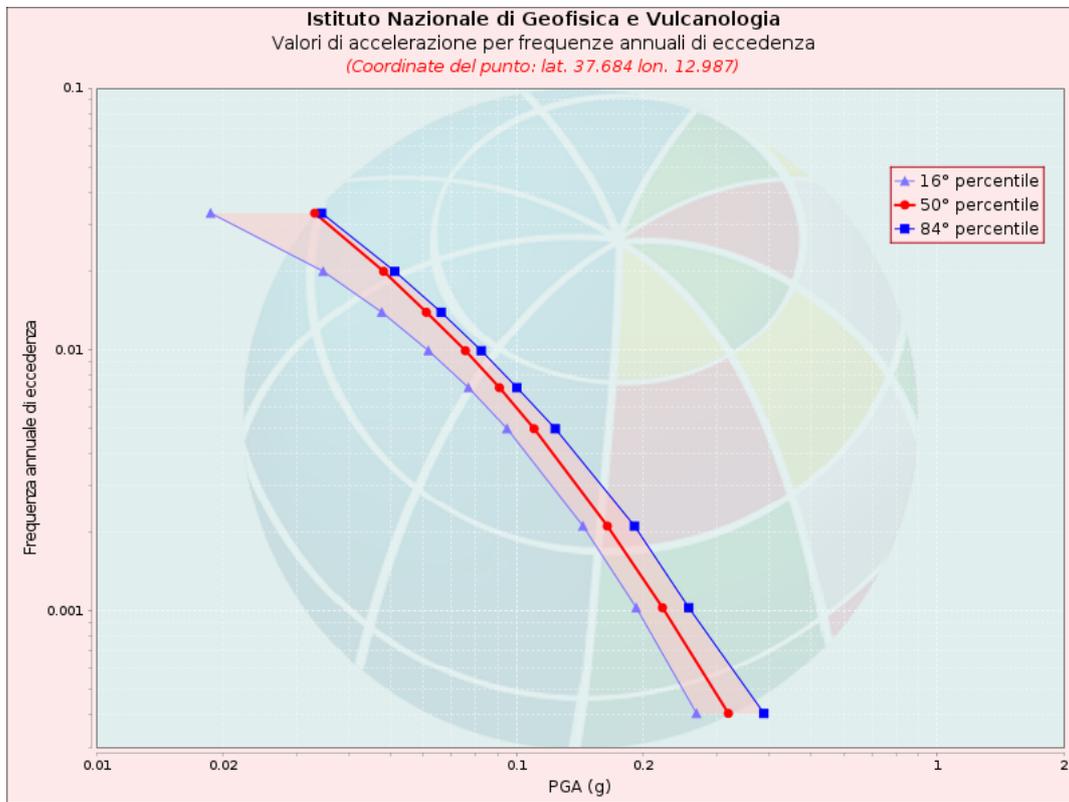
La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID **47167** (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.



Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



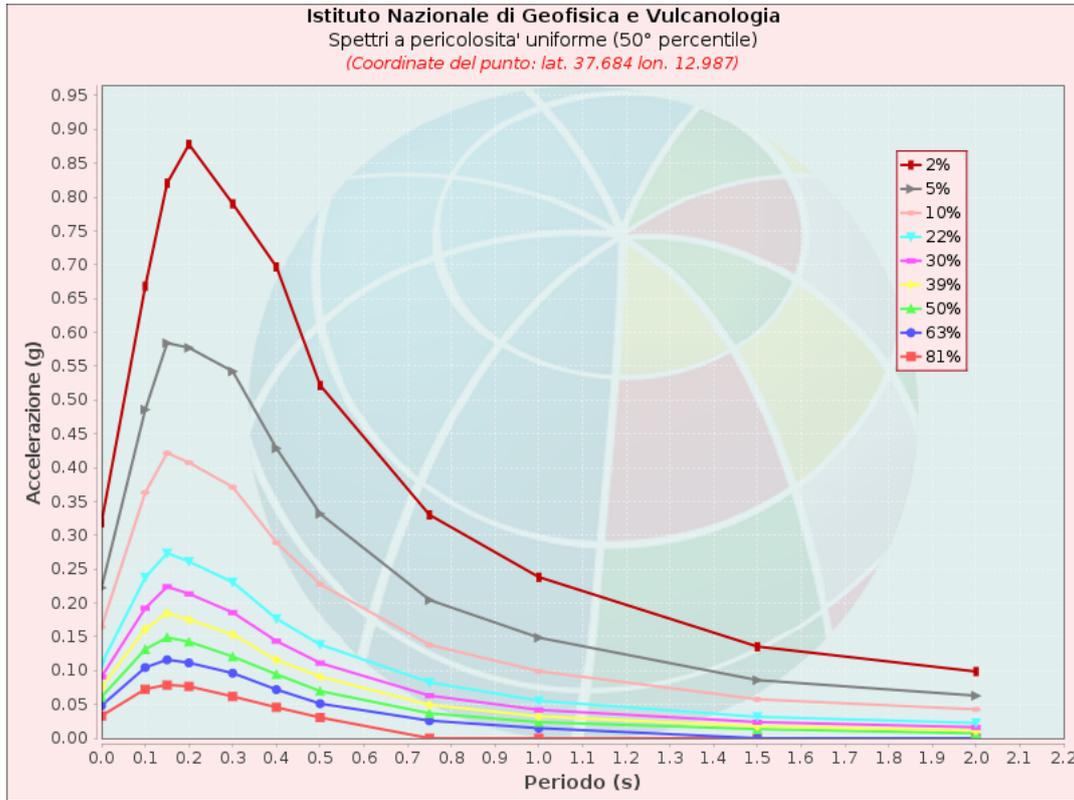
Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.268	0.319	0.388
0.0010	0.193	0.222	0.257
0.0021	0.144	0.164	0.191
0.0050	0.095	0.110	0.124
0.0071	0.077	0.091	0.100
0.0099	0.062	0.076	0.082
0.0139	0.048	0.061	0.066
0.0199	0.035	0.048	0.051
0.0332	0.019	0.033	0.034



Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



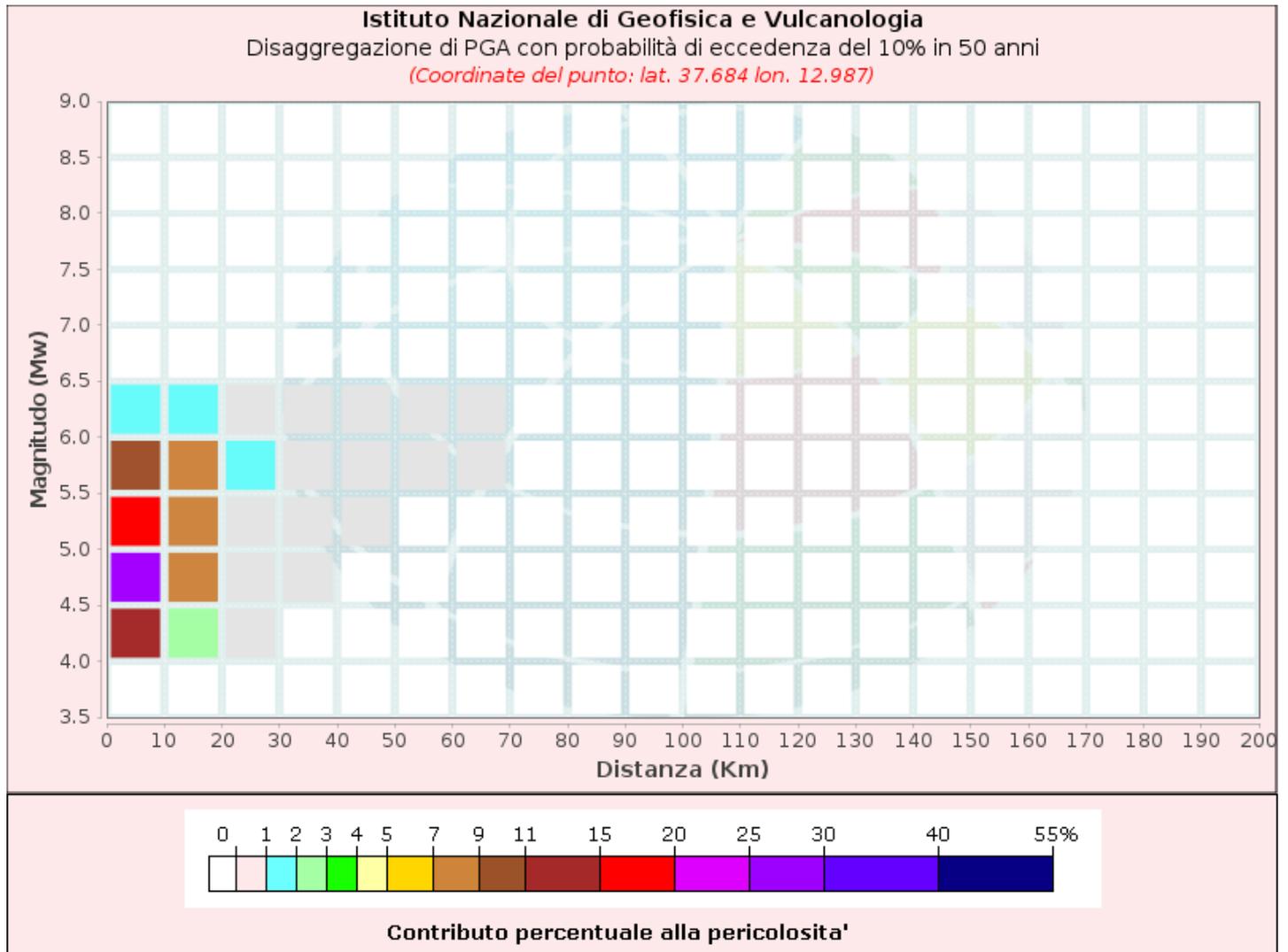
Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.319	0.668	0.820	0.878	0.790	0.697	0.522	0.330	0.238	0.135	0.099
5%	0.222	0.486	0.584	0.577	0.542	0.429	0.332	0.204	0.149	0.086	0.063
10%	0.164	0.363	0.421	0.408	0.371	0.289	0.228	0.138	0.099	0.058	0.043
22%	0.110	0.238	0.274	0.261	0.231	0.177	0.138	0.083	0.055	0.032	0.023
30%	0.091	0.192	0.224	0.213	0.186	0.144	0.111	0.063	0.042	0.024	0.016
39%	0.076	0.161	0.185	0.175	0.153	0.116	0.091	0.049	0.032	0.018	0.011
50%	0.061	0.132	0.149	0.143	0.121	0.094	0.070	0.037	0.024	0.013	0.007
63%	0.048	0.105	0.116	0.112	0.096	0.072	0.051	0.026	0.015	0.000	0.000
81%	0.033	0.073	0.079	0.077	0.062	0.046	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000



Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.





Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	12.6000	26.7000	18.4000	10.9000	1.4800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	2.2200	7.2200	8.3000	7.5800	1.3100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0414	0.3980	0.8490	1.1500	0.2460	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0058	0.1020	0.2400	0.0619	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0056	0.0421	0.0116	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.07 ; distanza = 8.24 ; epsilon = 0.541



Riferimenti

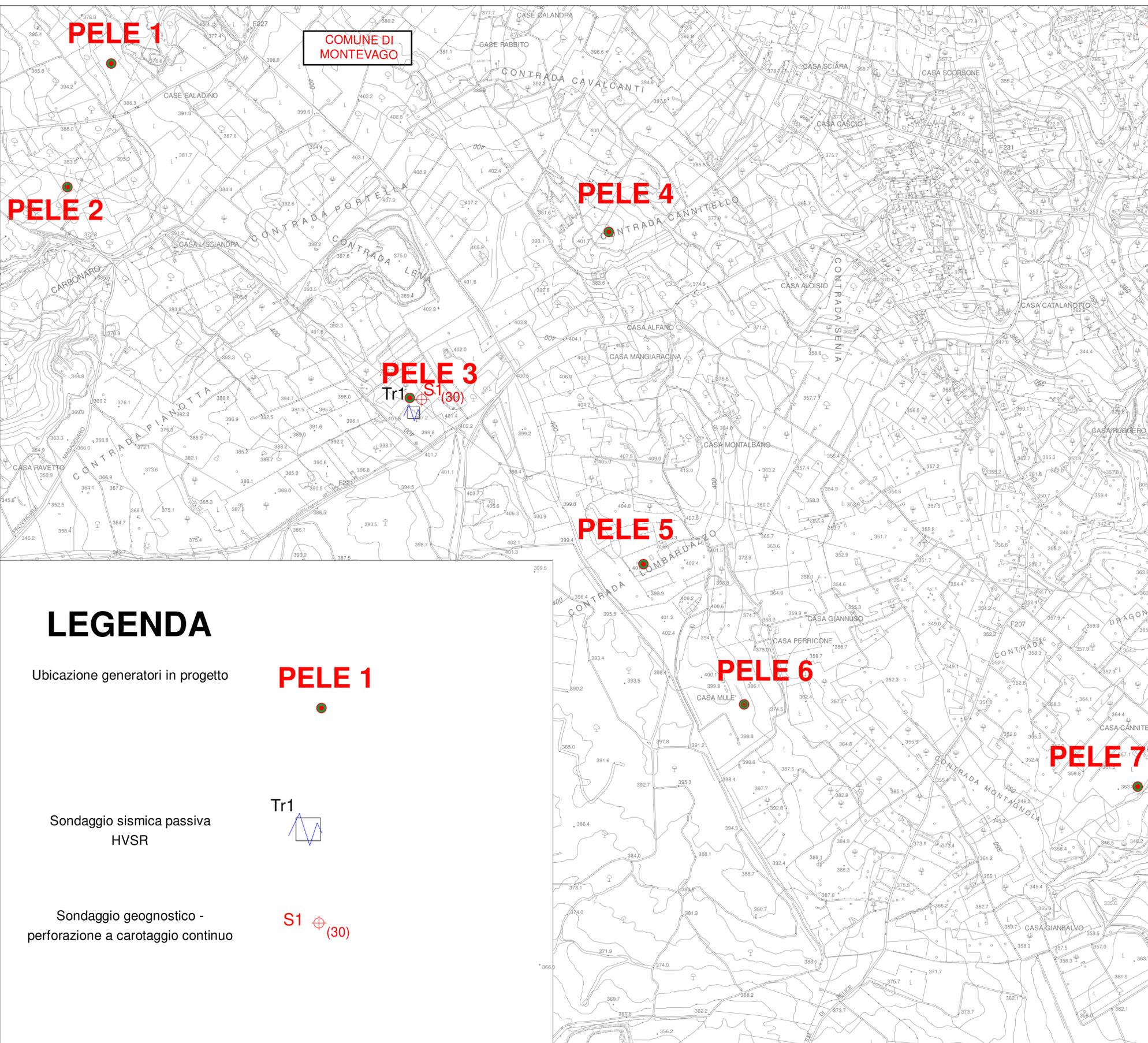
La descrizione della costruzione del modello di pericolosità sismica MPS04 è contenuta nel sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

La descrizione della stima di tutti i parametri è contenuta nel sito <http://esse1.mi.ingv.it> , da cui si può accedere anche alle mappe interattive.

Per quanto riguarda le analisi di disaggregazione, i dettagli sono disponibili nella pagina del deliverable D14 del progetto S1 (<http://esse1.mi.ingv.it/d14.html>).

La pubblicazione scientifica di riferimento è:

Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Crowley H., Calvi G.M., Boschi E., 2011. Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. Bull. Seismol. Soc. Am. 101(4), 1885-1911. DOI: 10.1785/0120100130.



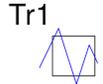
CARTA delle INDAGINI
SCALA 1:10.000
ALLA 1b DELLA CIRCOLARE
ARTA 3DRA 2014 STRUMENTI
URBANISTICI

LEGENDA

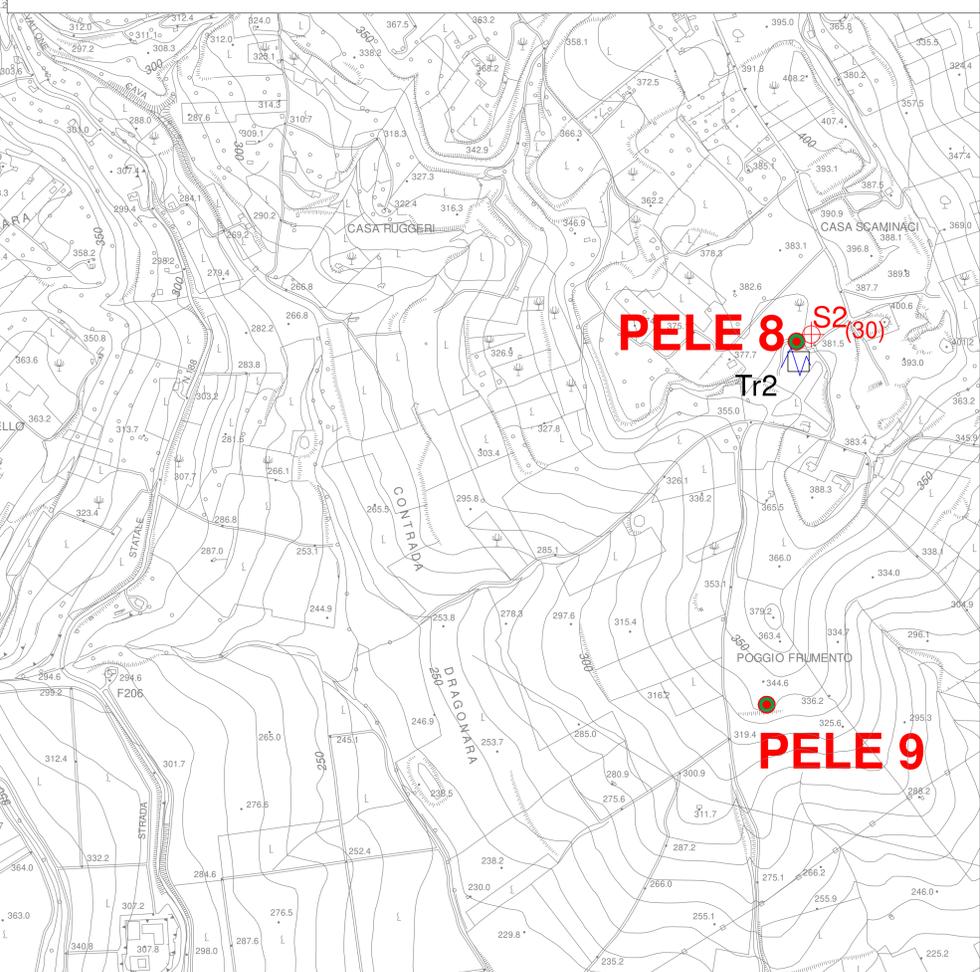
Ubicazione generatori in progetto



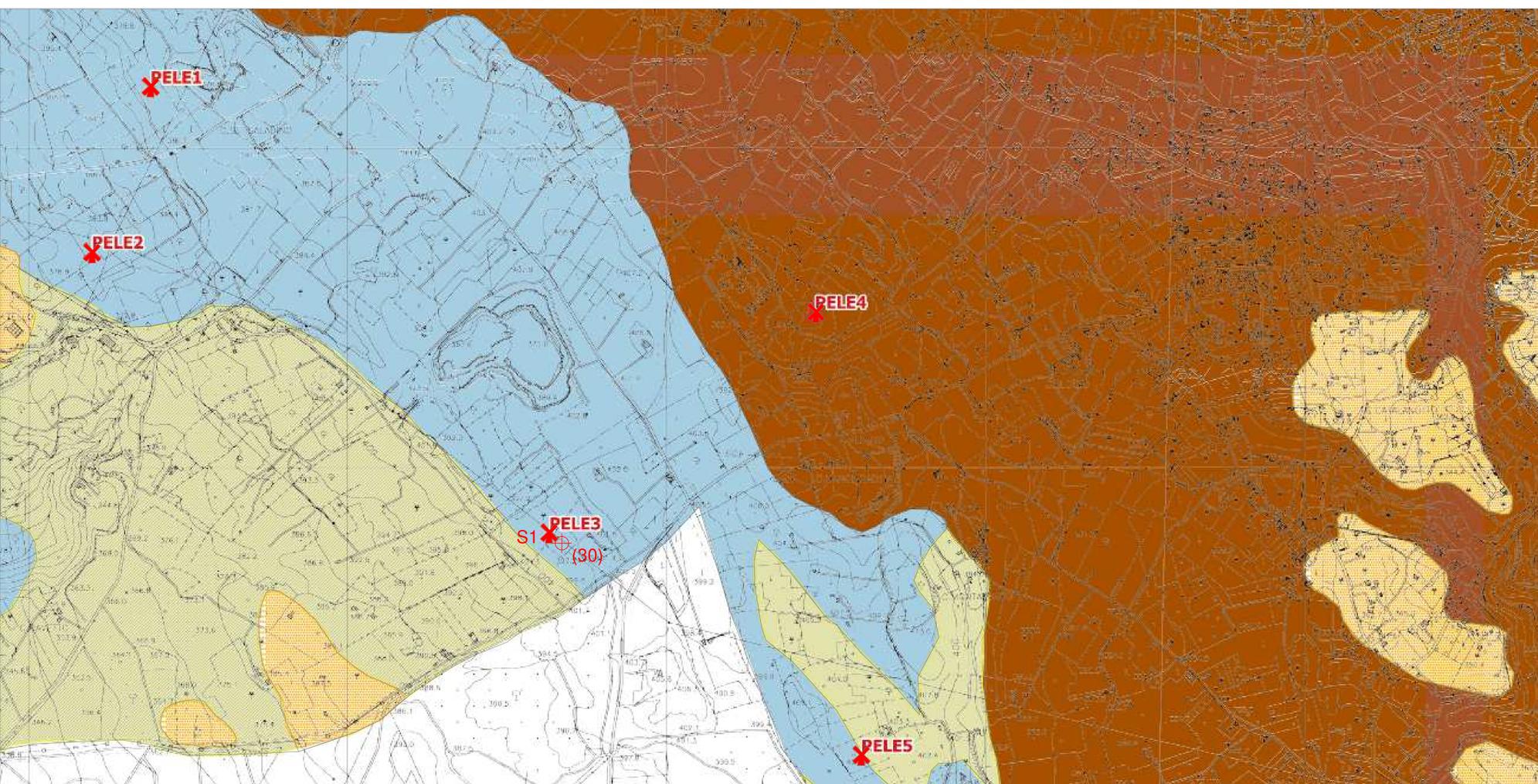
Sondaggio sismica passiva HVSR



Sondaggio geognostico - perforazione a carotaggio continuo



CARTA GEOLOGICA
SCALA 1:10.000
ALL A1c.1 DELLA CIRCOLARE
ARTA 3DRA 2014 STRUMENTI
URBANISTICI



LEGENDA

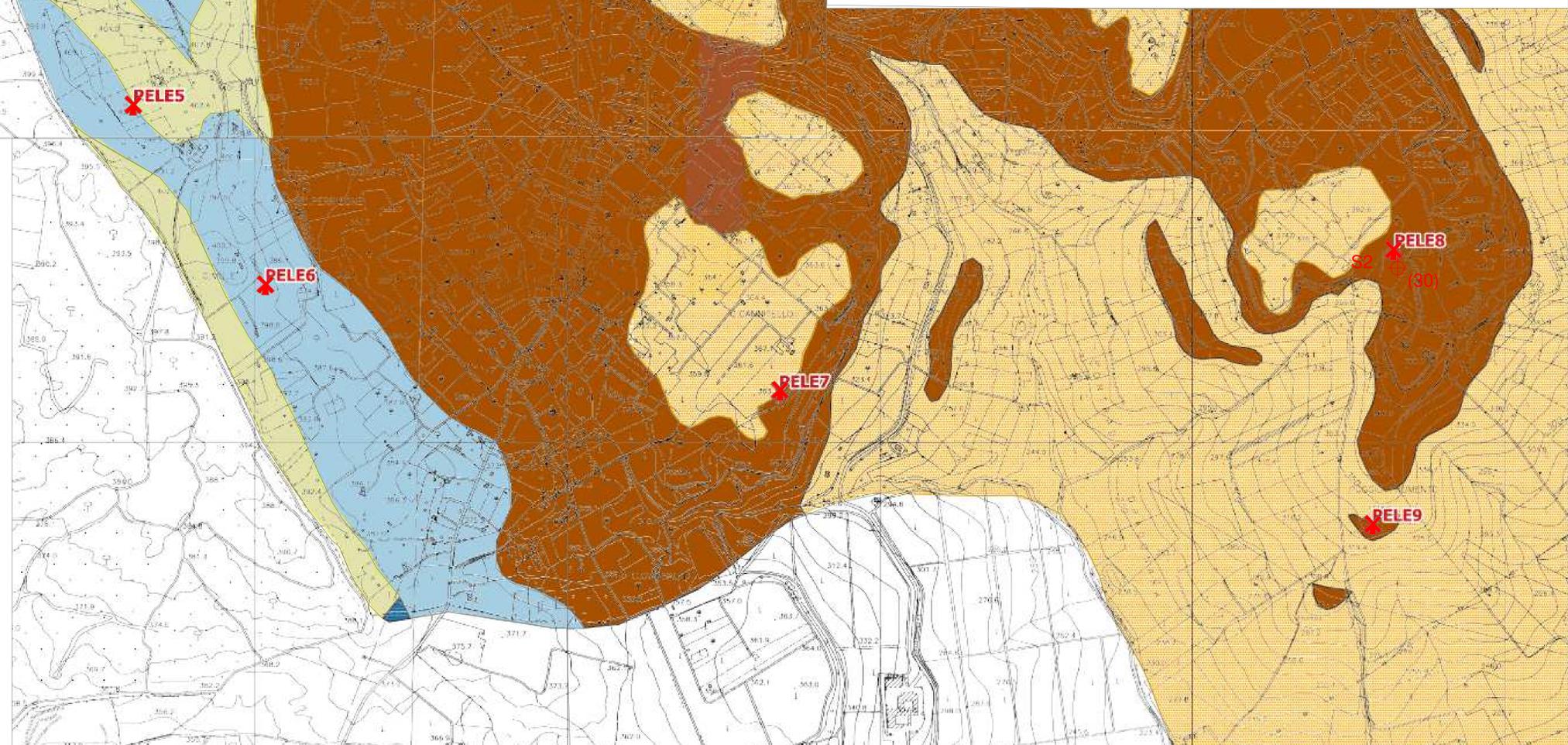
- Alluvioni
- Arenarie
- Calcari ad ammoniti e calcareniti
- Calclutiti marnose
- Calclutiti, calclutiti marnose, calcareniti e Calclutiti, calciruditi marne e calcsiltiti
- Sabbie

Ubicazione generatore

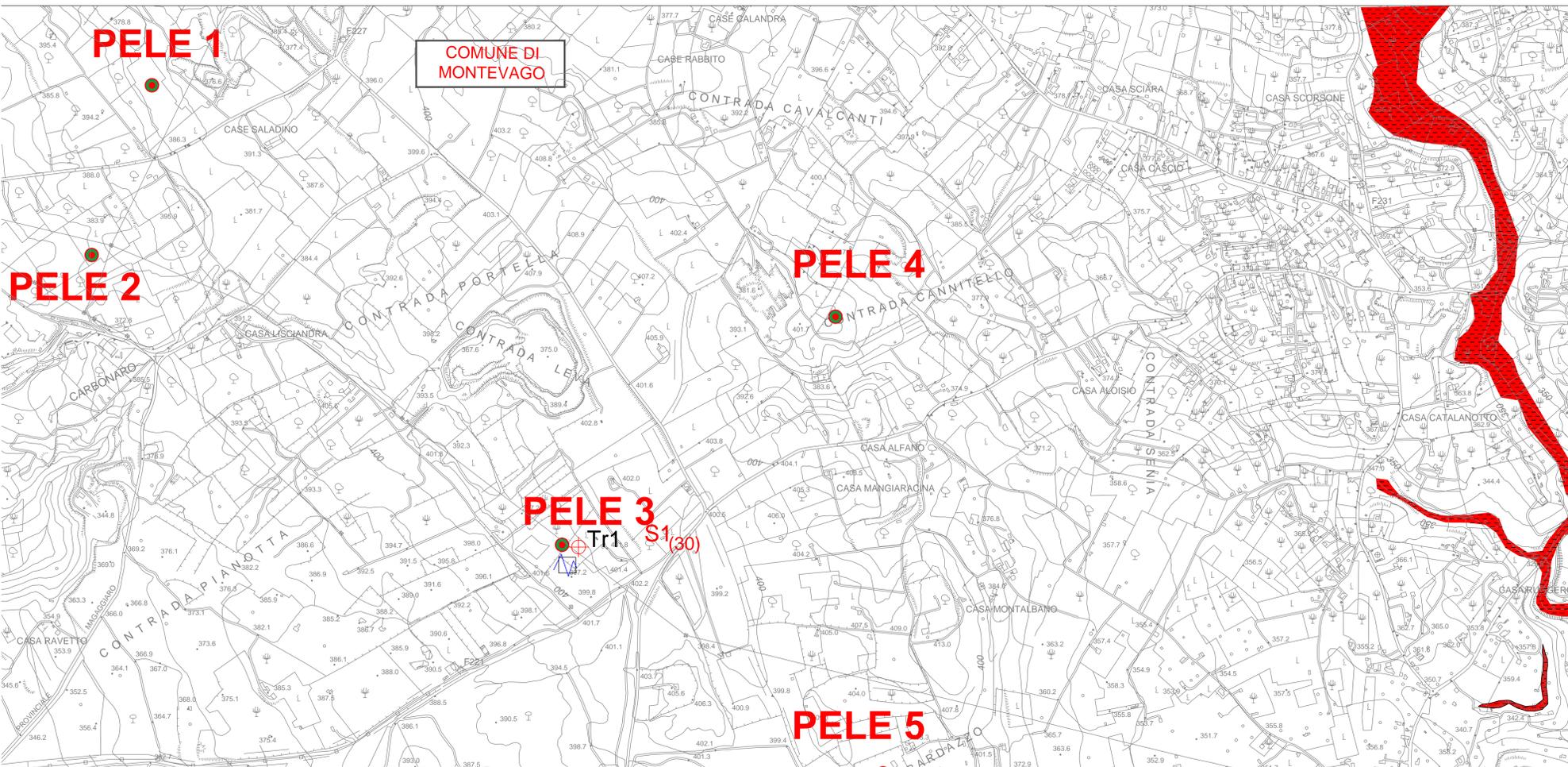
PELE 7

Sondaggio geognostico -
perforazione a carotaggio continuo

S1 (30)



**CARTA
GEOMORFOLOGICA
SCALA 1:10.000
ALL'ART. 2 DELLA CIRCOLARE
ART. 3 DELLA D.M. 2014 STRUMENTI
URBANISTICI**



LEGENDA

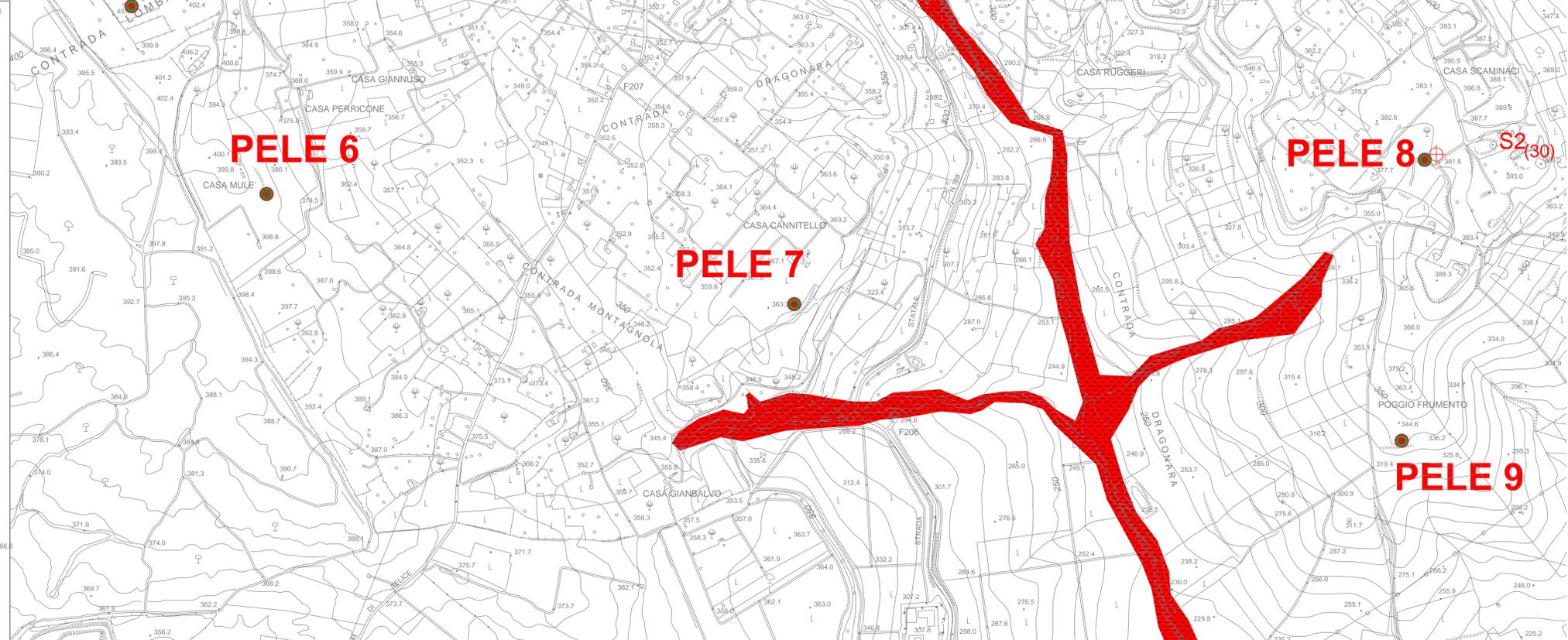
Ubicazione generatori in progetto **PELE 1**



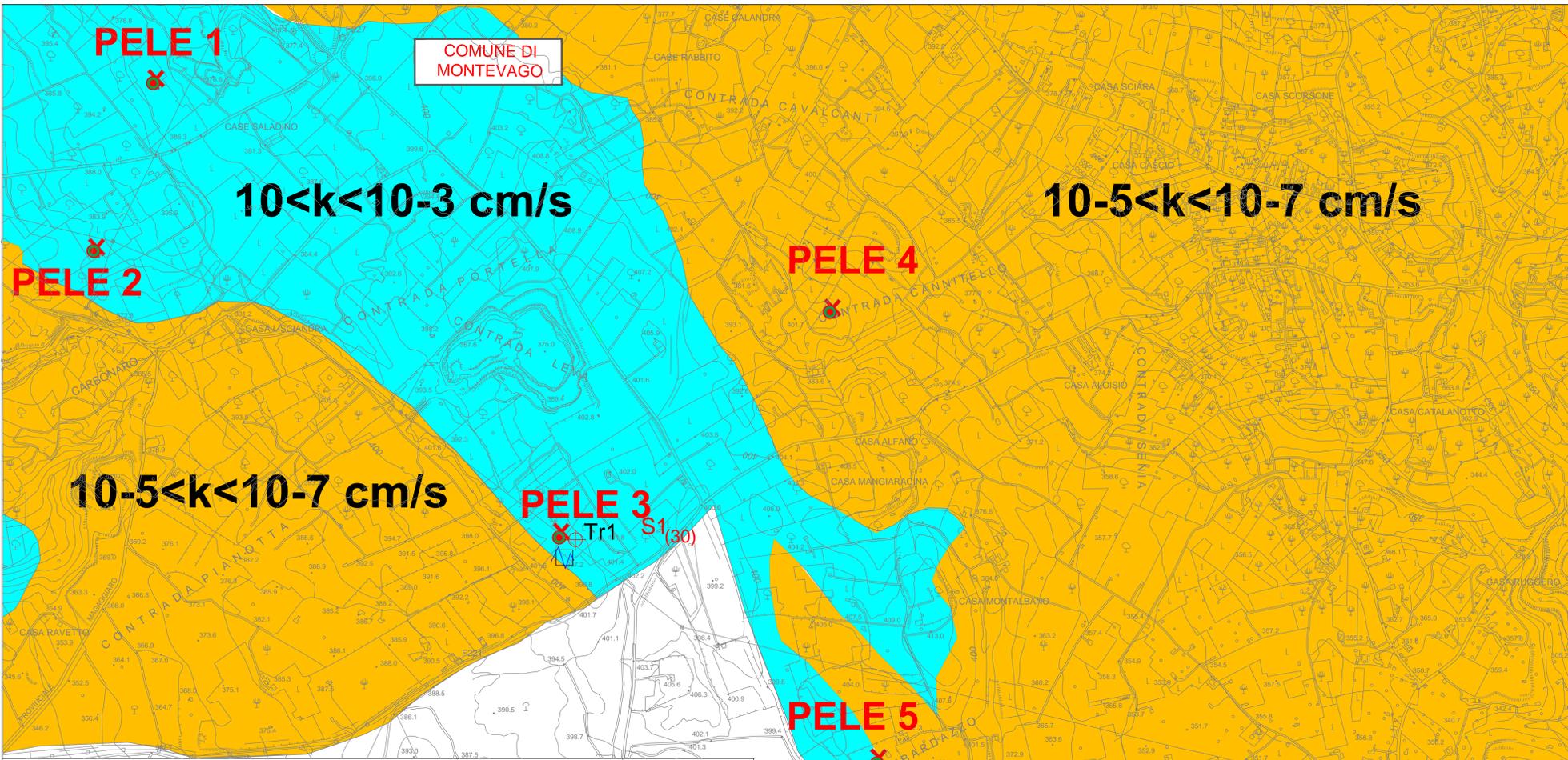
DISSESTI DOVUTI AD EROSIONE ACCELERATA



DEFORMAZIONE SUPERFICIALE LENTA



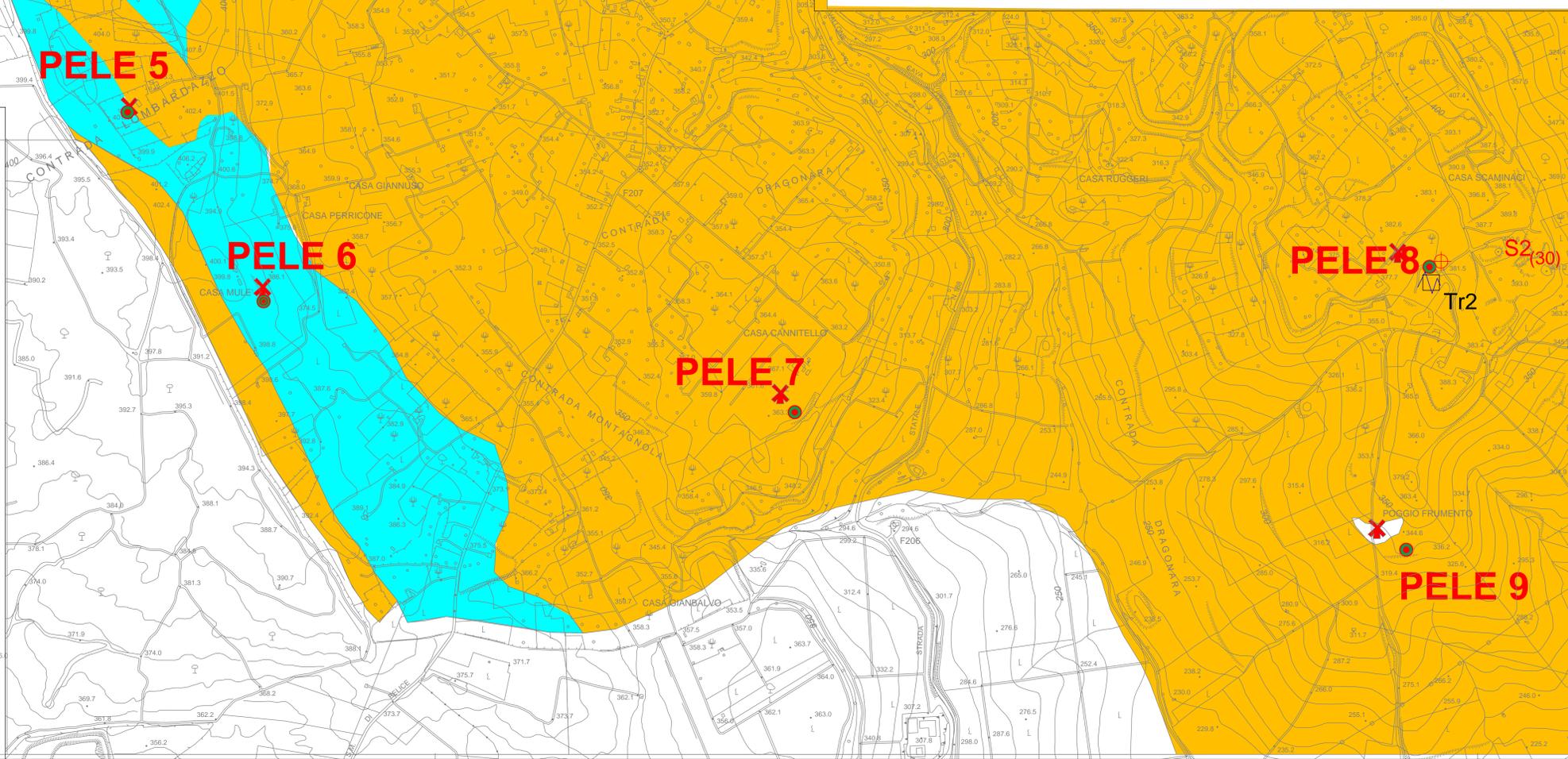
CARTA IDROGEOLOGICA
SCALA 1:10 000
ALL. A1c.3 DELLA CIRCOLARE
A.R.T.A. 3DRA 2014 STRUMENTI
URBANISTICI



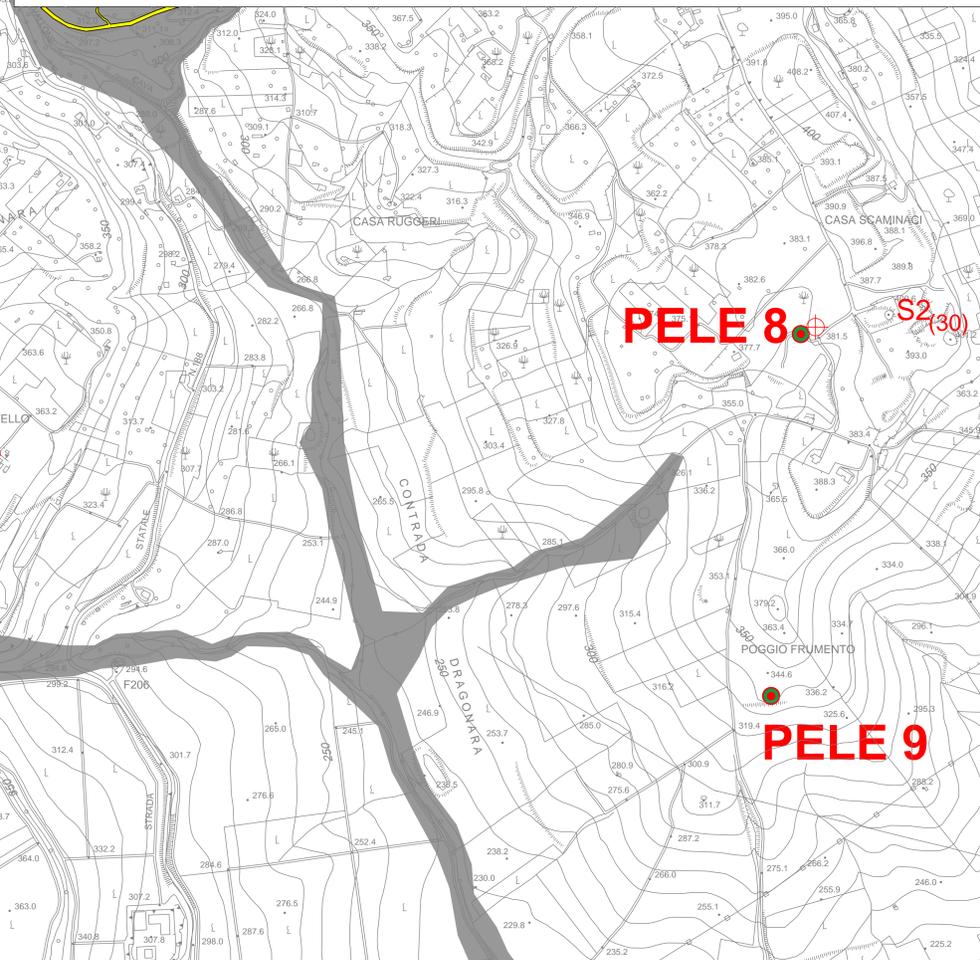
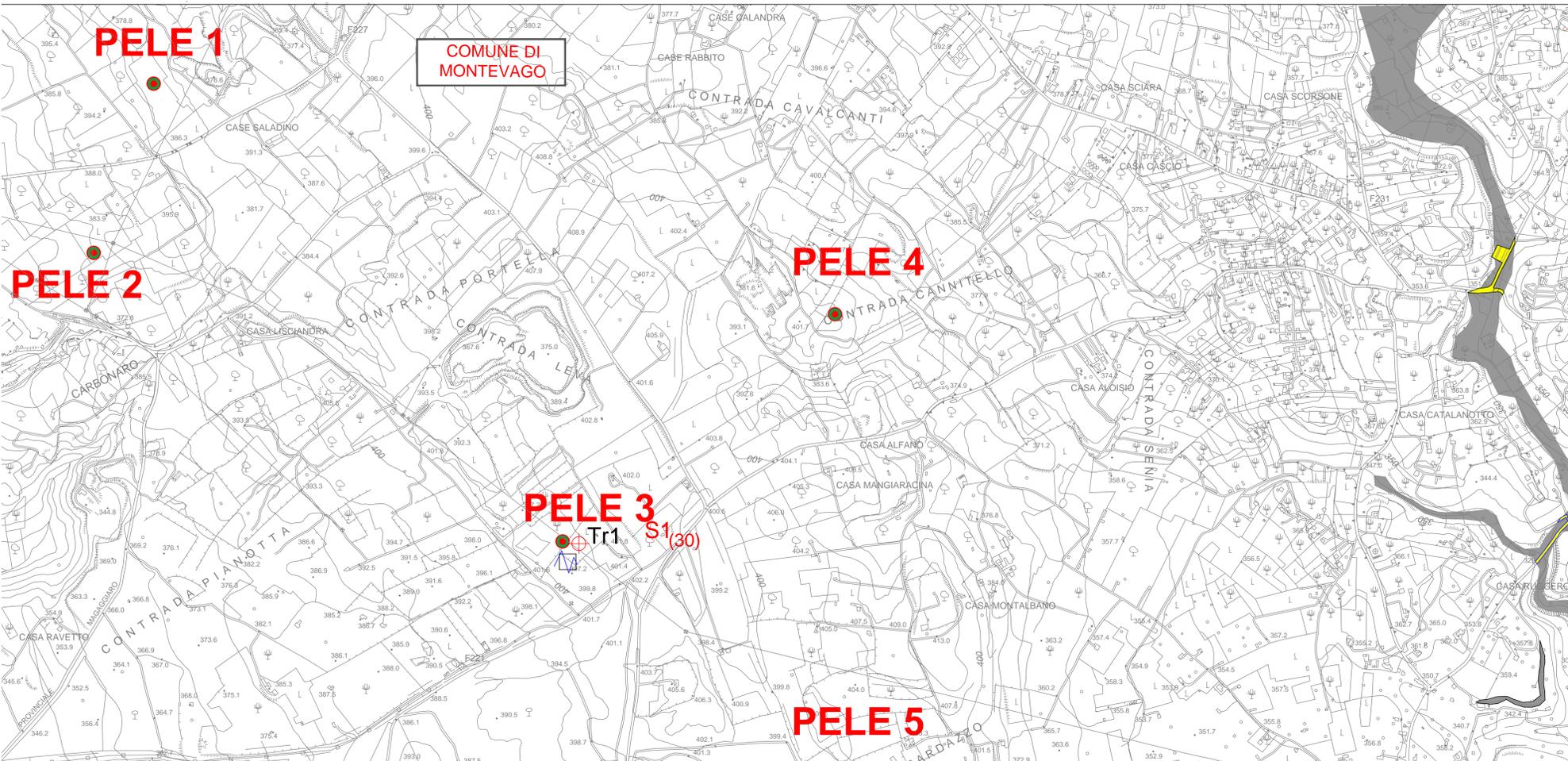
LEGENDA

- calcari/calclutiti altamente fratturati $10 < k < 10^{-3}$ cm/s
permeabilità di tipo primario e secondario
- argille $10^{-5} < k < 10^{-7}$ cm/s
bassissima permeabilità

Ubicazione generatori in progetto **PELE 1**

CARTA DELLA
PERICOLOSITA' GEOLOGICA
SCALA 1:10.000
ALL A1d.1 DELLA CIRCOLARE ARTA
3DRA 2014 STRUMENTI
URBANISTICI



LEGENDA

Ubicazione generatori in progetto **PELE 1**



LIVELLI DI PERICOLOSITA'



Pericolosità media

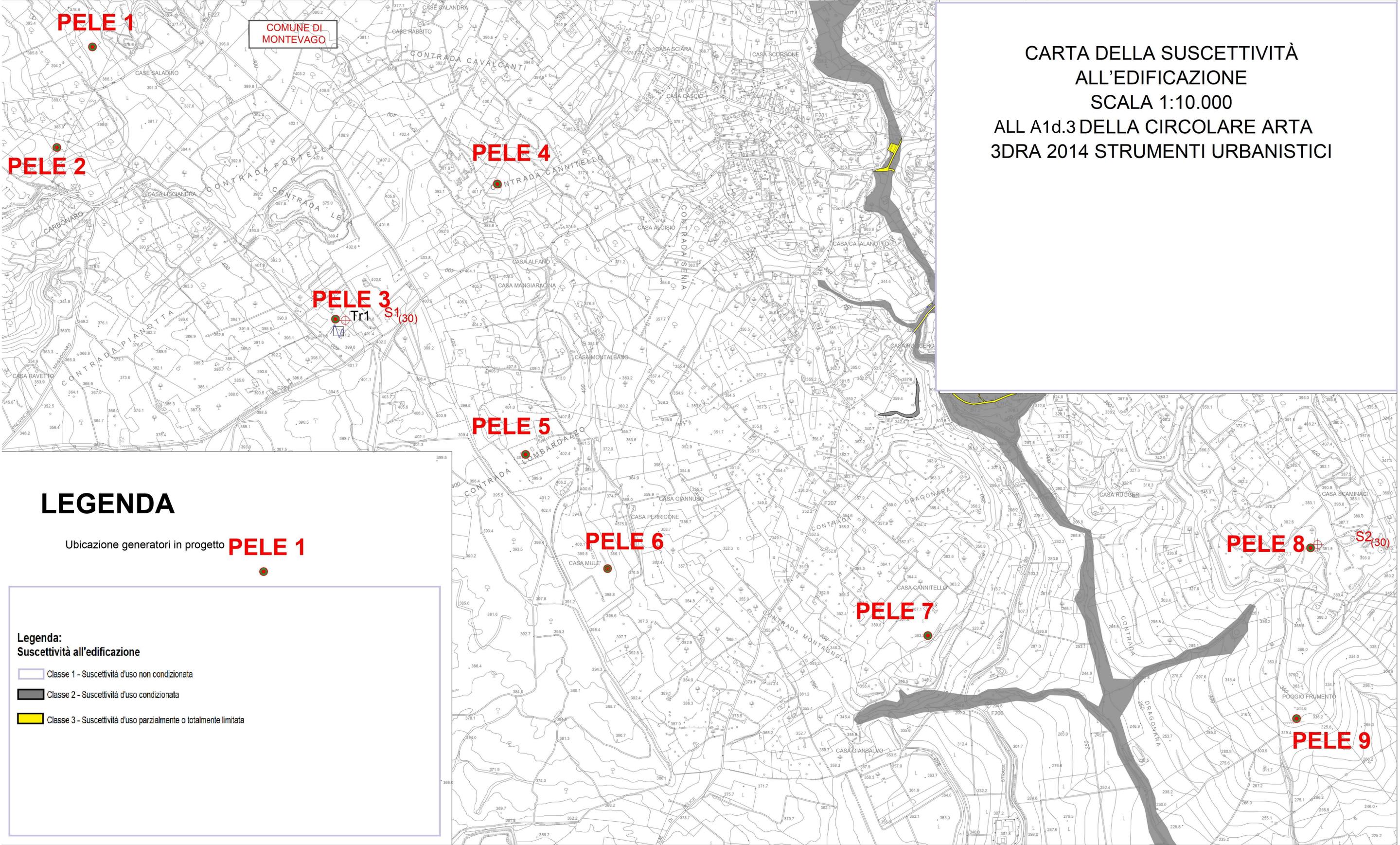
LIVELLI DI RISCHIO



Rischio medio

COMUNE DI MONTEVAGO

CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ
ALL'EDIFICAZIONE
SCALA 1:10.000
ALL A1d.3 DELLA CIRCOLARE ARTA
3DRA 2014 STRUMENTI URBANISTICI



PELE 2

PELE 4

PELE 3
Tr1 S1 (30)

PELE 5

PELE 6

PELE 7

PELE 8
S2 (30)

PELE 9

LEGENDA

Ubicazione generatori in progetto PELE 1

- Legenda:
Suscettività all'edificazione
- Classe 1 - Suscettività d'uso non condizionata
 - Classe 2 - Suscettività d'uso condizionata
 - Classe 3 - Suscettività d'uso parzialmente o totalmente limitata