



REGIONE EMILIA-ROMAGNA

PROVINCIA DI FORLÌ-CESENA

COMUNE DI ROCCA SAN CASCIANO
COMUNE DI TREDOZIO
COMUNE DI MODIGLIANA

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 8 AEROGENERATORI DA 6,6 MW CIASCUNO PER UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 52,8 MW DENOMINATO "MONTEBELLO" DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI MODIGLIANA (FC), ROCCA SAN CASCIANO (FC) E TREDOZIO (FC) IN LOCALITÀ MONTEBELLO E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI ROCCA SAN CASCIANO (FC), TREDOZIO (FC) E MODIGLIANA (FC)

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE



SKI W AB S.R.L.
Società soggetta ad attività di direzione
e coordinamento di Statkraft AS
Partita IVA 12655850969
Gruppo IVA 11412940964
C.F. 12655850969
Via Caradosso 9
20123 Milano

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTISTA

Dott. Ing. Girolamo Gorgone

CONSULENTE GEOLOGO

Dott. Geol. Ignazio Giuffrè

CODICE ELABORATO

SMG_R_01_A_G_A_1

SCALA

n°.Rev.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Rif. PROGETTO

N. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

NOME FILE DI STAMPA

SCALA DI STAMPA DA FILE

COMUNI DI ROCCA SAN CASCIANO TREDOZIO E MODIGLIANA

PROVINCIA DI FORLÌ - CESENA

RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

Progetto Definitivo

*Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 8 aerogeneratori da
6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 52,8 MW denominato
MONTEBELLO e relative opere di connessione*

Comm.: Ing. Girolamo Gorgone per conto di
Statkraft

Data: Marzo 2024



Dott. Geol. Ignazio Giuffrè

Via Mazzini, 9 - 90018 Termini Imerese (PA) Tel. 338.4373063
P. IVA: 04698200823 E Mail – ignazio.giuffre@gmail.com



COMUNI DI ROCCA SAN CASCIANO

TREDOZIO E MODIGLIANA

PROVINCIA DI FORLÌ - CESENA

RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA

Progetto definitivo

“Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 8 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva pari a 52,8 MW denominato MONTEBELLO e relative opere di connessione”

Premessa

Il presente lavoro costituisce parte integrante di un progetto definitivo per la realizzazione di un impianto eolico composto da 8 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno, per una potenza nominale complessiva di 52,8 MW, ricadente nei territori di Rocca San Casciano, Tredozio e Modigliana, eseguito su incarico dell’Ing. Girolamo Gorgone, in nome e per conto di della *Statkraft*.

Il tale ottica e per fornire al progettista, gli elementi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, in ottemperanza alle norme riportate nelle *N.T.C. 2018* -



Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018), sono stati eseguiti diversi sopralluoghi, in modo da acquisire quanti più elementi possibili per una esatta ricostruzione delle condizioni generali caratterizzanti l'area in studio.

I dati rilevati unitamente a quelli noti allo scrivente, per essersi interessato in passato a studi su terreni di analoga facies petrografica, sono stati in ultimo correlati con quanto indicato in merito dalla letteratura specializzata esistente (*Carta geologica d'Italia – Foglio 254 “Modigliana”* in scala 1:50.000, redatta da P. Antolini, A.M. Borsetti, G. Cremonini, G. Piali, F. Ricci Lucchi e M.T. De Nardo, a cura della Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – ISPRA Istituto Superiore per la protezione e la Ricerca Ambientale – Servizio Geologico d'Italia), al fine di ottenere una corretta ricostruzione della successione litostratigrafica locale ed una più attendibile definizione dei principali parametri geotecnici dei terreni interessati dall'opera.

Inoltre, per definire il modello geologico del sottosuolo sono stati acquisiti i dati contenuti nella banca dati geognostica (database geognostico) messa a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna. Ulteriori dati sono stati estratti grazie alle funzionalità contenute del sito web “*Sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola*” elaborato dal medesimo Servizio Geologico.

In ultimo sono state eseguite indagini geofisiche con sismica a rifrazione applicando il metodo *MASW*, al fine di approfondire le conoscenze sui terreni oggetto di studio, ed in particolare per la definizione della categoria di suolo di fondazione ai sensi dell'Ordinanza n. 3274/2005 del Presidente del Consiglio dei Ministri, ripresa e completata con la O.P.C.M. n. 3519/2006 e dalla Circolare 21/01/2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*” di cui al D.M. 17 gennaio 2018” (G. U. Serie Generale n.35 del 11-02-2019 - Suppl. Ordinario n. 5).

Sarà compito del progettista, sulla scorta dei dati di seguito riportati e da quelli emersi dalle indagini eseguite, effettuare le verifiche e le scelte progettuali così come previsto dalle norme vigenti (*parere del Consiglio di Stato n°154 del 02.06.1994*).



Il lavoro è stato , quindi, articolato sviluppando il seguente schema:

1. inquadramento dell'area;
2. lineamenti geologici;
3. lineamenti geomorfologici;
4. lineamenti idrogeologici;
5. considerazioni geologico - tecniche;
6. caratteristiche sismotettoniche;
7. sismica storica;
8. rischio e pericolosità sismica;
9. indagini sismiche;
10. categoria di suolo;
11. conclusioni.

Risultano allegati alla presente relazione i seguenti elaborati:

- carta dell'inquadramento territoriale in scala 1:25.000 (*Tav. 1*);
- carta geologica in scala 1:10.000 (*Tav. 2*);
- carta geomorfologica in scala 1:10.000 (*Tav. 3*);
- carta idrogeologica in scala 1:10.000 (*Tav. 4*);
- carta della pericolosità geomorfologica in scala 1:10.000 (*Tav. 5*);
- indagini sismiche.



1. Inquadramento dell'area

L'area oggetto del presente studio è localizzata nel settore sud orientale dell'Emilia Romagna e circa 20 km a sud ovest di Faenza e Forlì.

Il parco eolico sarà nei territori comunali di Modigliana, Tredozio e Rocca San Casciano, in località *Montebello* in provincia di Forlì – Cesena; la SSE utente di trasformazione e la stazione di connessione alla RTN ricadono nel territorio di Modigliana.

Topograficamente, il sito rientra nelle Tavole "Modigliana", Foglio n° 99, Quadrante II, Orientamento N.O., "Dovadola", Foglio n° 99, Quadrante II, Orientamento N.E., "Rocca San Casciano", Foglio n° 99, Quadrante II, Orientamento S.E. e "Tredozio", Foglio n° 99, Quadrante II, Orientamento S.O. redatte dall'I.G.M.I. alla scala 1:25.000 e ricade nella Sezione 254062, 254114 e 254101 della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:5.000.

Per una più minuziosa ubicazione dell'area in questione, si rimanda alla tavola di inquadramento territoriale (*Tav. 1*) in scala 1:25.000 allegata.

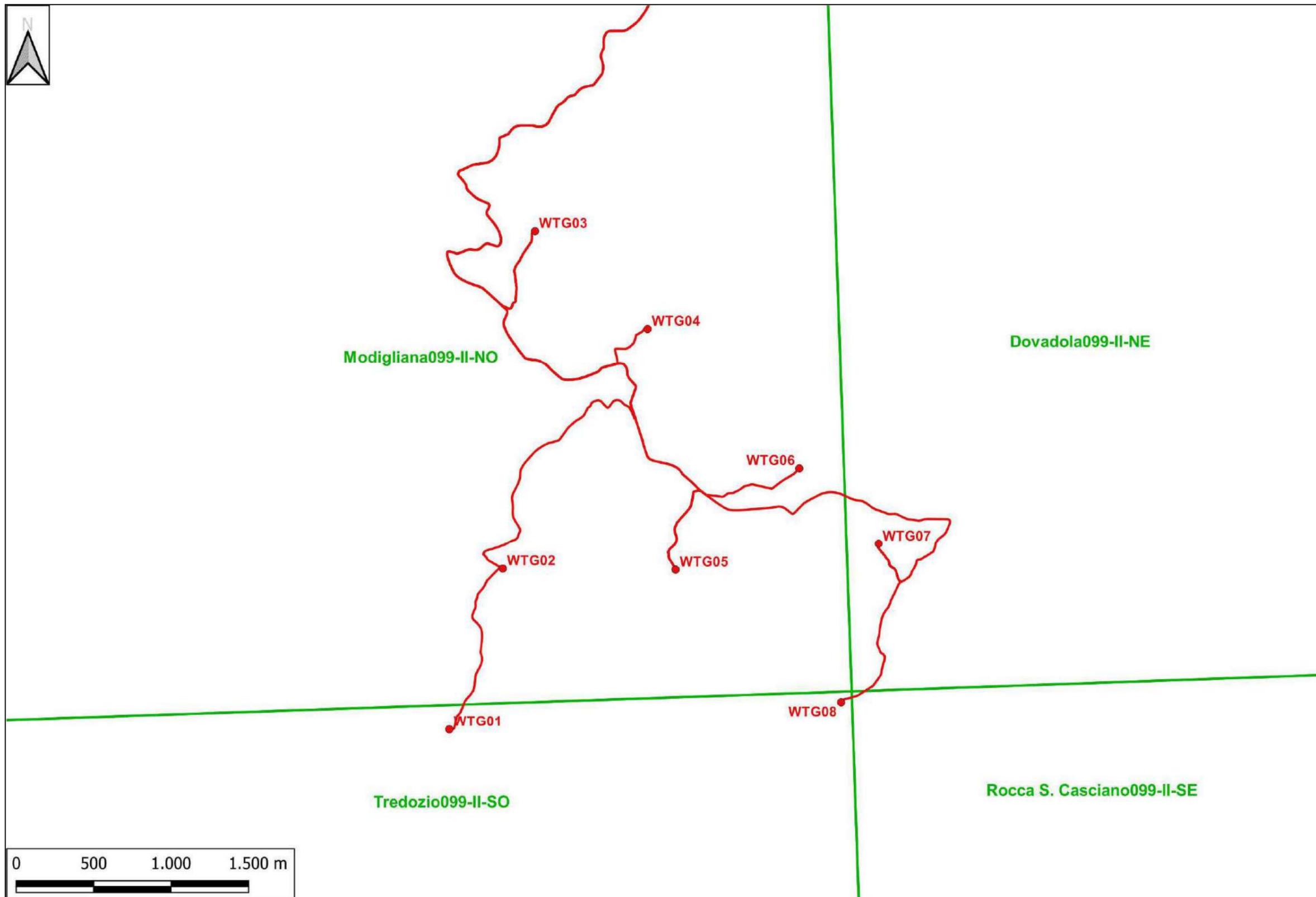
Ogni aerogeneratore, servito da un piazzale di sosta e manovra, sarà collegato agli altri mediante piste di accesso (in parte su tracciati viari già esistenti) necessarie tanto all'attività di realizzazione che di successiva manutenzione dell'impianto. Un cavidotto interrato in media tensione collegherà le turbine alla SSE utente di trasformazione 132/30 kV, da quest'ultima un cavidotto interrato di collegamento in AT collegherà la SSE utente alla rete di e-distribuzione in antenna su stallo della SE Modigliana.

Il sito di impianto è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare; le quote altimetriche sono comprese tra i 578 m s.l.m. alla WTG 04 ed i 692 m s.l.m. alla WTG01. Le aree destinate al collocamento delle postazioni macchina sono principalmente adibite ad uso seminativo non irriguo (CLC 2110). La ventosità on-shore a 100 metri di altezza, come riportato nell'Atlante eolico Italiano - RSE (Ricerca Sistema Energetico), è compresa tra 6 e 7 m/s.

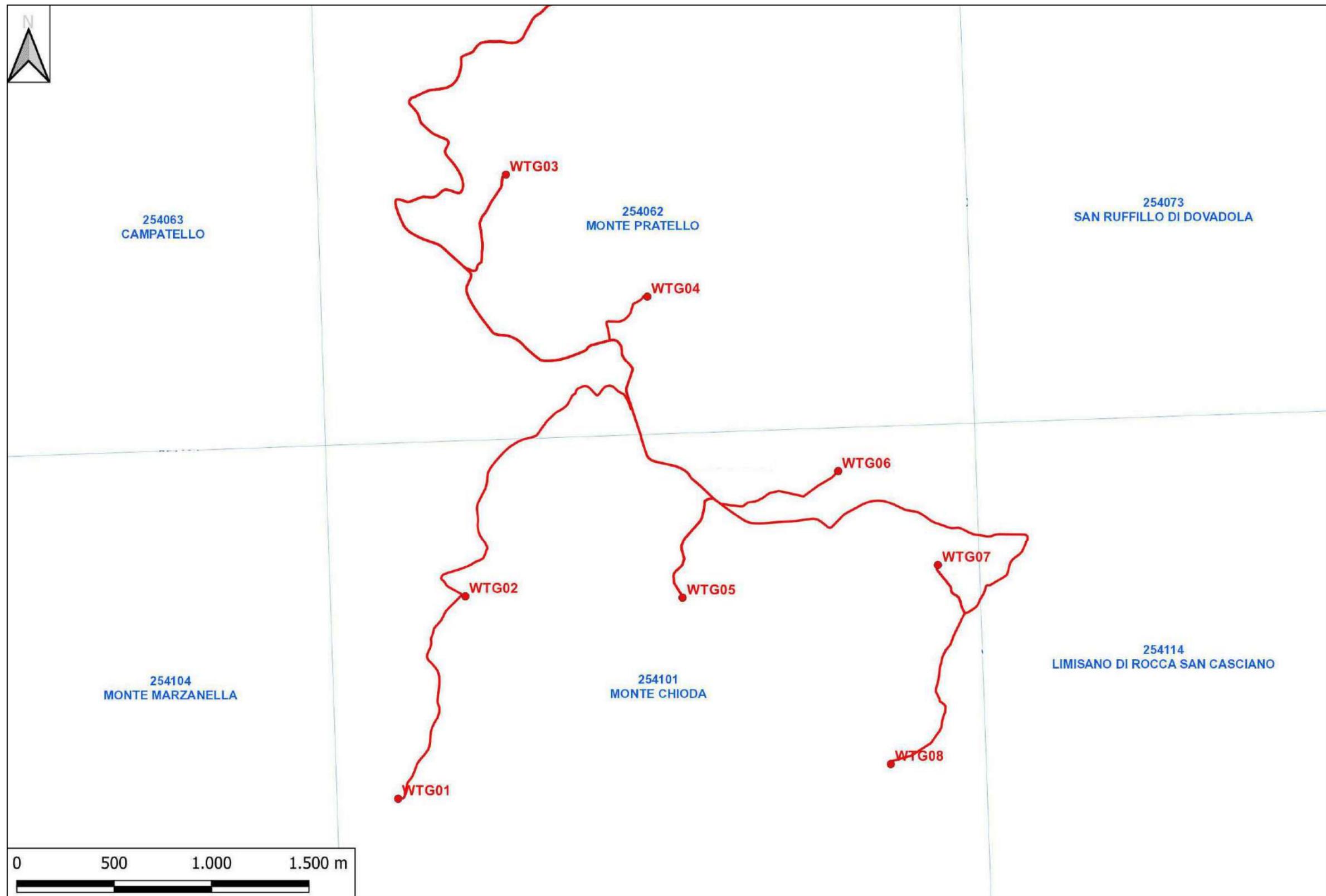


Di seguito si riporta una tabella riassuntiva che permette di identificare denominazione e posizione geografica degli aerogeneratori che compongono il Parco eolico di progetto.

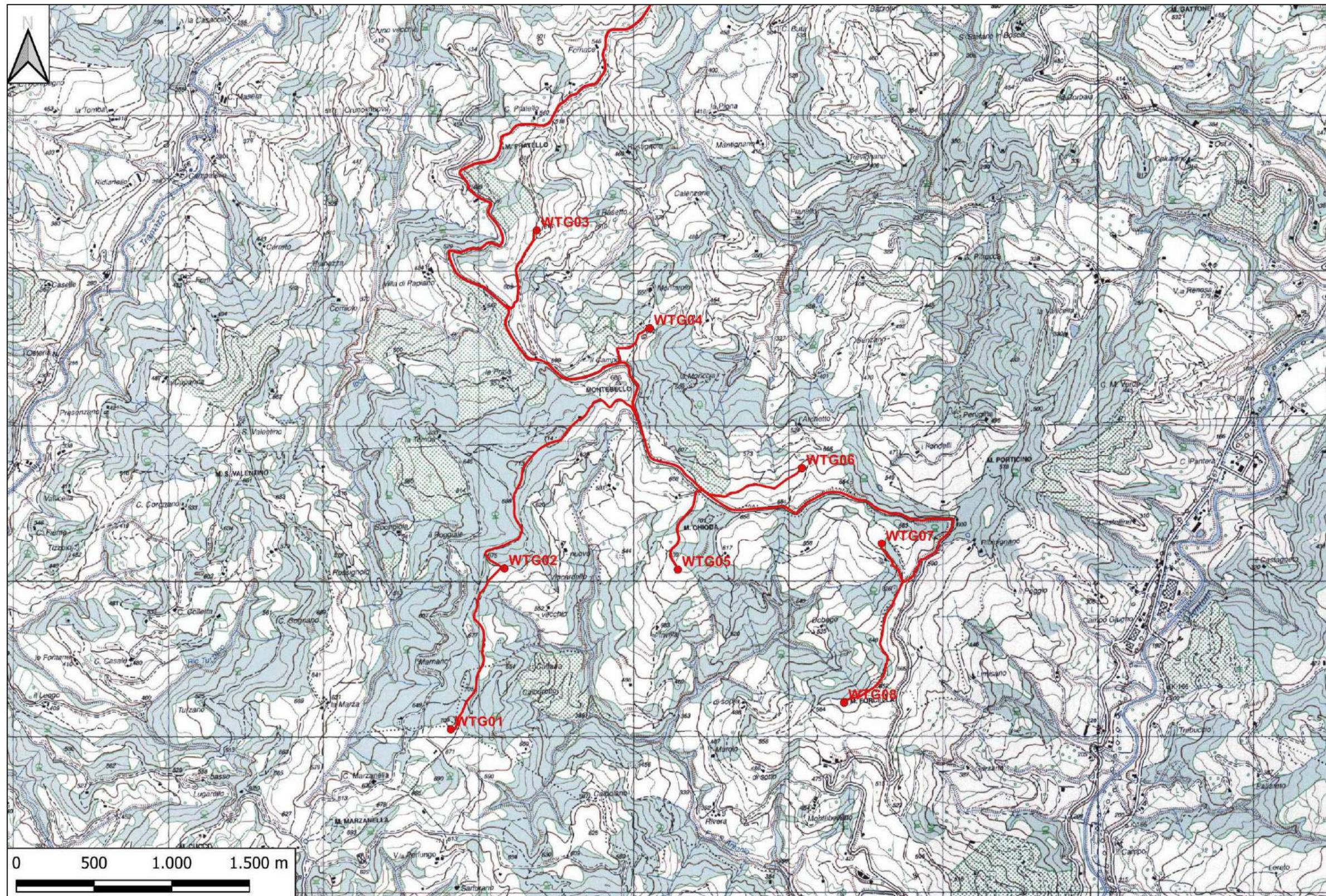
Codice turbina	Coordinate WGS84 (Lat. - Long.)		Quota (m s.l.m.)
WTG 01	44 4'57.38"N	11 47' 40.51" E	692
WTG 02	44 5'30.56"N	11 47' 57.61" E	635
WTG 03	44 6'40.72"N	11 48' 10.29" E	604
WTG 04	44 6'19.53"N	11 48' 41.98" E	578
WTG 05	44 5'29.12"N	11 48' 47.73" E	650
WTG 06	44 5'49.36"N	11 49' 24.64" E	604
WTG 07	44 5'33.10"N	11 49' 46.92" E	609
WTG 08	44 5'0.26"N	11 49' 34.46" E	624



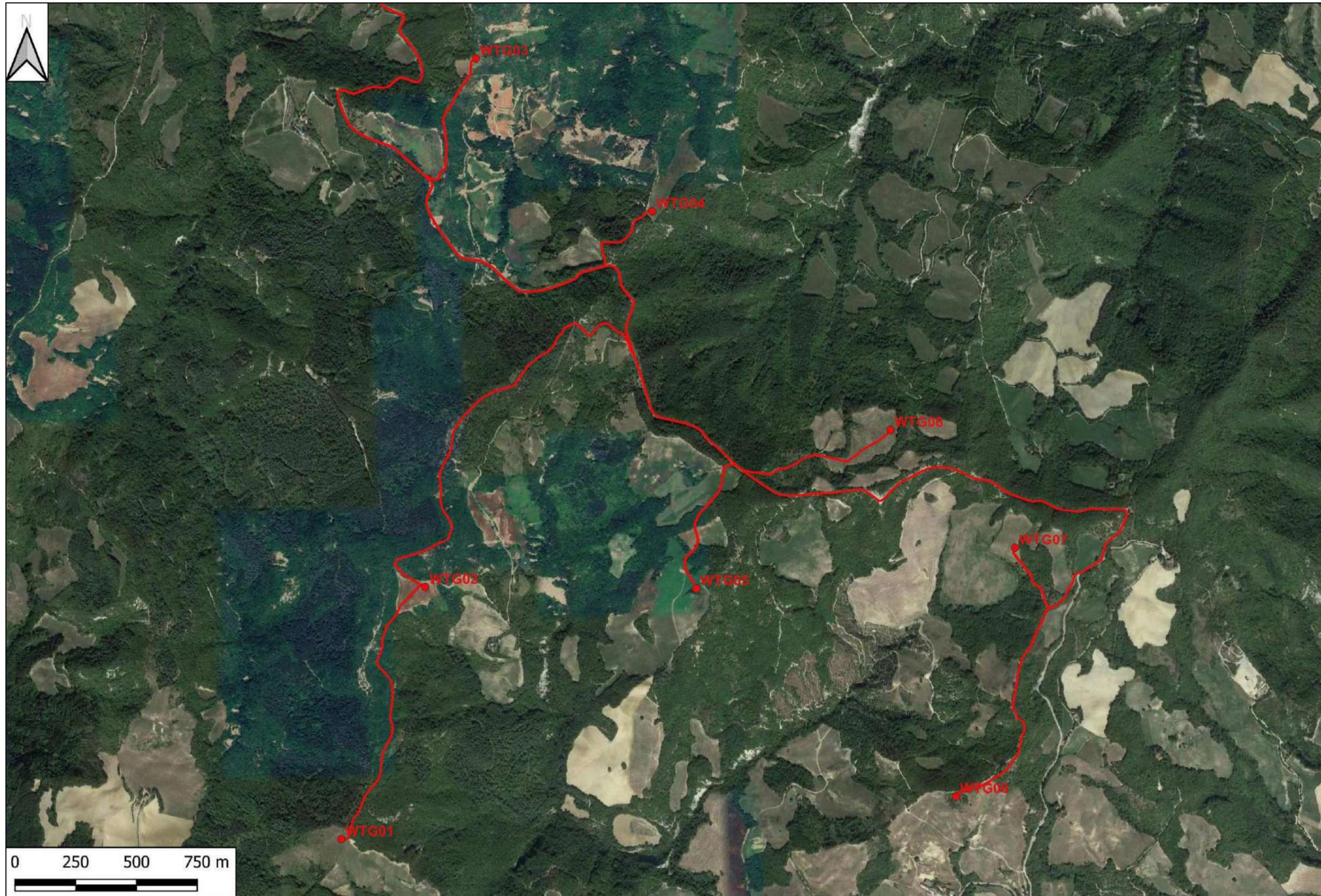
Quadro d'unione tavolette IGMI in scala 1:25.000



Quadro d'unione CTR in scala 1: 5.000



Stralcio Tavoletta IGMI in scala 1:25.000



Ortofoto area impianto



2. Lineamenti geologici

I caratteri geologici e litologici generali dell'area oggetto delle osservazioni saranno di seguito riportati, allo scopo di mettere in evidenza gli aspetti di maggiore importanza quali la natura, la giacitura e la struttura dei litotipi presenti.

L'area sottoposta ad esame ricade all'interno dell'Appennino romagnolo che costituisce la parte esterna dell'orogeno appenninico-settentrionale. Dal punto di vista geologico, l'Appennino settentrionale comprende l'Appennino ligure, l'Appennino tosco-emiliano, l'Appennino umbro-marchigiano e, più a sud, i Monti Reatini e i Monti Sabini. Le dorsali che costituiscono l'Appennino settentrionale hanno la generale direzione NO-SE che caratterizza l'intero Appennino e solo nel settore meridionale acquistano una direzione circa nord-sud, operando una sorta di "torsione" oraria lungo un'importante linea tettonica nota come "Linea Antrodoco-Olevano". Nell'ambito della Tetide pre-orogenesi, le rocce che parteciperanno alla costruzione del futuro Appennino settentrionale occupavano porzioni della placca tettonica africana (o microplacca Adria) poste a differente distanza dalla zona oceanica, formata prevalentemente da basalti ("crosta oceanica"). In una immaginaria ricostruzione della posizione dei vari settori che costituiscono la catena appenninica settentrionale, avremmo, in linea di massima: più interno il settore ligure, in parte costituito anche da crosta oceanica (le cosiddette "liguridi interne"); in una posizione intermedia si posiziona il settore tosco-emiliano; più esterno il settore umbro-marchigiano-sabino. Le entità dei raccorciamenti crostali sono notevoli – centinaia di km – almeno per i settori più interni ("falde di ricoprimento"), arrivando a sopravanzare, come in Val Marecchia, i settori originariamente più esterni.

Gli Appennini ligure e tosco-emiliano sono costituiti prevalentemente da rocce terrigene (arenarie, marne, argille, spesso in alternanza tra loro e con calcari) e subordinatamente calcari, calcari selciferi, diaspri. Le rocce più antiche sono conglomerati e arenarie, evaporati (anidridi) e dolomie del Triassico (parte inferiore del Mesozoico – circa 200-220 milioni di anni), deposte in ambiente continentale e di mare poco profondo nelle fasi iniziali di apertura della Tetide. Queste rocce, poco esposte,



costituiscono la base su cui si depositeranno poi le successioni di rocce di mare più o meno profondo che caratterizzano questa parte degli Appennini.

L'Appennino romagnolo ha una successione sedimentaria costituita quasi prevalentemente dai terreni della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola. All'interno di essa sono presenti lacune stratigrafiche e discontinuità legate ad unconformities regionali, a variazioni batimetrie o infine a scivolamenti subacquei di varia estensione. La Formazione è caratterizzata da un'apparente omogeneità sia verticale che laterale o da elementi di eterogeneità individuati solo a grande scala.

Da un punto di vista tettonico si riconoscono strutture di vario tipo (pieghe, faglie, sovrascorrimenti), riconducibili a tre diverse fasi deformative: due compressive (di età Messiniano – Pliocene Inferiore) e una distensiva (di età successiva e non definibile con precisione). I principali livelli di scollamento della tettonica compressiva sono stati individuati nelle unità prevalentemente pelitiche che compongono la base della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola e nelle formazioni al tetto della successione carbonatica meso-cenozoica, non affioranti. Sono diffuse faglie dirette N-S e circa E-O, del tutto marginali sembrano essere gli effetti di una tettonica di tipo trascorrente.

I terreni affioranti nell'area di studio fanno parte della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola e coprono un intervallo temporale che va dal Langhiano Sup. al Tortoniano Sup. Queste Unità ricoperte da depositi alluvionali del Supersintema Emiliano – Romagnolo e da depositi alluvionali e di versante attuali.

Di seguito vengono descritte le unità affioranti partendo dalla più antica alla più recente.

- **FMA₂ – Membro di Corniolo.** Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, tale rapporto infatti varia da 1:1,7 a 1:3,7. Alternanza di arenarie gradate da medie a fini. L'Unità ha spessore massimo di 176m ed è riconducibile al Langhiano Sup.- Serravalliano Inf.
- **FMA₃ – Membro Premilcuore.** Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che va da 1:1 a 1:1,5, e da una notevole variabilità



dello spessore di letti arenitici. L'Unità ha uno spessore tra 85 e 250m ed è riconducibile al Serravalliano Inf.

- **FMA₄ – Membro di Galeata.** Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO, e da una notevole variabilità dello spessore di letti arenitici. In questa unità sono presenti diversi fenomeni franosi e tra questi prevalgono gli scivolamenti planari che si impostano sui differenti livelli di areniti. L'Unità ha uno spessore massimo di circa 600m ed è riconducibile al Serravalliano Inf.
- **FMA₅ – Membro di Collina.** Si tratta di unità caratterizzate da una netta stratificazione, da un rapporto A/P variabile nel complesso da 1:3 a 1:3,5, dall'abbondanza di letti arenacei prevalentemente fini e medi. L'Unità ha spessore compreso tra 50 e 330m riconducibile al Serravalliano Inf.
- **FMA₇ – Membro di Monte Bassana.** Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1, e da una notevole variabilità dello spessore di letti arenitici. In questa unità sono presenti diversi fenomeni franosi e tra questi prevalgono gli scivolamenti planari che si impostano sui differenti livelli di areniti. L'Unità ha uno spessore massimo di 240m ed è riconducibile al Serravalliano Inf.
- **FMA₈ – Membro di Nespoli.** Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1, e da una notevole variabilità dello spessore di letti arenitici. Non offre particolari garanzie di stabilità poiché costituita da una fitta rete di fratture. All'interno dei letti arenacei viene favorita da un lato la circolazione idrica con conseguente disgregazione di corpi rocciosi e dall'altro la formazione di strutture morfologiche a gradini e movimenti a blocchi. L'Unità ha spessore massimo di 400m ed è riconducibile al Serravalliano.
- **FMA₉ – Membro di Civitella di Romagna.** Unità caratterizzata da una netta stratificazione, da un rapporto A/P di circa 1:2. Arenarie da medie a fini in lenti sottili. Lo spessore totale dell'Unità è di circa 150-200m al Serravalliano Sup. - Tortoniano.



- **FMA₁₀ – Membro di Dovadola.** Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1, e da una notevole variabilità dello spessore di letti arenitici. Lo spessore totale è di circa 150-220m ed è riconducibile al Tortoniano.
- **FMA₁₁ – Membro di Modigliana.** Unità caratterizzata da una netta stratificazione, da un rapporto A/P che cresce dal basso verso l'alto da 1:4, 5 a 1:2. Arenarie da medie a fini in lenti sottili, frequenti pelititorbiditiche da sottili a molto sottili. Lo spessore totale dell'Unità è di circa 180m al Tortoniano Sup.
- **FMA₁₂ ed FMA_{12a} – Membro di Castel del Rio.** Si tratta di Unità in cui le arenarie prevalgono nettamente e si alternano livelli da spessi a sottili. Il rapporto A/P decresce verso il basso da 2:1 a 1:1,3. Lo spessore complessivo è di 350-400m ed è riconducibile al Tortoniano Sup.
- **FMA₁₃ – Membro di Fontanelice.** Si tratta di Unità in cui le arenarie prevalgono nettamente e sono presenti in banchi spessi e molto spessi, a volte con giunti poco marcati. Il rapporto A/P può raggiungere anche 20:1. Lo spessore complessivo dell'Unità è di 200m ed è riconducibile al Tortoniano Sup.
- **AES₇ – Subsintema di Villa Verucchio.** Depositi terrazzati di piana intravalliva affioranti lungo le valli e agli sbocchi vallivi dei fiumi Santerno, Lamone e del torrente Senio e Sintria. Questi depositi sono correlabili per posizione stratigrafica e tipo di alterazione pedogenetica ai depositi di terrazzo alluvionale attribuiti a AES7. Nelle unità intravallive il subsintema è composto da alcuni ordini di terrazzi costituiti da ghiaie sormontate da sedimenti limoso-argillosi e sabbiosi di piana inondabile e/o eluvio colluviali. Lo spessore massimo è di circa 70 m nel sottosuolo della pianura ed è datato Pleistocene Sup.
- **AES₈ – Subsintema di Ravenna.** È l'elemento sommitale del Sintema Emiliano – Romagnolo Superiore. Depositi di terrazzo alluvionale intravallivi costituiti da depositi sabbioso- limosi di canale, argine e rotta fluviale, organizzati in corpi sedimentari di spessore plurimetrico e a geometria nastriforme. Rari i corpi ghiaiosi. Spessore del Subsintema di circa 20 nel sottosuolo della pianura e riconducibile al Pleistocene Sup. – Olocene.



- **AES_{8a} – Unità di Modena.** Costituisce la parte sommitale dell'AES8 costituito da sabbie, argille e limi e ghiaie di piana alluvionale. Lo spessore totale dell'Unità è di circa 10m nel sottosuolo della pianura.
- **a₆ – Detrito di falda.** Accumuli detritici costituiti da blocchi di dimensione variabile da qualche cm³ a decine di m³, in matrice sabbioso-pelitica alterata e pedogenizzata. Età riconducibile al Pleistocene Sup. – Olocene.
- **a₃ – Deposito di versante s.l.** Materiale detritico, di varia granulometria, talora selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e dalla gravità datato Pleistocene Sup. - Olocene

ORIZZONTI E STRATI GUIDA

- **fr – Colombina della Fratta.** Strato torbiditico calcareo-marnoso con impronte di fondo i cui gli spessori di porzione arenitica (A) sono di 11-41m e gli spessori di porzione pelitica (P) sono di 117-151m. Si ritrova al confine FMA₇₋₅.
- **cs – Strato di Contessa.** Mega – torbidite calcarea con base grossolana ricca di elementi litici. A 3,8 – 4,3m; P 7-8m. Si ritrova dentro le unità FMA₄ o al confine FMA_{4,3}.

Nel dettaglio tutte le 8 turbine ricadono sulla *Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Galeata (FM_{a4})*, costituito da alternanze marnoso arenacee a marne prevalenti

Quanto fin qui esposto è stato rappresentato nell'allegata carta geologica (**Tav. 2**) a scala 1:10.000.



3. Lineamenti geomorfologici

La morfologia di un'area è in stretta relazione con la natura dei terreni affioranti e con le vicissitudini tettoniche che, nel tempo, hanno interessato l'intero settore.

I pendii dell'area di studio, composti dai termini pliocenici della successione, a “debole” erodibilità potenziale, si presentano nell'insieme dolci, ma in più punti rotti dalle incisioni calanchive, dalle frequenti frane superficiali e dalle ripide scarpate. Ad essi si accompagna una fascia a orientamento appenninico classificata di “forte” erodibilità potenziale in cui i terreni sono fortemente alterati. Si osservano inoltre le valli molto ampie, occupate dai depositi alluvionali.

I rilievi costruiti dalla Formazione Marnoso Arenacea e in particolare le aree che presentano un elevato contenuto arenaceo e le pendenze superano spesso il 50%, presentano una forte instabilità e innescano fenomeni di tipo gravitativo. Le giaciture a franapoggio giocano un ruolo essenziale nella formazione di frane per scivolamento, la fitta rete di fratture, anche di scarso rilievo, favoriscono la genesi di uno spessore detritico superficiale tanto più instabile quanto più è presente la componente pelitica.

L'area oggetto di studio è attraversata da numerose aste fluviali, spesso l'incisione valliva supera la potenza dei sedimenti alluvionali, permettendo così l'affiorare della roccia sottostante (ringiovanimento pleistocenico in atto). Ai corsi d'acqua principali si coniugano, attraverso conoidi più o meno ampie e spesse, quelli secondari, in genere ortogonali ai primi e con profilo assai variabile. Questi ultimi hanno quasi sempre carattere torrentizio, tanto più evidente quanto più si allontanano dall'area collinare, dove le inclinazioni sono minori e i fianchi più dolci. Nel complesso l'idrografia superficiale disegna un pattern di drenaggio rettangolare e controllato strutturalmente.

L'area in cui ricadono le opere in progetto è disciplinata dall'*Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli*.

Nel dettaglio si fa riferimento alla *Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico*, approvata con Delibera Giunta Regionale n. 2112 del 05 dicembre 2016.



La cartografia dell'AdB contempla sia mappe legate alla pericolosità (rischio) da frana (vale a dire legata a fenomeni di versante) sia alla pericolosità idraulica (fluviale).

Di seguito vengono riportate sinteticamente, le condizioni geologiche e geomorfologiche su cui si impostano le torri.

- **Torre WTG01.** Si imposta interamente sul Membro di Galeata (FMA₄) Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO. L'Unità risulta deformata da una serie di pieghe minori che si riconoscono alla scala dell'affioramento. Dove la stratificazione risulta a franapoggio si creano le condizioni favorevoli all'innescio di fenomeni franosi di tipo scorrimento traslativo, con piano di scivolamento che si imposta al contatto tra i livelli arenitici e i pelitici. La torre attualmente non risulta interessata da fenomeni di dissesto attivi; si attenziona solamente una colata di fango ed Est della torre, che attualmente risulta quiescente.
- **Torre WTG02.** Si imposta interamente sul Membro di Galeata (FMA₄) Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO. In prossimità della torre la giacitura degli strati è sub-orizzontale con pendenze inferiori ai 10°. La torre non risulta interessata da fenomeni di dissesto attivi.
- **Torre WTG03.** Si imposta interamente sul Membro di Galeata (FMA₄) Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO. Subito a N della torre si ha un contatto stratigrafico con i terreni del Membro di Collina (FMA₅) caratterizzati da una netta stratificazione, da un rapporto A/P variabile nel complesso da 1:3 a 1:3,5, dall'abbondanza di letti arenacei prevalentemente fini e medi. La giacitura degli strati è a franapoggio con immersione verso SSO e con pendenza che va dai 45° ai 20°. La torre attualmente non risulta interessata da fenomeni franosi attivi ma le condizioni del versante inseriscono il versante in una condizione di pericolosità P3 (pericolosità alta) secondo le cartografie PAI (vedi tav.5 – Carta della pericolosità geomorfologica).



- **Torre WTG04.** Si imposta interamente sul Membro di Galeata (FMA₄) Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO. La giacitura degli strati risulta debolmente inclinata verso O con pendenze di circa 15° in corrispondenza di Mortarolo di Sopra. Non si riscontrano condizioni di instabilità dei versanti e condizioni di pericolosità da attenzionare, sia sul punto di realizzazione della torre che nelle aree limitrofe.
- **Torre WTG05.** Si imposta interamente sul Membro di Galeata (FMA₄) Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO. Gli strati immergono verso O con pendenza tra i 10 e i 20°. Non si riscontrano fenomeni di dissesto attivi sul punto in cui si imposta la torre, ma la parte di cavidotto immediatamente a N della torre è interessata da un'area intensamente dissestata da frane complesse e colate di fango quiescenti e con pericolosità (P4) (vedi tav.5 - Carta della pericolosità geomorfologica).
- **Torre WTG06.** Si imposta interamente sul Membro di Galeata (FMA₄) Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO. Gli strati immergono verso O con pendenza che varia dai 40° ai 10°. La torre non risulta interessata da fenomeni di dissesto attivi e non si imposta su un'area di pericolosità da attenzionare. Al contrario, i settori di cavidotto compresi tra le torri WTG06 e WTG07 sono interessati da diffusi fenomeni di dissesto attivi e da aree a pericolosità P3 e P4 (vedi tav.5 – Carta della pericolosità geomorfologica).
- **Torre WTG07.** Si imposta interamente sul Membro di Galeata (FMA₄) Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO. Gli strati immergono prevalentemente verso NE con debole pendenza, circa 10°. La torre non si imposta su dissesti attivi, ma subito a O si attenziona la presenza di una frana complessa attiva e i versanti limitrofi hanno pericolosità P3 - P4 (vedi tav.5 – Carta della pericolosità geomorfologica).



- **Torre WTG08.** Si imposta interamente sul Membro di Galeata (FMA₄) Unità caratterizzata da una distribuzione quasi paritaria del rapporto A/P, che è di circa 1:1,1 da SE a NO e ad 1:2.5 da NE verso SO. Gli strati immergono prevalentemente a S con debole pendenza, circa 10°. La torre non si imposta su dissesti attivi. I versanti limitrofi la torre, comunque, confermano una pericolosità geomorfologica P3 - P4 (vedi tav.5 – Carta della pericolosità geomorfologica), condizione che si presenta anche nel settore di cavidotto tra la torre WTG08 e WGT07.

Quanto fin qui esposto è stato rappresentato nell'allegata carta geomorfologica (*Tav. 2*) in scala 1:10.000 e nella carta della pericolosità geomorfologica (*Tav. 5*) in scala 1:10.000.

In ogni caso, in fase esecutiva, verranno previste tutte opere strutturali e non strutturali, atte alla mitigazione del rischio.



Panoramica area WTG1



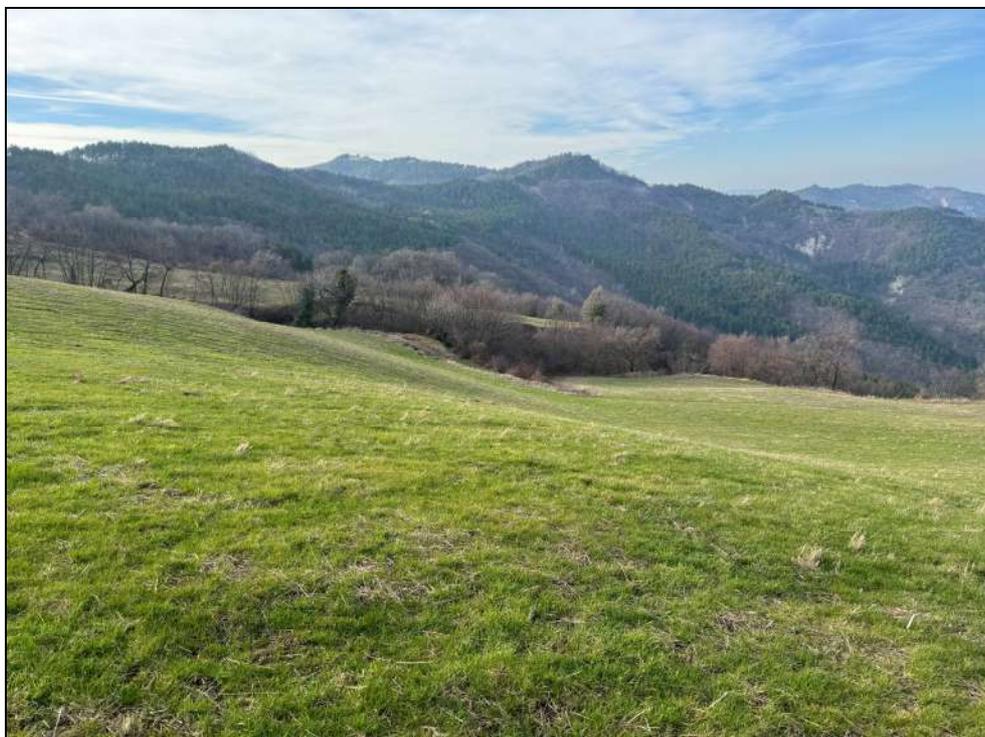
Panoramica area WTG3



Panoramica area WTG4



Panoramica area WTG5



Panoramica area WTG6



Panoramica area WTG8



4. Lineamenti idrogeologici

Dal punto di vista della “*permeabilità*”, cioè dell’attitudine che hanno le rocce nel lasciarsi attraversare dalle acque di infiltrazione efficace, si possono distinguere vari tipi di rocce:

- *rocce impermeabili*, nelle quali non hanno luogo percettibili movimenti d’acqua per mancanza di meati sufficientemente ampi attraverso i quali possono passare, in condizioni naturali di pressione, le acque di infiltrazione;
- *rocce permeabili*, nelle quali l’acqua di infiltrazione può muoversi o attraverso i meati esistenti fra i granuli che compongono la struttura della roccia (*permeabilità per porosità e/o primaria*), o attraverso le fessure e fratture che interrompono la compagine della roccia (*permeabilità per fessurazione e fratturazione e/o secondaria*).

Inoltre, in alcuni litotipi si manifesta una permeabilità “*mista*”, dovuta al fatto che rocce aventi una permeabilità primaria, sottoposte a particolari genesi, acquistano anche quella secondaria.

Le formazioni litologiche affioranti nell’area rilevata, in base alle loro caratteristiche strutturali ed al loro rapporto con le acque di precipitazione, sono state classificate in una scala di permeabilità basata sulle seguenti quattro classi:

1. *rocce ad elevata permeabilità per porosità;*
2. *rocce a permeabilità media per fessurazione, fratturazione e/o carsismo;*
3. *rocce impermeabili.*

Per quanto riguarda le rocce ricadenti nella prima classe (*rocce permeabili per porosità*), sono stati inclusi i sedimenti di seguito elencati: Deposito di versante (**a₃**); Detrito di falda (**a₆**); Deposito alluvionale in evoluzione (**b₁**), Deposito antropico (**b**); Conoide torrentizia in evoluzione (**i₁**); Conoide torrentizia attiva (**i₂**); Unità di Modena (**AES_{8a}**); Subsintema di Ravenna (**AES₈**); Subsintema di Villa Verucchio (**AES₇**).

A causa dei loro spessori, sovente variabili, tali litotipi costituiscono adunamenti idrici di spessore e potenza variabile.



Per quanto riguarda i materiali ricadenti nella seconda classe (*rocce a permeabilità media per fessurazione, fratturazione e/o carsismo*), sono da includersi le sotto elencate formazioni: Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Corniolo (**FMA₂**); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Premilicuore (**FMA₃**); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Galeata (**FMA₄**); Formazione Marnoso Arenacea (**FMA₇**); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Nespoli (**FMA₈**); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Civitella di Romagna (**FMA₉**); Formazione Marnoso Arenacea – Membro di Dovadola (**FMA₁₀**); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Modigliana (**FMA₁₁**); Formazione Marnoso Arenacea – Membro di Castel del Rio (**FMA₁₂**); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Castel del Rio (**FMA_{12b}**).

In generale, i litotipi appartenenti a questa classe, presentano, una permeabilità primaria da media a bassa, mentre hanno una buona, e spesso elevata, permeabilità secondaria dovuta agli stress tettonici che detti litotipi hanno subito nei vari tempi geologici, con fessure e fratture di dimensioni ed orientazioni variabili.

La distanza tra i diversi sistemi fessurativi presenti nella compagine della roccia, condizionano in modo determinante la circolazione idrica nel sottosuolo, come pure la permeabilità secondaria, come riportato nel seguente schema:

DESCRIZIONE DELLA ROCCIA	INTERVALLO (m)	GRADO DI PERMEABILITA'	
		Qualitativo	K (m/s)
Discontinuità da molto ad estremamente ravvicinate	< 0.20	molto permeabile	10^{-3} -1
Discontinuità da ravvicinate a moderatamente spaziate	0.20-0.60	mediamente permeabile	10^{-4} - 10^{-3}
Discontinuità da largamente a molto largamente spaziate	0.60-2.00	poco permeabile	10^{-9} - 10^{-4}
Nessuna discontinuità	>2.00	impermeabile	$<10^{-9}$

Sono state incluse nella terza classe (*rocce impermeabili*), le sotto elencate formazioni: Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Collina (**FMA₅**); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Fontanelice (**FMA₁₃**); Strato Guida - Contessa (**es**); Strato Guida - Colombina della Fratta (**fr**).



Tali terreni presentano una permeabilità primaria da bassa a nulla ed una assenza di falde acquifere; al contrario, in particolari zone d'alterazione, può esistere una lenta circolazione idrica organizzata in filetti discontinui che dipende esclusivamente dal regime pluviometrico variabile nelle stagioni.

Solitamente, come detto prima, tali terreni sono il substrato impermeabile dei litotipi prima citati costituendo il limite inferiore di tali elementi idrogeologici e permettendo, così, l'accumulo sotterraneo delle acque di infiltrazione efficace.

Quanto detto finora, viene accuratamente riassunto nella tabella allegata, riportante, tra l'altro, il range di valori del coefficiente di permeabilità (**K**) dei diversi litotipi presenti.

LITOTIPO	TIPO DI PERMEABILITÀ	GRADO DI PERMEABILITÀ	COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ
Deposito di versante (a ₃); Detrito di falda (a ₆); Deposito alluvionale in evoluzione (b ₁), Deposito antropico (b); Conoide torrentizia in evoluzione (i ₁); Conoide torrentizia attiva (i ₂); Unità di Modena (AES _{8a}); Subsintema di Ravenna (AES ₈); Subsintema di Villa Verucchio (AES ₇)	Porosità	alta	10⁻¹-10⁻³
Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Corniolo (FMA ₂); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Premilicuoere (FMA ₃); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Galeata (FMA ₄); Formazione Marnoso Arenacea (FMA ₇); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Nespoli (FMA ₈); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Civitella di Romagna (FMA ₉); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Dovadola (FMA ₁₀); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Modigliana (FMA ₁₁); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Castel del Rio (FMA ₁₂); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Castel del Rio (FMA _{12b})	Fessurazione, fratturazione e/o carsismo	da media a bassa ed in dipendenza dei sistemi di fessure	10⁻³-10⁻⁵



Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Collina (FMA ₅); Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Fontanelice (FMA ₁₃); Strato Guida - Contessa (es); Strato Guida - Colombina della Fratta (fr).	<i>Impermeabili</i>	<i>da bassa a molto bassa</i>	<i>10⁻⁶-10⁻⁹</i>
---	---------------------	-----------------------------------	--

Schema riepilogativo

Si sottolinea infine che nessuna sorgente ricade nelle vicinanze dei pali a vento da installare e si può inoltre asserire che l'intero impianto da realizzare non turberà l'equilibrio idrico sotterraneo e che le opere di fondazione dei pali non interferiranno con le eventuali falde presenti.

Quanto fin qui descritto è stato rappresentato nell'allegata carta idrogeologica (*Tav. 4*) in scala 1:10.000.



5. Considerazioni geologico - tecniche

Dall'osservazione degli elementi di superficie e da quanto riportato in letteratura geologica specializzata i litotipi presenti nel territorio, che saranno interessati dall'installazione degli aerogeneratori sono rappresentati dalla *Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Galeata (FM_{a4})*, costituita da alternanze marnoso arenacee a marne prevalenti.

Tralasciando le eventuali intercalazioni litoidi che influenzano in maniera del tutto locale il comportamento meccanico globale dei terreni in oggetto, è da notare come la struttura dei sopraddetti terreni sia l'effetto combinatorio a cui sono state soggette durante gli eventi tettonici nelle varie ere geologiche.

Dal punto di vista geotecnico, tali tipi di sedimenti vengono definiti "pseudocoerenti", per il diverso comportamento che mostrano al variare del contenuto d'acqua.

In generale, tali litotipi si presentano, come detto, nella parte più superficiale con un certo grado di alterazione che tende con la profondità a ridursi fino ad annullarsi, allorquando le argille si presentano grigiastre, asciutte e consistenti.

Dal punto di vista geotecnico è da rilevare che i suddetti materiali presentano una certa variabilità anche su campioni prelevati a brevi distanze.

La struttura a scaglie di tali materiali rende complessa la caratterizzazione geomeccanica poiché i risultati delle prove geotecniche sono fortemente influenzati dalle caratteristiche fisico - geometriche delle singole scaglie oltre che dal grado di alterazione e dalle modalità di esecuzione delle prove.

Da un confronto dei dati sperimentali ottenuti sui campioni indisturbati su litologie analoghe a quelle in esame, e da quanto riportato in letteratura specializzata, cautelativamente, sono stati assunti i seguenti valori di coesione (c') ed angolo d'attrito interno (ϕ') per i diversi spessori di terreno rilevati, potendo così ricostruire la seguente colonna geotecnica:



LITOTIPO	TORRE	CARATTERISTICHE FISICO / MECCANICHE	VALORI
<i>Formazione Marnoso Arenacea Membro di Galeata - Alternanze marnoso arenacee a marne prevalenti (FM_{a4})</i>	<i>WTG1, WTG2, WTG3, WTG4, WTG5, WTG6, WTG7, WTG8</i>	<i>peso dell'unità di volume coesione angolo di attrito interno</i>	<i>19,41 KN/m³ 0 KN/m² 28°</i>

Colonna geotecnica riepilogativa



6. Caratteristiche sismotettoniche

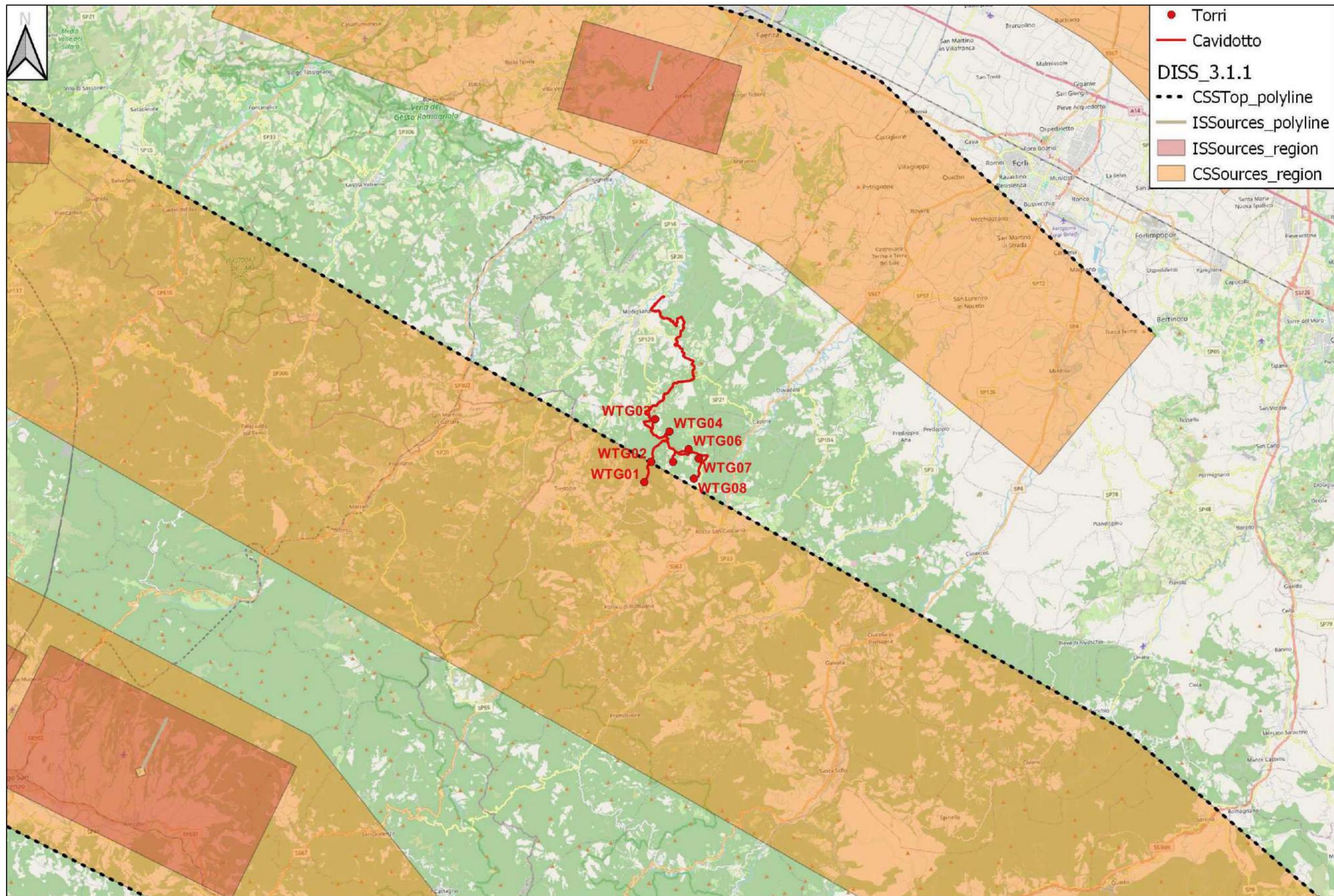
Ai fini della valutazione del rischio sismico di un'area, è fondamentale identificare le faglie attive. Infatti, sebbene esistano strutture a scorrimento lento asismico (*fault creep o tectonic creep*), molte delle faglie attive sono considerate sorgenti sismiche, in quanto lo scorrimento istantaneo dei due lati delle stesse, che avviene allorché lo stress supera la resistenza delle rocce, genera il rilascio di onde elastiche che si propagano in tutte le direzioni. A tali faglie sismogenetiche è associato il maggior rischio.

Una delle definizioni più comunemente accettata è quella della *U.S Nuclear Regulatory Commission* (1982), che definisce attive le faglie che presentano un'attivazione negli ultimi 35.000 anni o almeno due negli ultimi 500.000 anni.

Un elenco delle sorgenti sismogenetiche e delle faglie potenzialmente attive e capaci è contenuto nel DISS 3.1.1, il database delle sorgenti sismogenetiche italiane, potenzialmente in grado di generare sismi con magnitudo superiore a M 5.5 nell'area Italiana.

Le sorgenti sismogenetiche più significative, così come riportato nell'immagine di seguito rappresentata, al contorno dell'area in studio sono:

- **ITCS027 – Bore – Montefeltro – Fabriano - Lega**, con magnitudo massima attesa $M_w = 6.2$.



Ubicazione delle sorgenti sismogenetiche del DISS 3.1.1.



7. Sismicità storica

L'analisi della sismicità storica per i comuni di Modigliana, Rocca San Casciano, e Tredozio è stata condotta consultando il Database Macrosismico Italiano DBMI15, 2015 (consultabile all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>), da fonti storiche e informazioni reperibili in letteratura.

Il DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani dal 1000 al 2020. Per ogni evento nel database è riportata l'indicazione della data, la descrizione dei danni subiti e la stima dell'Intensità macrosismica secondo la scala EMS98 (European Macroseismic Scale; Grünthal, 1998). Il DBMI15 presenta le intensità adottando lo standard proposto da AHEAD, cioè numeri arabi interi e, nel caso di attribuzioni incerte si indicano i due estremi separati da un trattino (es.: 5-6, 7-8). Tale standard applica rigorosamente anche le indicazioni delle scale macrosismiche, secondo cui non è possibile assegnare una intensità a edifici isolati o territori estesi, nei cui casi si altera l'intensità riportata dallo studio originale. Se le informazioni disponibili non sono considerate sufficienti per stimare un'intensità, è possibile adottare codici descrittivi come "D" per danno, o "F" per sentito ("Felt").

Il Database Macrosismico Italiano 2015 per il comune di *Modigliana*, ha registrato n° 14 eventi sismici, di cui si riportano le caratteristiche principali nella tabella sottostante:

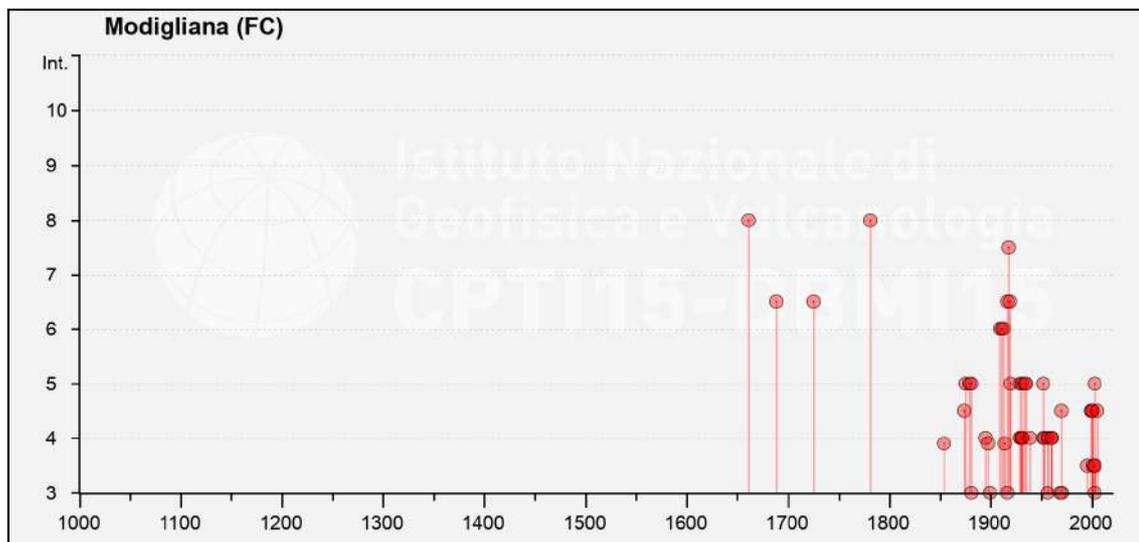
Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	IoDef	MwDef	ErMwDef
8	492	1661	3	22	12	50		Appennino forlivese	44,021	11,898	9	6,05	0,12
6-7	523	1688	4	11	12	20		Romagna	44,39	11,942	8-9	5,84	0,24
6-7	660	1725	10	29	17	40		Appennino tosco-emiliano	44,207	11,573	8	5,67	0,28
8	881	1781	4	4	21	20		Faentino	44,251	11,798	9-10	6,12	0,12
F	1236	1854	6	16	13	25		Imola	44,353	11,714	5	4,57	0,32
4-5	1368	1874	10	7				Imolese	44,168	11,589	7	4,96	0,13
5	1375	1875	3	17	23	51		Costa romagnola	44,209	12,659	8	5,74	0,1
5	1420	1879	4	27	4	6		Appennino tosco-emiliano	44,168	11,587	7	5,03	0,32
5	1440	1881	2	2				Russi	44,371	12,033	5-6	4,69	0,32
3	1454	1881	9	28				Cesena	44,142	12,189	6-7	4,71	0,23
2	1653	1895	5	18	19	55	12	Fiorentino	43,703	11,264	8	5,5	0,1
4	1665	1895	9	4	13	30		Valle del Montone	44,027	11,818	6-7	4,77	0,38
F	1722	1897	12	18	7	24	20	Alta Valtiberina	43,498	12,382	7	5,09	0,12
NF	1723	1898	1	16	13	10		Romagna settentrionale	44,657	11,821	6	4,59	0,17



3	1753	1899	6	26	23	17	22	Valle del Bisenzio	43,958	11,117	7	5,02	0,11
6	1976	1909	1	13	0	45		Emilia Romagna orientale	44,579	11,688	6-7	5,36	0,08
6	2033	1911	2	19	7	18	30	Forlivese	44,117	12,074	7	5,26	0,08
6	2080	1913	7	21	22	35		Appennino romagnolo	44,041	11,762	5-6	4,79	0,12
F	2106	1914	10	27	9	22		Lucchesia	43,912	10,598	7	5,63	0,08
3	2192	1917	4	26	9	35	59	Alta Valtiberina	43,467	12,129	9-10	5,99	0,08
6-7	2205	1917	12	2	17	39		Appennino forlivese	44,059	11,829	6-7	5,09	0,12
7-8	2226	1918	11	10	15	12	28	Appennino forlivese	43,917	11,933	9	5,96	0,08
6-7	2235	1919	6	29	15	6	13	Mugello	43,957	11,482	10	6,38	0,08
5	2257	1920	6	8	16	13		Appennino forlivese	43,997	11,879	5-6	4,54	0,18
NF	2261	1920	9	7	5	55	40	Garfagnana	44,185	10,278	10	6,53	0,08
NF	2305	1924	1	2	8	55	13	Senigallia	43,737	13,138	7-8	5,48	0,09
4	2391	1929	4	10	5	44		Bolognese	44,445	11,387	6	5,05	0,08
4	2392	1929	4	11	0	56		Bolognese	44,312	11,665	4	4,72	0,16
5	2404	1929	7	18	21	2		Mugello	43,988	11,507	6-7	4,96	0,1
4	2438	1931	4	1	6	1		Faentino	44,163	11,708	5	4,14	0,34
4	2440	1931	4	11	1	26		Faentino	44,28	11,718	4-5	4,81	0,12
4	2450	1931	9	5	1	25	53	Mugello	44,057	11,367	6	4,88	0,12
5	2455	1931	12	15	3	23		Mugello	44,112	11,527	6	4,62	0,22
5	2486	1934	5	28	21	9		Faentino	44,186	11,765	4	3,94	0,35
5	2501	1935	6	5	11	48		Faentino	44,26	11,876	6	5,23	0,12
4	2549	1939	2	11	11	17		Mugello	44,002	11,431	7	5,01	0,13
5	2697	1952	7	4	20	35	12	Appennino forlivese	43,98	11,883	7	4,94	0,12
4	2701	1952	12	2	6	13	22	Appennino forlivese	44,004	12,079	5	4,42	0,21
4	2710	1953	12	14	7	11	6	Appennino forlivese	44,064	12,061	5-6	4,7	0,12
4	2750	1956	4	26	3	0	3	Appennino bolognese	44,209	11,33	6	4,74	0,12
4	2752	1956	5	26	18	40		Appennino forlivese	43,939	11,897	7	4,99	0,09
3	2755	1956	6	3	1	45	57	Appennino forlivese	44,003	11,876	6	4,51	0,11
NF	2793	1959	3	11	0	15		Appennino forlivese	43,959	12,064	5	4,31	0,49
4	2819	1960	4	30	0	52	6	Appennino forlivese	44,02	11,852	5	4,28	0,34
4	2825	1960	10	29	0	8	39	Mugello	43,999	11,385	7	4,91	0,11
4	2835	1961	5	8	22	45	51	Forlivese	44,134	11,962	5	4,37	0,13
NF	2850	1962	8	30	6	27	7	Montefeltro	43,877	12,144	6-7	4,76	0,16
NF	2900	1965	8	4	11	49	53	Alta Valtiberina	43,695	12,112	5	4,48	0,15
2	2966	1968	6	18	5	27		Valle d'Aosta	45,684	7,768	6	4,86	0,13
3	2980	1969	1	10	16	17	32	Pianura Ravennate	44,39	11,983	5	4,38	0,2
4-5	3000	1970	2	9	7	39		Appennino forlivese	44,002	11,901	5-6	4,5	0,23
3	3038	1971	7	15	1	33	23	Parmense	44,814	10,345	8	5,51	0,08
NF	3380	1983	11	9	16	29	52	Parmense	44,755	10,265	6-7	5,04	0,1
NF	3508	1986	12	6	17	7	19,77	Ferrarese	44,947	11,444	6	4,43	0,08
NF	3722	1993	11	7	23	21	11,72	Cesenate	44,181	12,18	4-5	3,95	0,18
3-4	3784	1995	12	27	23	44	27,69	Forlivese	44,156	12,113	5	3,97	0,13
4-5	3979	1999	1	25	22	45	58,08	Appennino forlivese	43,98	11,962	5	4,36	0,07
4-5	4021	2000	5	6	22	7	3,78	Faentino	44,243	11,973	5	4,08	0,07
4-5	4023	2000	5	8	12	29	56,2	Faentino	44,279	11,917	5	4,67	0,07
4-5	4025	2000	5	10	16	52	11,6	Faentino	44,243	11,932	5-6	4,82	0,07
3-4	4116	2001	11	26	0	56	55,46	Casentino	43,6	12,108	5-6	4,63	0,07
NF	4174	2002	11	2	10	57	44,89	Ferrarese	44,593	12,143	4	4,21	0,1
3-4	4199	2003	1	26	20	15	3,07	Appennino forlivese	43,875	11,959	5-6	4,5	0,07
3	4201	2003	1	29	23	50	16,38	Appennino forlivese	43,898	11,926	4-5	4,06	0,08
5	4223	2003	9	14	21	42	53,18	Appennino bolognese	44,255	11,38	6	5,24	0,07
3-4	4227	2003	12	7	10	20	33,04	Forlivese	44,162	12,18	5	4,18	0,07
4-5	4274	2005	7	15	15	17	18	Forlivese	44,207	12,117	4-5	4,29	0,07



Nel grafico sottostante si riportano gli andamenti delle intensità degli eventi sismici nel tempo, il grafico considera tutti i terremoti con intensità comprese tra 2 e 5 per un arco temporale dal 1661 al 2005.



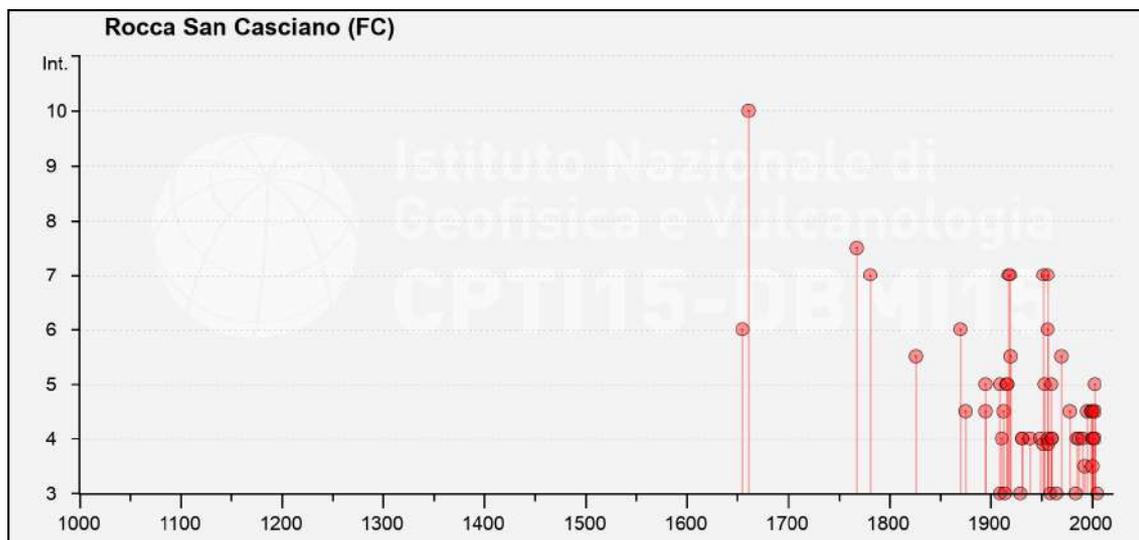
Il Database Macrosismico Italiano 2015 per il comune di *Rocca San Casciano*, ha registrato n° 66 eventi sismici, di cui si riportano le caratteristiche principali nella tabella sottostante:

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	IoDef	MwDef	ErMwDef
6	484	1655	3	25				Appennino forlivese	44,06	11,842	6	4,63	0,46
10	492	1661	3	22	12	50		Appennino forlivese	44,021	11,898	9	6,05	0,12
7-8	815	1768	10	19	23			Appennino forlivese	43,943	11,904	9	5,99	0,12
7	885	1781	7	17	9	40		Faentino	44,268	11,987	8	5,61	0,17
5-6	1070	1826	10					Appennino forlivese	44,06	11,842	5-6	4,4	0,46
6	1343	1870	10	30	18	34		Forlivese	44,133	12,062	8	5,61	0,23
NF	1368	1874	10	7				Imolese	44,168	11,589	7	4,96	0,13
4-5	1375	1875	3	17	23	51		Costa romagnola	44,209	12,659	8	5,74	0,1
NF	1537	1887	11	14	5	48	5	Fiorentino	43,749	11,219	6	4,47	0,11
4-5	1653	1895	5	18	19	55	12	Fiorentino	43,703	11,264	8	5,5	0,1
5	1665	1895	9	4	13	30		Valle del Montone	44,027	11,818	6-7	4,77	0,38
5	1976	1909	1	13	0	45		Emilia Romagna orientale	44,579	11,688	6-7	5,36	0,08
3	1989	1909	8	25	0	22		Crete Senesi	43,15	11,403	7-8	5,34	0,08
4	2033	1911	2	19	7	18	30	Forlivese	44,117	12,074	7	5,26	0,08
2-3	2048	1911	9	13	22	29	2	Chianti	43,436	11,344	7	5,08	0,09
4-5	2080	1913	7	21	22	35		Appennino romagnolo	44,041	11,762	5-6	4,79	0,12
3	2106	1914	10	27	9	22		Lucchesia	43,912	10,598	7	5,63	0,08
5	2145	1916	5	17	12	50		Riminese	44,119	12,748	8	5,82	0,08
5	2185	1917	1	8	1	45	50	Appennino forlivese	44,005	11,803	6	4,74	0,39
7	2226	1918	11	10	15	12	28	Appennino forlivese	43,917	11,933	9	5,96	0,08



7	2235	1919	6	29	15	6	13	Mugello	43,957	11,482	10	6,38	0,08
5-6	2257	1920	6	8	16	13		Appennino forlivese	43,997	11,879	5-6	4,54	0,18
NF	2261	1920	9	7	5	55	40	Garfagnana	44,185	10,278	10	6,53	0,08
NF	2305	1924	1	2	8	55	13	Senigallia	43,737	13,138	7-8	5,48	0,09
3	2391	1929	4	10	5	44		Bolognese	44,445	11,387	6	5,05	0,08
NF	2422	1930	7	23	0	8		Irpinia	41,068	15,318	10	6,67	0,08
4	2438	1931	4	1	6	1		Faentino	44,163	11,708	5	4,14	0,34
2	2439	1931	4	5	13	34		Faentino	44,194	11,71	6	4,4	0,31
4	2450	1931	9	5	1	25	53	Mugello	44,057	11,367	6	4,88	0,12
2	2521	1936	10	18	3	10		Alpago Cansiglio	46,089	12,38	9	6,06	0,08
4	2549	1939	2	11	11	17		Mugello	44,002	11,431	7	5,01	0,13
4	2649	1949	3	9	4	16	30	Mugello	43,987	11,489	5	4,42	0,36
7	2697	1952	7	4	20	35	12	Appennino forlivese	43,98	11,883	7	4,94	0,12
F	2701	1952	12	2	6	13	22	Appennino forlivese	44,004	12,079	5	4,42	0,21
5	2710	1953	12	14	7	11	6	Appennino forlivese	44,064	12,061	5-6	4,7	0,12
4	2750	1956	4	26	3	0	3	Appennino bolognese	44,209	11,33	6	4,74	0,12
6	2752	1956	5	26	18	40		Appennino forlivese	43,939	11,897	7	4,99	0,09
7	2755	1956	6	3	1	45	57	Appennino forlivese	44,003	11,876	6	4,51	0,11
F	2765	1957	4	17	2	22		Appennino forlivese	43,937	11,942	6	4,68	0,16
3	2793	1959	3	11	0	15		Appennino forlivese	43,959	12,064	5	4,31	0,49
5	2819	1960	4	30	0	52	6	Appennino forlivese	44,02	11,852	5	4,28	0,34
4	2825	1960	10	29	0	8	39	Mugello	43,999	11,385	7	4,91	0,11
4	2835	1961	5	8	22	45	51	Forlivese	44,134	11,962	5	4,37	0,13
3	2900	1965	8	4	11	49	53	Alta Valtiberina	43,695	12,112	5	4,48	0,15
5-6	3000	1970	2	9	7	39		Appennino forlivese	44,002	11,901	5-6	4,5	0,23
4-5	3203	1978	12	5	15	39	4	Romagna	44,124	11,891	4-5	4,61	0,1
3	3388	1984	4	29	5	2	59	Umbria settentrionale	43,262	12,525	7	5,62	0,1
4	3463	1985	11	24	6	54	4,08	Appennino forlivese	43,844	12,017	5-6	4,29	0,18
NF	3508	1986	12	6	17	7	19,77	Ferrarese	44,947	11,444	6	4,43	0,08
4	3531	1987	7	5	13	12	37,46	Montefeltro	43,758	12,208	6	4,44	0,1
4	3647	1991	1	14	7	38	36,65	Casentino	43,781	11,853	5	4,26	0,11
2	3722	1993	11	7	23	21	11,72	Cesenate	44,181	12,18	4-5	3,95	0,18
3-4	3723	1993	11	9	13	46	24,39	Cesenate	44,141	12,269	4-5	3,93	0,17
4-5	3784	1995	12	27	23	44	27,69	Forlivese	44,156	12,113	5	3,97	0,13
4-5	3979	1999	1	25	22	45	58,08	Appennino forlivese	43,98	11,962	5	4,36	0,07
4-5	4021	2000	5	6	22	7	3,78	Faentino	44,243	11,973	5	4,08	0,07
4-5	4023	2000	5	8	12	29	56,2	Faentino	44,279	11,917	5	4,67	0,07
4	4025	2000	5	10	16	52	11,6	Faentino	44,243	11,932	5-6	4,82	0,07
3-4	4041	2000	8	1	2	34	31	Montefeltro	43,905	12,337	5-6	4,27	0,07
4	4116	2001	11	26	0	56	55,46	Casentino	43,6	12,108	5-6	4,63	0,07
NF	4174	2002	11	2	10	57	44,89	Ferrarese	44,593	12,143	4	4,21	0,1
5	4197	2003	1	26	19	57	3,21	Appennino forlivese	43,883	11,96	6	4,66	0,07
4-5	4199	2003	1	26	20	15	3,07	Appennino forlivese	43,875	11,959	5-6	4,5	0,07
4	4201	2003	1	29	23	50	16,38	Appennino forlivese	43,898	11,926	4-5	4,06	0,08
2	4227	2003	12	7	10	20	33,04	Forlivese	44,162	12,18	5	4,18	0,07
3	4274	2005	7	15	15	17	18	Forlivese	44,207	12,117	4-5	4,29	0,07

Nel grafico sottostante si riportano gli andamenti delle intensità degli eventi sismici nel tempo, il grafico considera tutti i terremoti con intensità comprese tra 2 e 5 per un arco temporale dal 1655 al 2002.



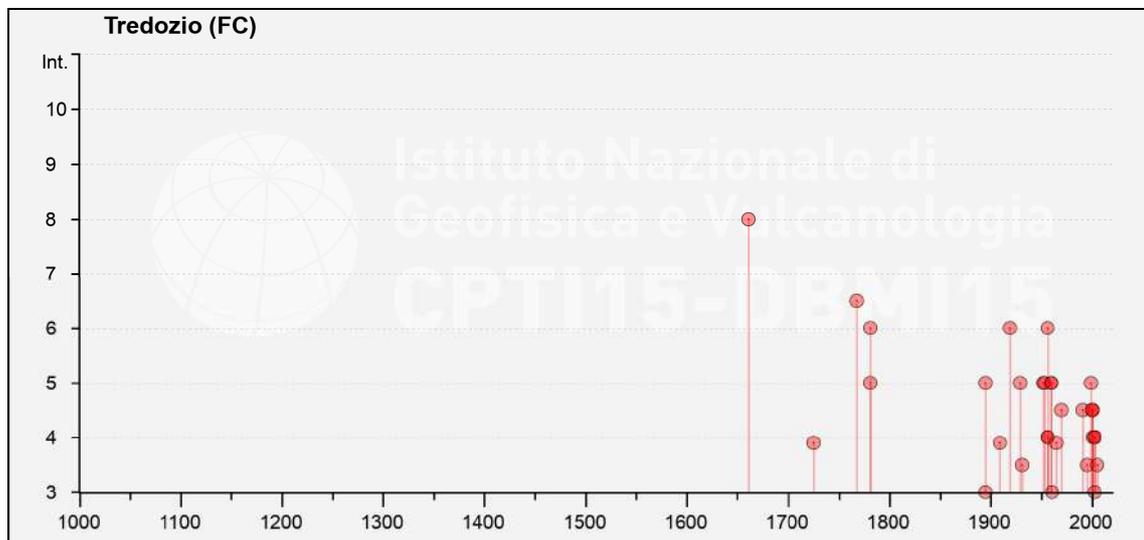
Il Database Macrosismico Italiano 2015 per il comune di *Tredozio*, ha registrato n° 35 eventi sismici, di cui si riportano le caratteristiche principali nella tabella sottostante:

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	IoDef	MwDef	ErMwDef
8	492	1661	3	22	12	50		Appennino forlivese	44,021	11,898	9	6,05	0,12
F	660	1725	10	29	17	40		Appennino tosco-emiliano	44,207	11,573	8	5,67	0,28
6-7	815	1768	10	19	23			Appennino forlivese	43,943	11,904	9	5,99	0,12
5	881	1781	4	4	21	20		Faentino	44,251	11,798	9-10	6,12	0,12
6	885	1781	7	17	9	40		Faentino	44,268	11,987	8	5,61	0,17
3	1653	1895	5	18	19	55	12	Fiorentino	43,703	11,264	8	5,5	0,1
5	1665	1895	9	4	13	30		Valle del Montone	44,027	11,818	6-7	4,77	0,38
F	1976	1909	1	13	0	45		Emilia Romagna orientale	44,579	11,688	6-7	5,36	0,08
6	2235	1919	6	29	15	6	13	Mugello	43,957	11,482	10	6,38	0,08
5	2404	1929	7	18	21	2		Mugello	43,988	11,507	6-7	4,96	0,1
2	2438	1931	4	1	6	1		Faentino	44,163	11,708	5	4,14	0,34
3-4	2450	1931	9	5	1	25	53	Mugello	44,057	11,367	6	4,88	0,12
5	2697	1952	7	4	20	35	12	Appennino forlivese	43,98	11,883	7	4,94	0,12
5	2710	1953	12	14	7	11	6	Appennino forlivese	44,064	12,061	5-6	4,7	0,12
4	2750	1956	4	26	3	0	3	Appennino bolognese	44,209	11,33	6	4,74	0,12
6	2752	1956	5	26	18	40		Appennino forlivese	43,939	11,897	7	4,99	0,09
4	2755	1956	6	3	1	45	57	Appennino forlivese	44,003	11,876	6	4,51	0,11
NF	2793	1959	3	11	0	15		Appennino forlivese	43,959	12,064	5	4,31	0,49
5	2819	1960	4	30	0	52	6	Appennino forlivese	44,02	11,852	5	4,28	0,34
5	2825	1960	10	29	0	8	39	Mugello	43,999	11,385	7	4,91	0,11
3	2835	1961	5	8	22	45	51	Forlivese	44,134	11,962	5	4,37	0,13
F	2907	1965	12	18	9	22	25	Pianura romagnola	44,27	12,021	5	4,54	0,2
4-5	3000	1970	2	9	7	39		Appennino forlivese	44,002	11,901	5-6	4,5	0,23
NF	3508	1986	12	6	17	7	19,77	Ferrarese	44,947	11,444	6	4,43	0,08
4-5	3647	1991	1	14	7	38	36,65	Casentino	43,781	11,853	5	4,26	0,11
3-4	3784	1995	12	27	23	44	27,69	Forlivese	44,156	12,113	5	3,97	0,13
5	3979	1999	1	25	22	45	58,08	Appennino forlivese	43,98	11,962	5	4,36	0,07



4-5	4021	2000	5	6	22	7	3,78	Faentino	44,243	11,973	5	4,08	0,07
4-5	4023	2000	5	8	12	29	56,2	Faentino	44,279	11,917	5	4,67	0,07
4-5	4025	2000	5	10	16	52	11,6	Faentino	44,243	11,932	5-6	4,82	0,07
4	4116	2001	11	26	0	56	55,46	Casentino	43,6	12,108	5-6	4,63	0,07
4	4199	2003	1	26	20	15	3,07	Appennino forlivese	43,875	11,959	5-6	4,5	0,07
4	4201	2003	1	29	23	50	16,38	Appennino forlivese	43,898	11,926	4-5	4,06	0,08
3	4227	2003	12	7	10	20	33,04	Forlivese	44,162	12,18	5	4,18	0,07
3-4	4274	2005	7	15	15	17	18	Forlivese	44,207	12,117	4-5	4,29	0,07

Nel grafico sottostante si riportano gli andamenti delle intensità degli eventi sismici nel tempo, il grafico considera tutti i terremoti con intensità comprese tra 2 e 5 per un arco temporale dal 1661 al 2005.





8. Rischio e pericolosità sismica

Il rischio sismico è definito dal prodotto di tre parametri secondo l'equazione: $R = P * V * E$

dove:

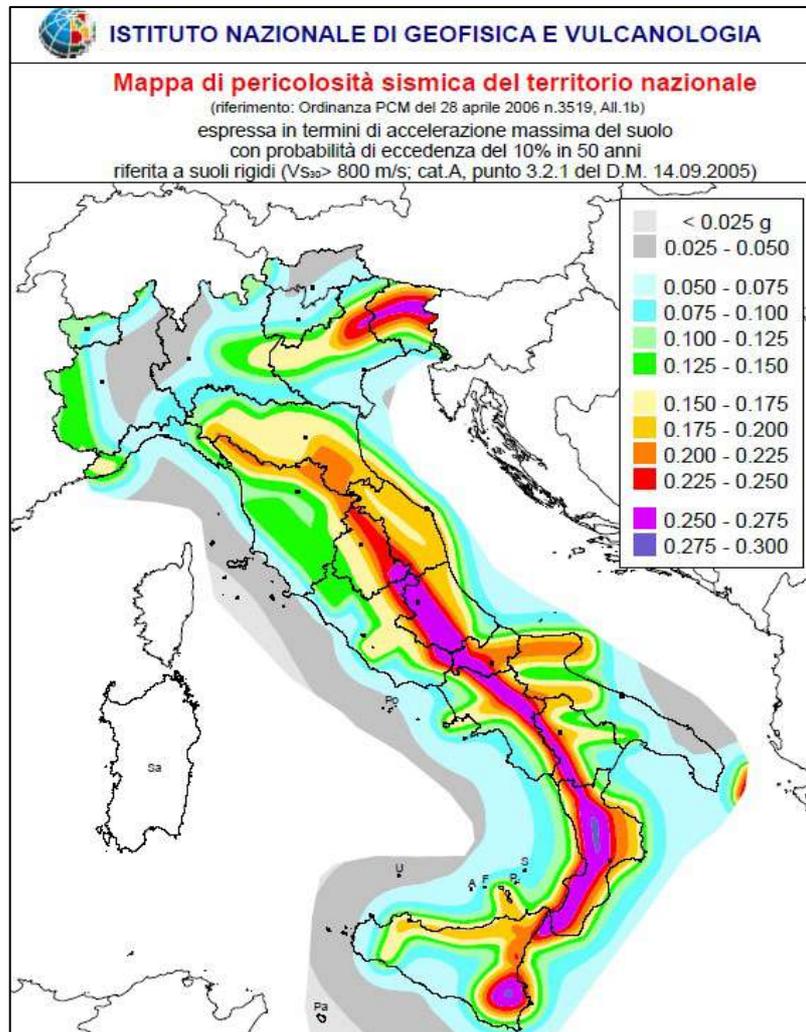
- **P** indica la pericolosità,
- **V** indica la vulnerabilità, ossia la propensione da parte di un bene esposto a subire un danno a seguito di un determinato evento calamitoso;
- **E** = indica l'esposizione, ossia il valore dell'insieme degli elementi esposti a rischio all'interno dell'area considerata.

La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un arco spazio temporale definito. Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di input (quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri di riferimento (per esempio: scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale, ecc.).

La pericolosità sismica di base classifica il territorio su vasta scala al fine di programmare le attività di prevenzione e pianificazione delle emergenze.

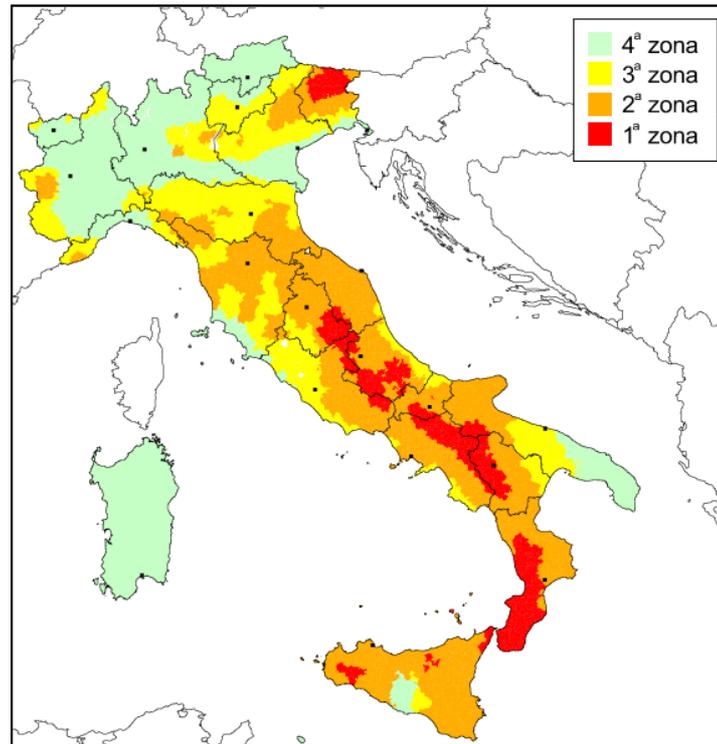
Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa della pericolosità sismica realizzata nel 2004 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006 (G.U. n.105 dell'11 maggio 2006).

Di seguito si riporta la carta di pericolosità sismica del territorio nazionale:



Carta di pericolosità sismica del territorio nazionale (fonte INGV).

Secondo la mappa delle zone sismiche del 2003, che suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.



Mapa delle zone sismiche del territorio nazionale del 2003 (fonte INGV)

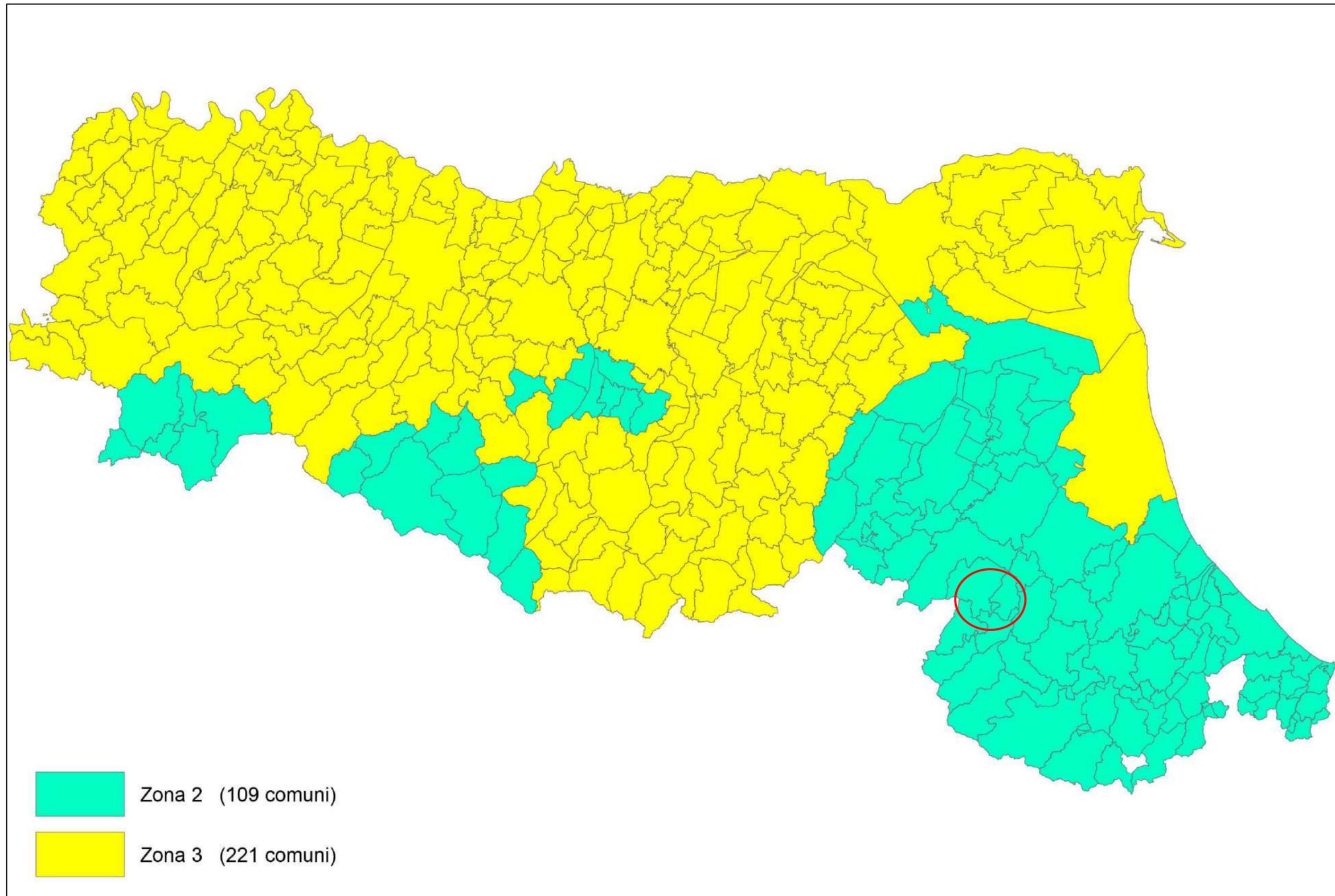
ZONA SISMICA	DESCRIZIONE
Zona 1	É la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.
zona 2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
zona 3	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
zona 4	É la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

I valori di accelerazione orizzontale massima (a_g) per le varie zone sismiche sono riportate nella tabella seguente:



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

I Comuni di Modigliana, Rocca San Casciano, e Tredozio sono classificati, secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28.04.2006, aggiornata con la Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n° 146 del 06.02 2023, come **Zona Sismica 2**



Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia Romagna
(Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni dell'Emilia Romagna - Delibera Giunta Regionale n° 146 del 06/02/2023)



9. Indagini sismiche

L'indagine sismica ove si propone la realizzazione dell'impianto eolico, è stata condotta attraverso un rilievo sismico sviluppato su n. 3 direttrici, opportunamente ubicate, ed impiegato per l'acquisizione di dati per l'elaborazione MASW (Multichannels Analysis SurfaceWaves), ed inteso a definire le caratteristiche di resistenza alle sollecitazioni di taglio dei terreni nel sottosuolo.

L tre basi sismiche sono state eseguite, da come si evince dalla documentazione fotografica allegata, rispettivamente in prossimità della WTG1 (base 1), WTG4 (base 3), WTG6 (base 2)

L'indagine sismica è stata eseguita impiegando un sismografo "DOREMI" della SARA Electronic Instruments s.r.l.; l'elettronica è distribuita lungo il cavo e la connessione al personal computer dedicato all'osservazione grafica e al management del sistema è svolta da una interfaccia "DoReMi master".

Il sismografo è pertanto distribuito con i suoi canali lungo la direttrice di rilevamento ed il software dedicato, che acquisisce il segnale analogico dai velocimetri al suolo impiegati per il rilievo, lo invia in forma digitale al sistema centrale in modo indipendente per ogni canale di registrazione, e dispone di una memoria di 30000 campioni a 24 bit.

Il software di gestione del sistema consente di impostare lunghezza e frequenza del campionamento, numero dei canali in registrazione, guadagno del singolo canale ed impostazioni di registrazione dei dati; le opzioni avanzate consentono di impostare operazioni di somma, media, differenza di energizzazioni multiple, di impiegare filtri passabanda al dato registrato ed eseguire operazioni di interlacciamento, concatenamento o workaway di diversi set di dati.

Alla strumentazione sismografica sono stati connessi sensori geofonici verticali da 4.5 Hz in numero di 24; le energizzazioni, prodotte con massa battente, sono state ripetute agli estremi delle stese geofoniche; i dati acquisiti consistono nelle registrazioni dei treni d'onda a partire dall'istante di energizzazione (+/- 1 msec), per un intervallo di



tempo di msec 2000, riprodotti da supporto magnetico sul quale è eseguita l'interpretazione.

Il rilievo MASW, condotto operando energizzazioni per l'acquisizione dei dati agli estremi delle stese, ha restituito i risultati su verticali rappresentative del sito e riferite alle porzioni in s.l. indicate dal punto di energizzazione; alla strumentazione sismografica sono stati connessi geofoni verticali da 4.5 Hz, posti a distanza reciproca di m 2.

La tecnica di investigazione ed elaborazione MASW dei dati consente di rilevare la situazione sismo-stratigrafica del sottosuolo in riferimento alle velocità delle onde S di taglio basandosi sulla misura delle onde superficiali di Rayleigh.

Le onde di Rayleigh, onde di superficie prodotte da un movimento circolare retrogrado delle particelle del suolo si presta ad una agevole elaborazione in considerazione del contenuto energetico, che risulta nettamente superiore a quello che compete alle componenti delle onde di volume P ed S, il cui decadimento ed attenuazione risulta proporzionale al quadrato della distanza piuttosto che alla distanza dalla sorgente dell'impulso. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh subiscono il fenomeno della dispersione, nel quale le differenti lunghezze d'onda che descrivono il movimento delle particelle viaggiano a velocità differenti in relazione alla rigidità dei mezzi impegnati nel sottosuolo. Lo studio della dispersione delle onde di Rayleigh consente di analizzare le variazioni di velocità delle onde S nel sottosuolo e di discriminare in profondità le principali variazioni di rigidità dei terreni, tenendo conto che le componenti d'onda ad alta frequenza impegnano e caratterizzano gli strati più superficiali dell'area di indagine, mentre le componenti d'onda a più bassa frequenza interessano spessori maggiori del sottosuolo e caratterizzano gli strati più profondi.

La determinazione della velocità delle onde S si determina considerando che la stessa risulta dell'ordine di 90-110% la velocità delle onde di Rayleigh.

L'interpretazione MASW è stata condotta con softwares votati ed è intesa a determinare la sismostratigrafia in onde S del sito, accertando eventuali e locali inversioni di velocità e calcolando il valore equivalente, per la definizione della locale



categoria di suolo e dello scenario di pericolosità sismica di riferimento di supporto alla progettazione geotecnica.



Ubicazione stesa sismica 1



Stesa sismica 1



Ubicazione stesa sismica 2



Stesa sismica 2



Ubicazione stesa sismica 3



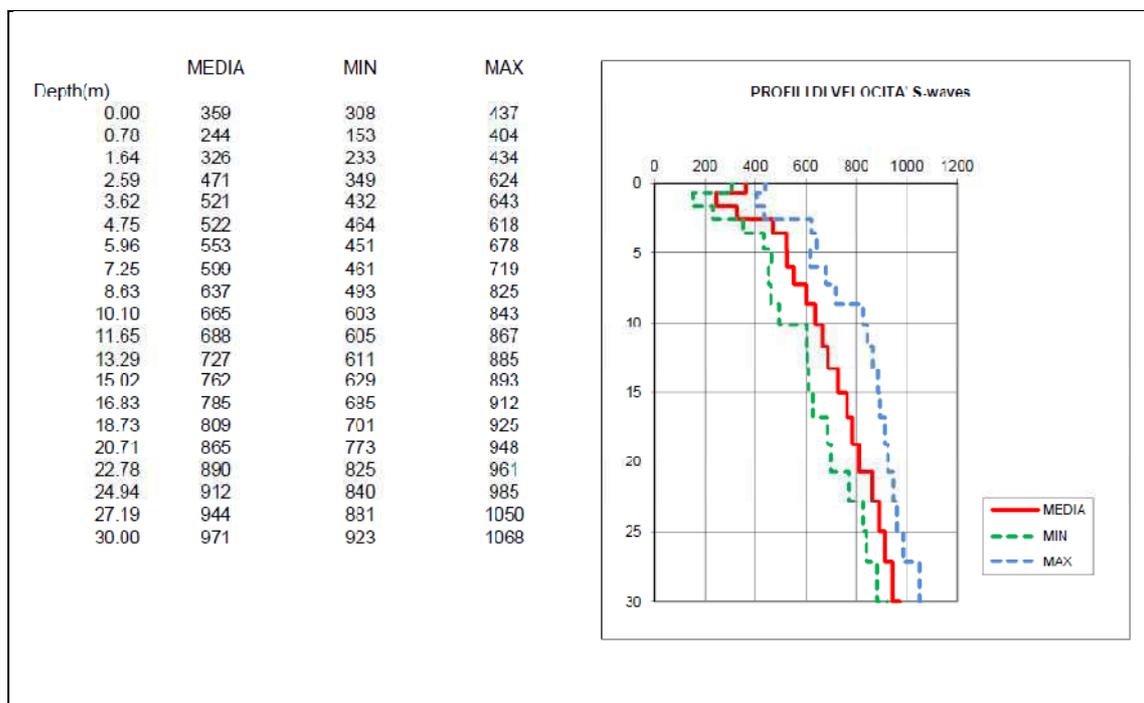
Stesa sismica 3



I profili di rigidità sono risultati coerenti tra loro, nelle tre distinte aree di indagine, rilevando nel sottosuolo la presenza di “coperture” poco tenaci e di riporti dello spessore medio di m 2-3, sotto le quali si intercetta la porzione alterata e fratturata del locale substrato lapideo, caratterizzata da velocità delle onde di taglio variabile tra un minimo di 400 m/sec ed un massimo di 650 m/sec, tra le profondità di m 8 e m 10 dal p.c..

Oltre tale profondità si intercetta il substrato geologico, rappresentato da termini della Formazione Marnoso Arenacea, nella porzione meno fratturata / alterata, caratterizzata da valori di velocità minimi di 600-650 m/sec e massimi di 950-1100 m/sec.

L’andamento dei profilo medio di rigidità e della sua massima variazione rispetto alle verticali di elaborazione, evidenzia un analogo andamento delle velocità sismiche nel sottosuolo ed una limitata variazione areale della rigidità dei terreni.



Profilo medio e minimo e massimo dell’andamento delle velocità delle onde di taglio nel sottosuolo relativamente alle verticali di restituzione

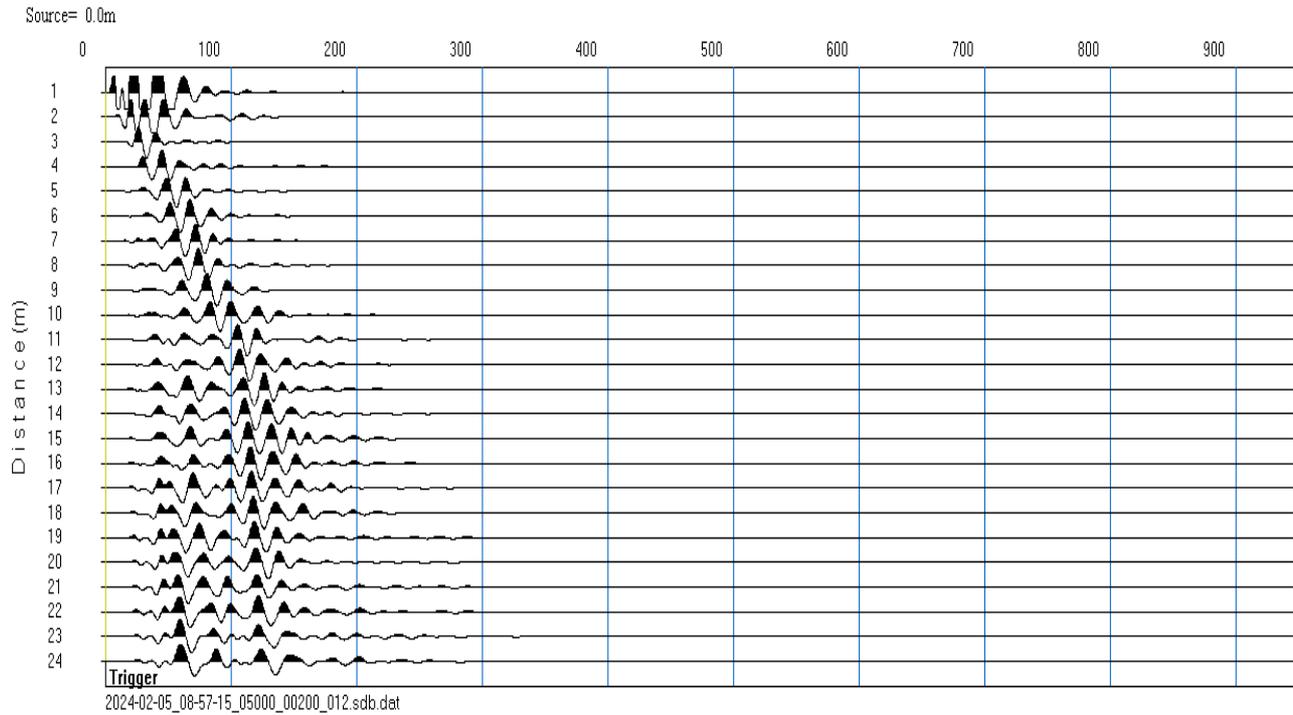
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_1A

coordinate WGS84 44.075498°N 11.797940°E



time history

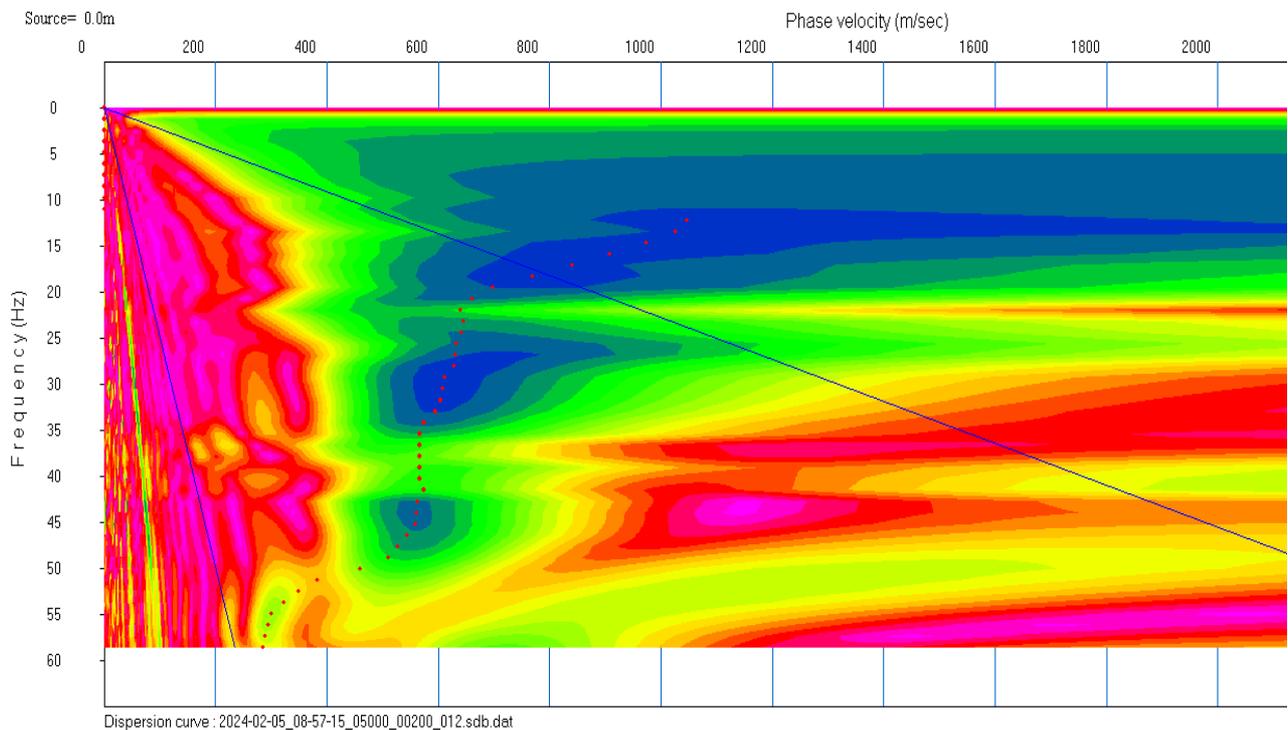


diagramma potenza di spettro

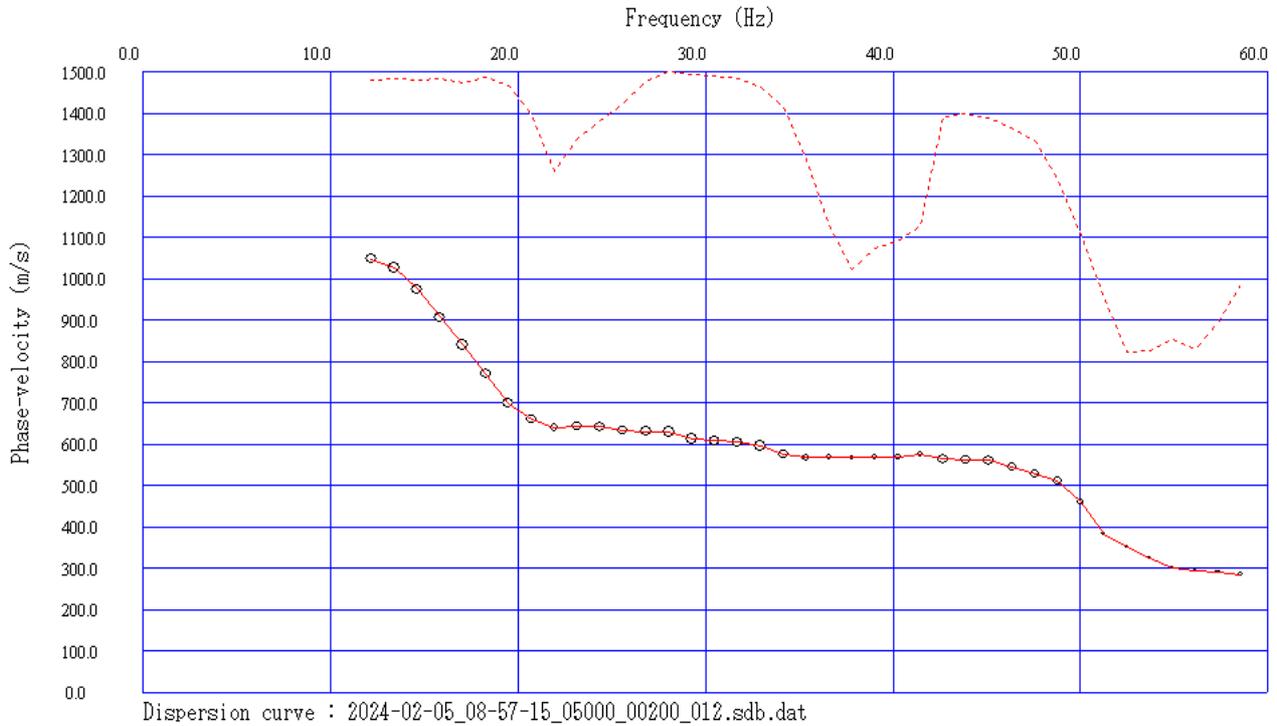
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

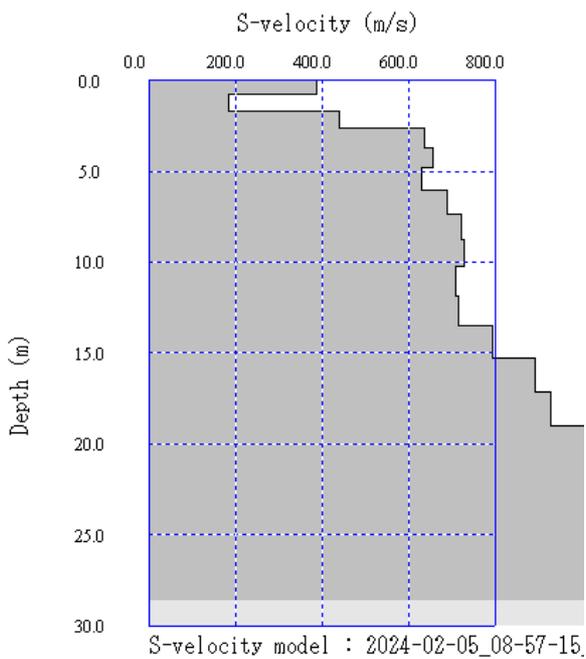
data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_1A

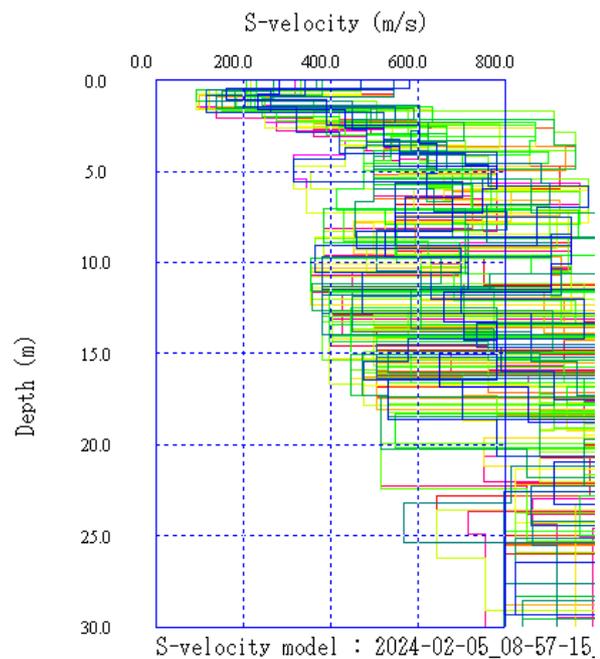
coordinate WGS84 44.075498°N 11.797940°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

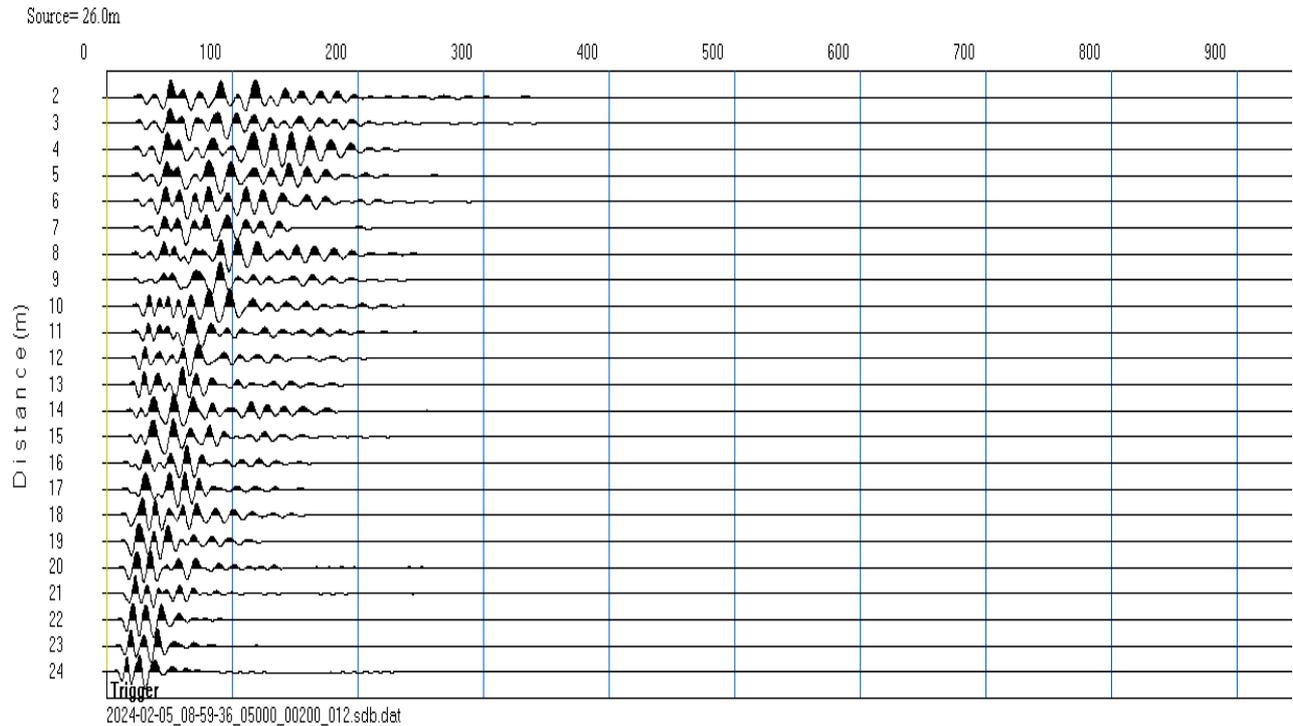
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_1R

coordinate WGS84 44.075050°N 11.797887°E



time history

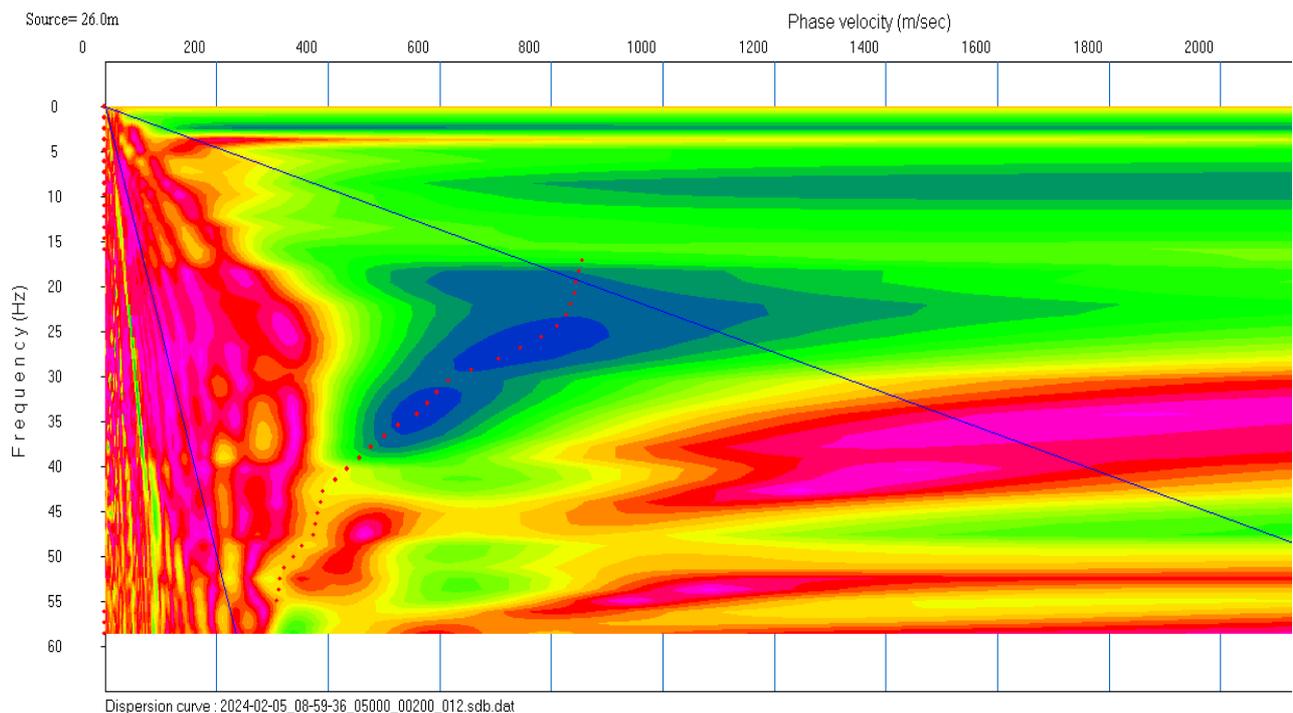


diagramma potenza di spettro

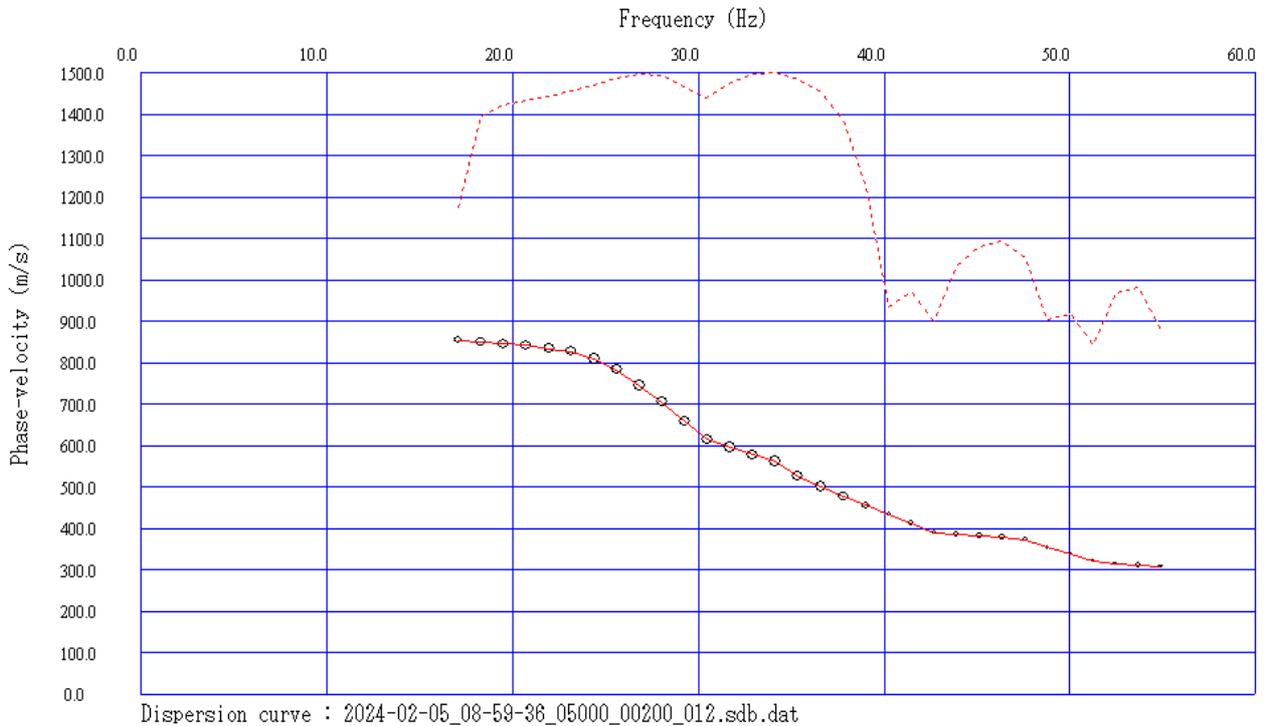
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

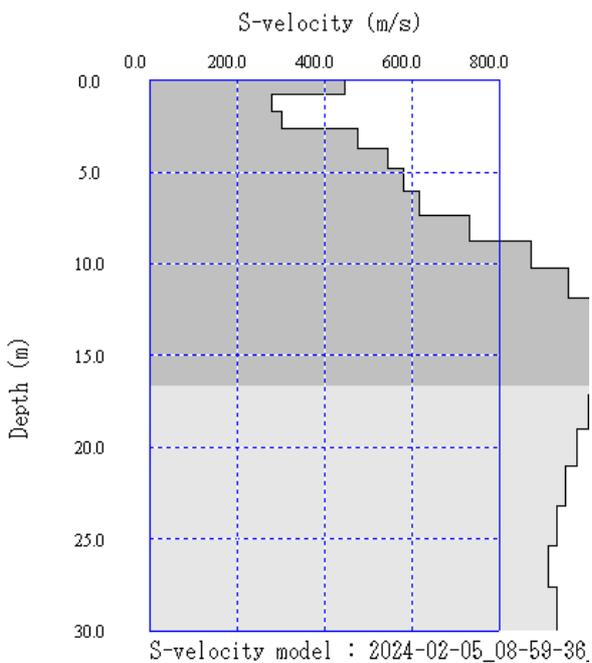
data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_1R

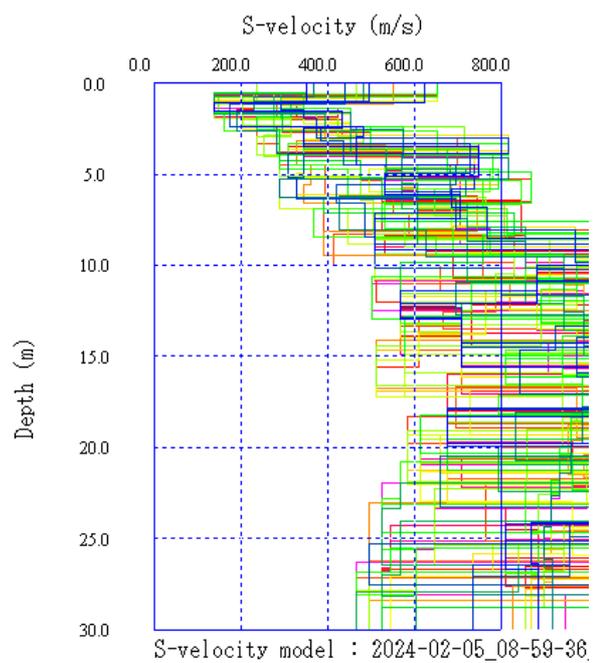
coordinate WGS84 44.075050°N 11.797887°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

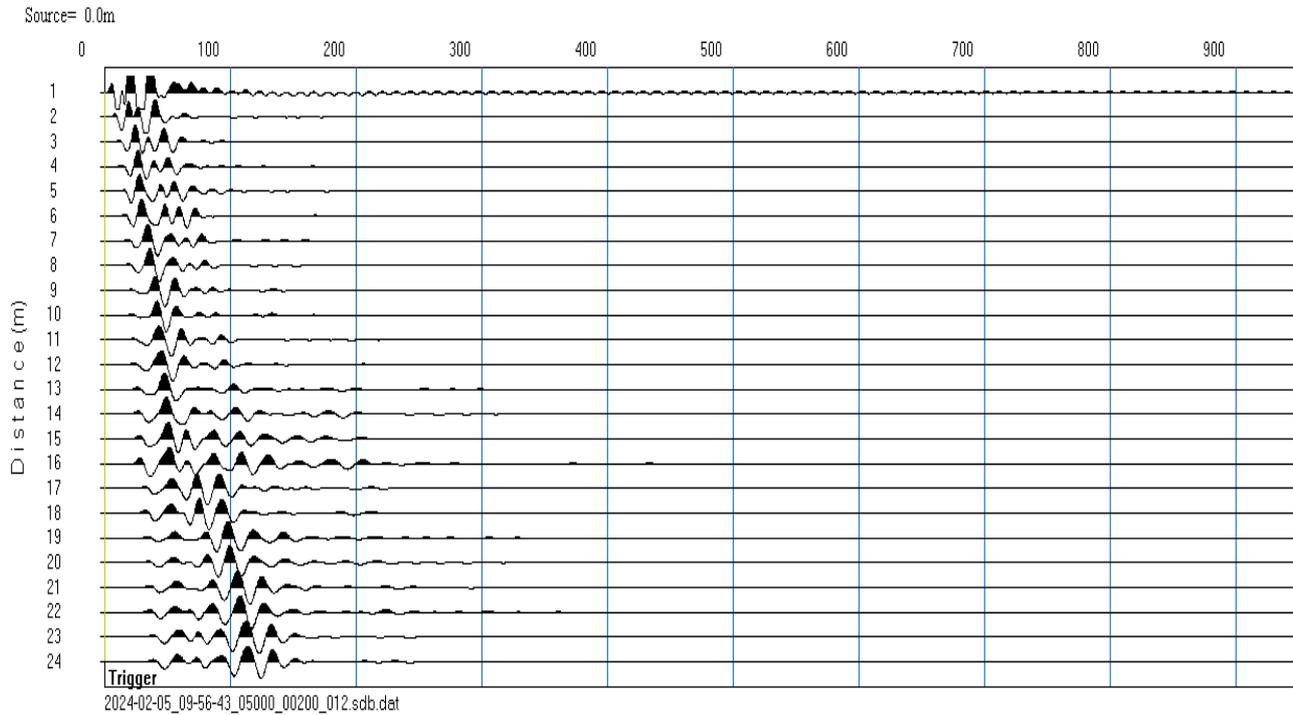
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_2A

coordinate WGS84 44.094410°N 11.822817°E



time history

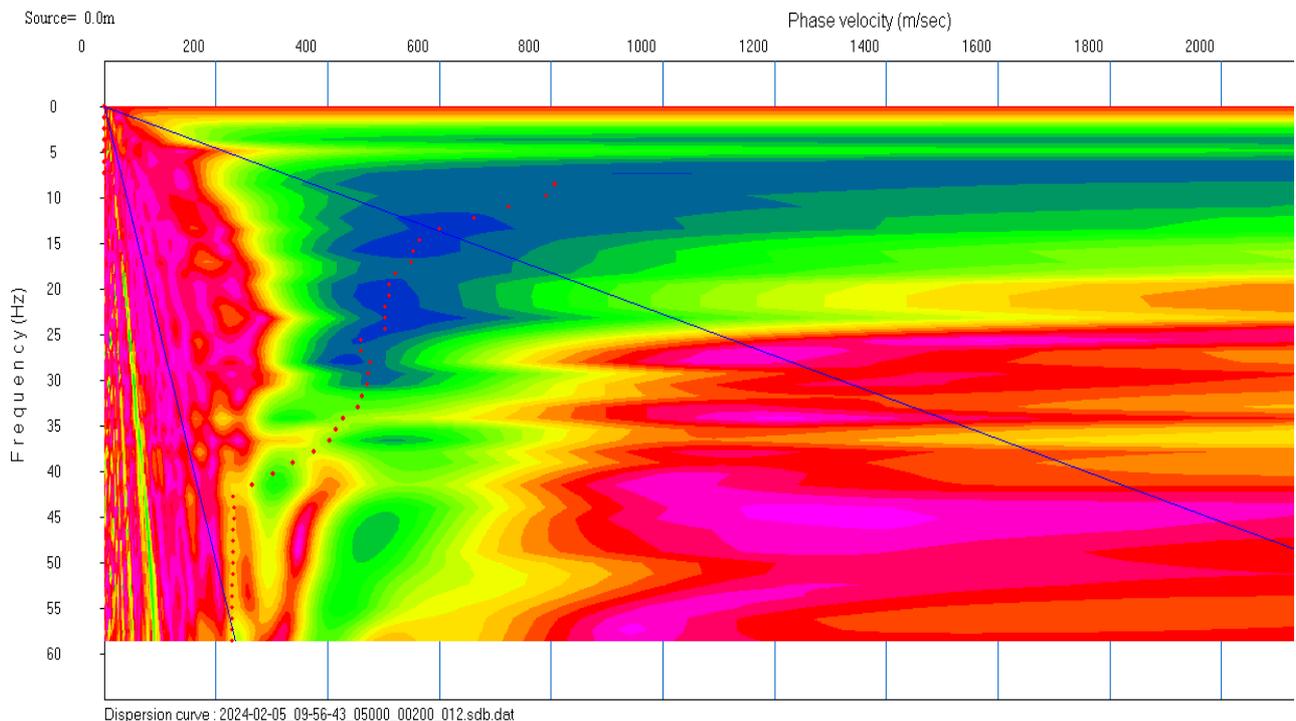


diagramma potenza di spettro

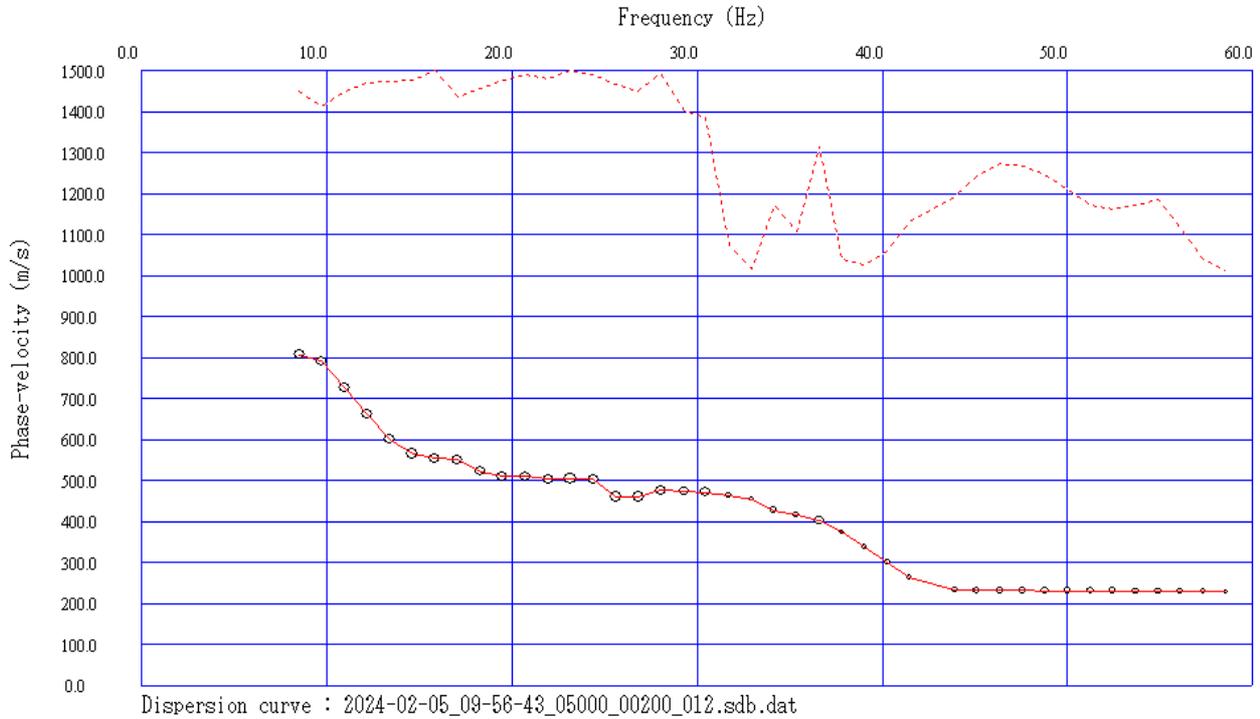
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

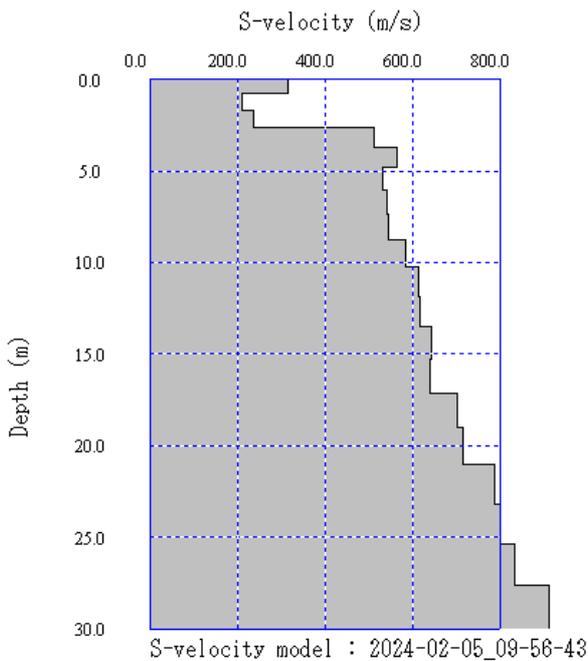
data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_2A

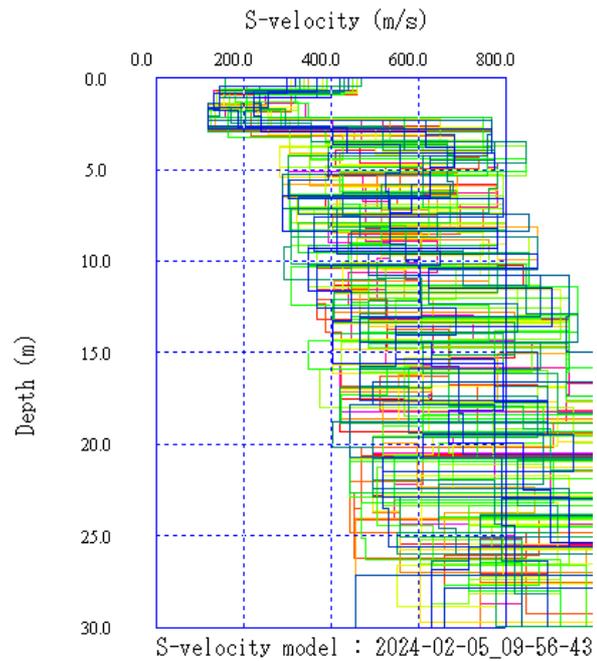
coordinate WGS84 44.094410°N 11.822817°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

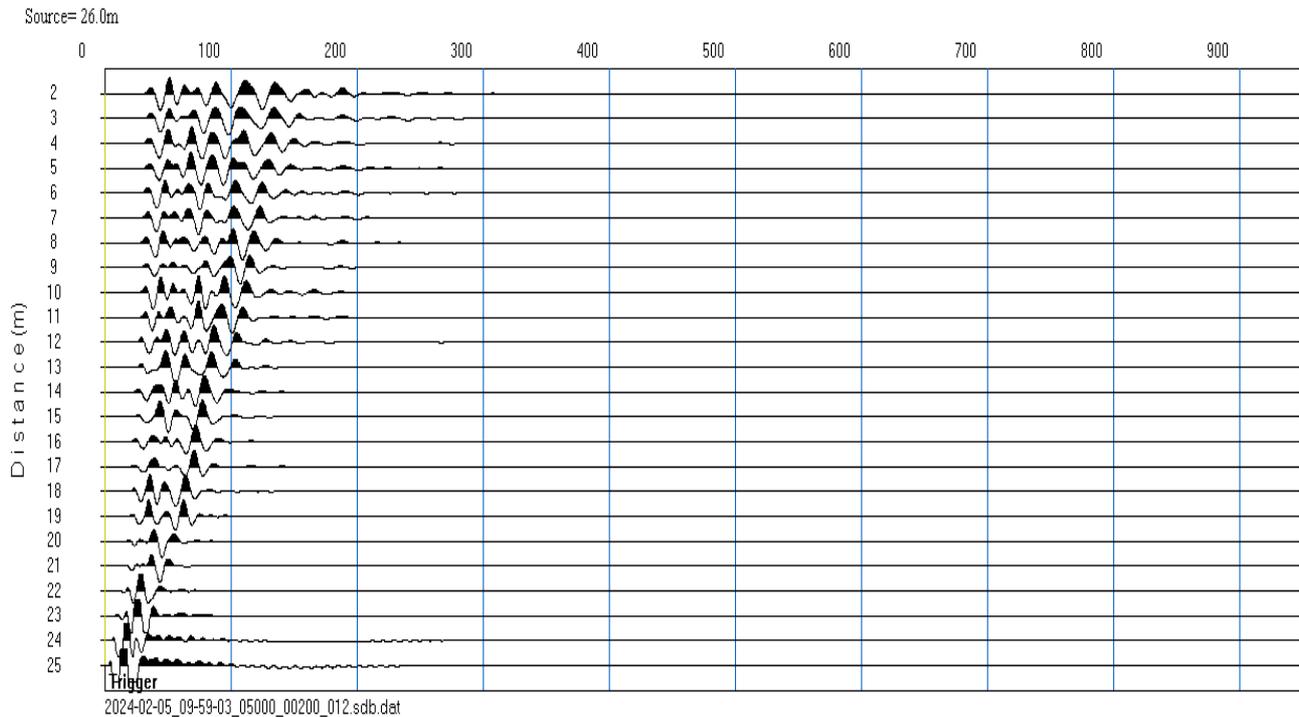
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_2R

coordinate WGS84 44.094758°N 11.822385°E



time history

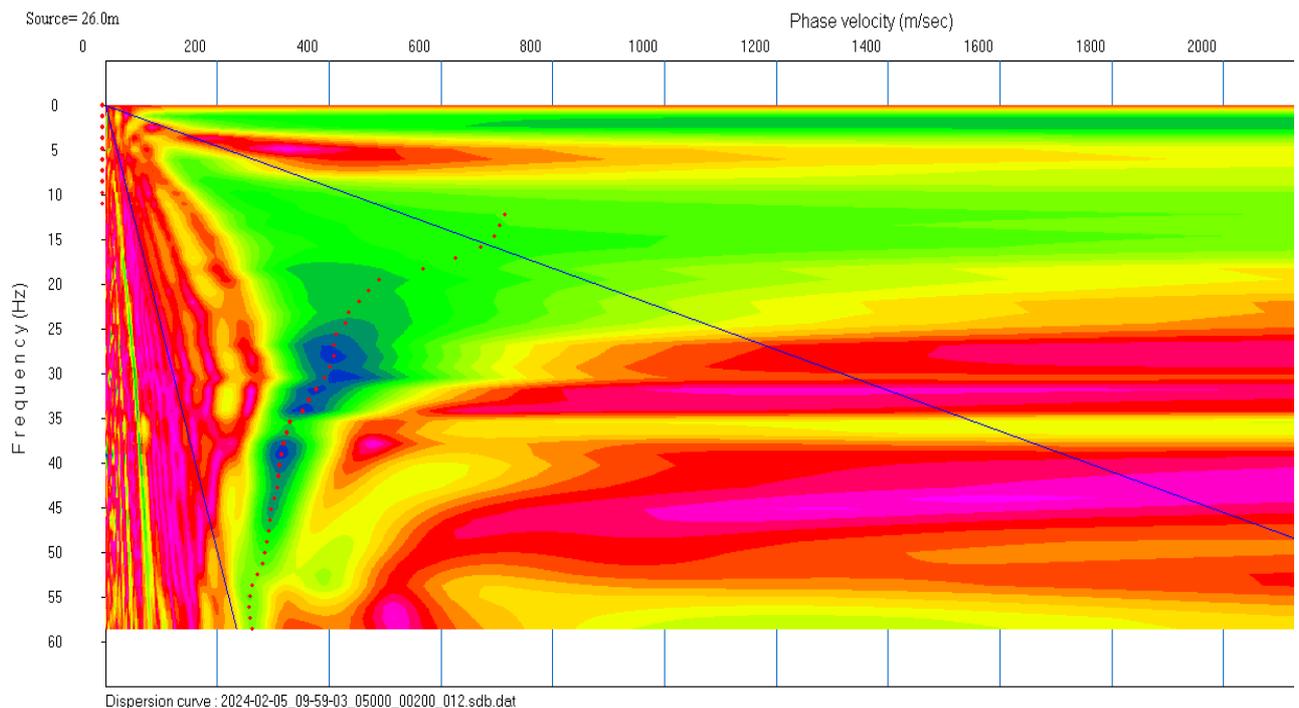


diagramma potenza di spettro

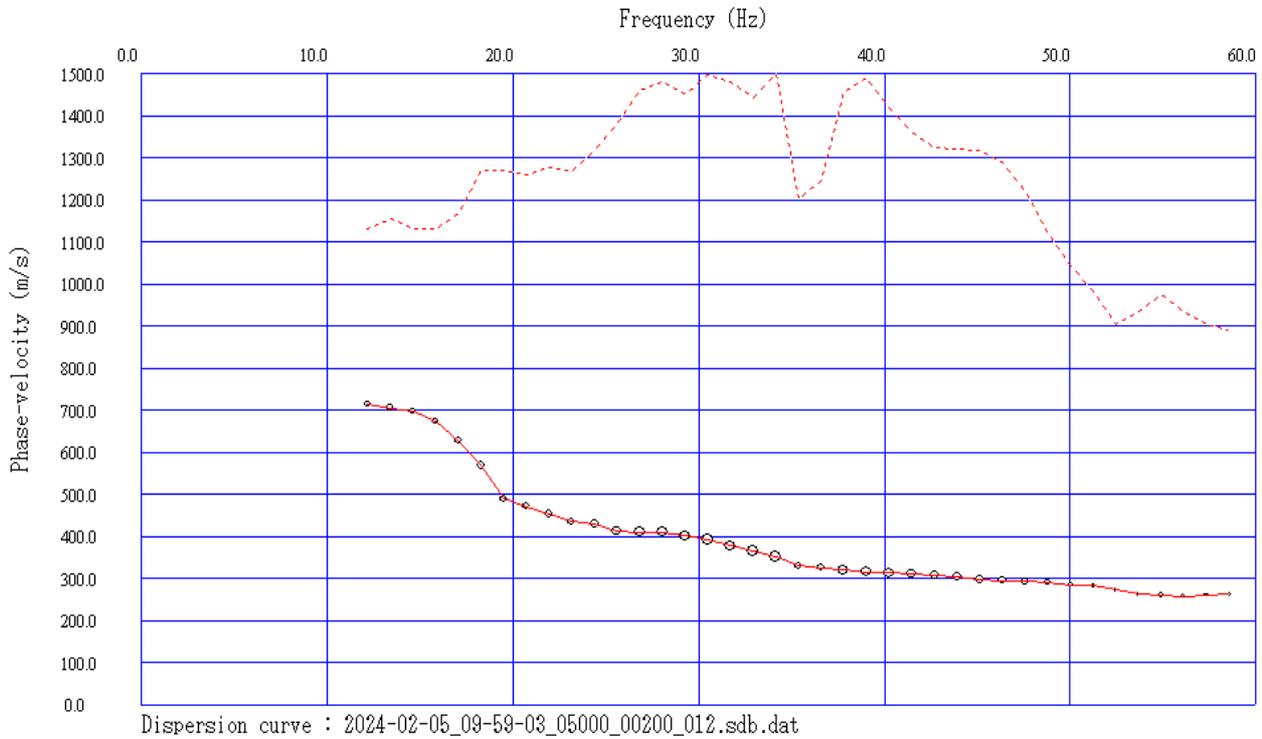
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

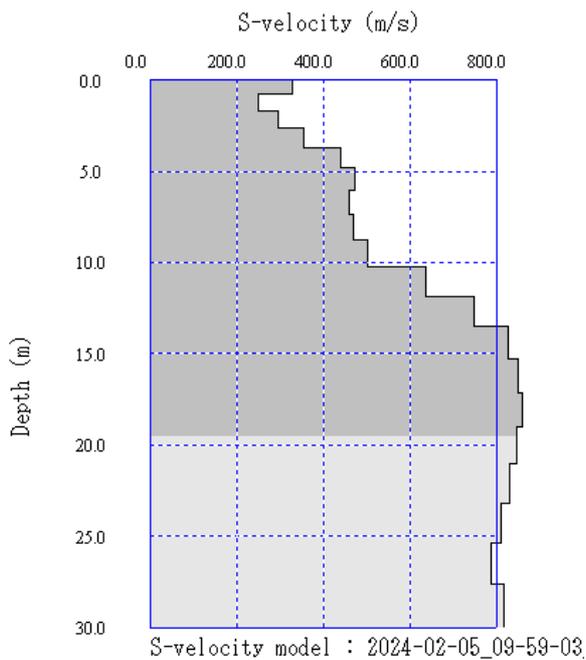
data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_2R

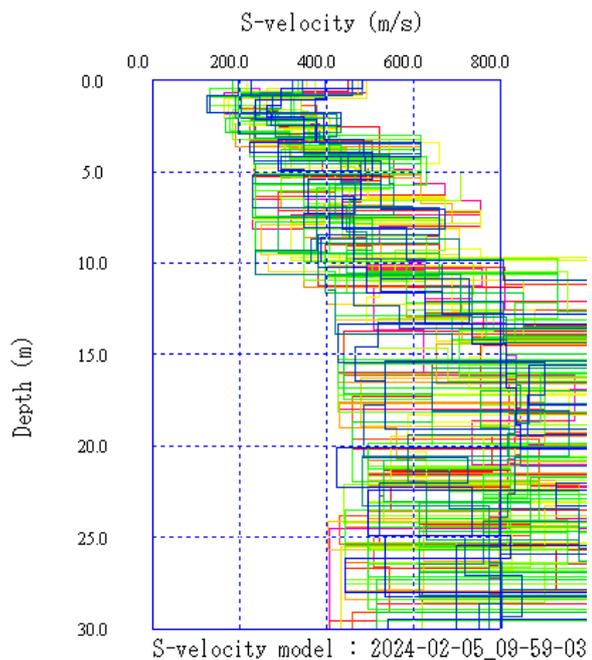
coordinate WGS84 44.094758°N 11.822385°E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

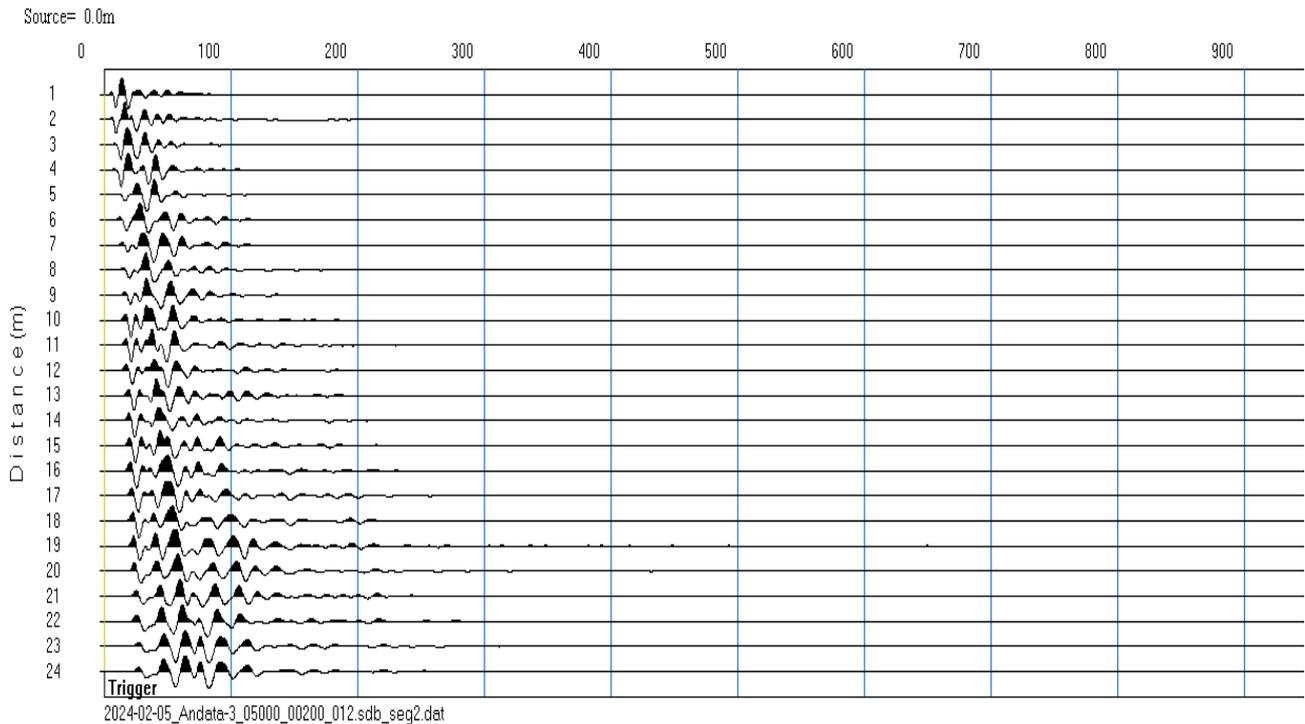
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_3A

coordinate WGS84 44.103797 N 11.808917 E



time history

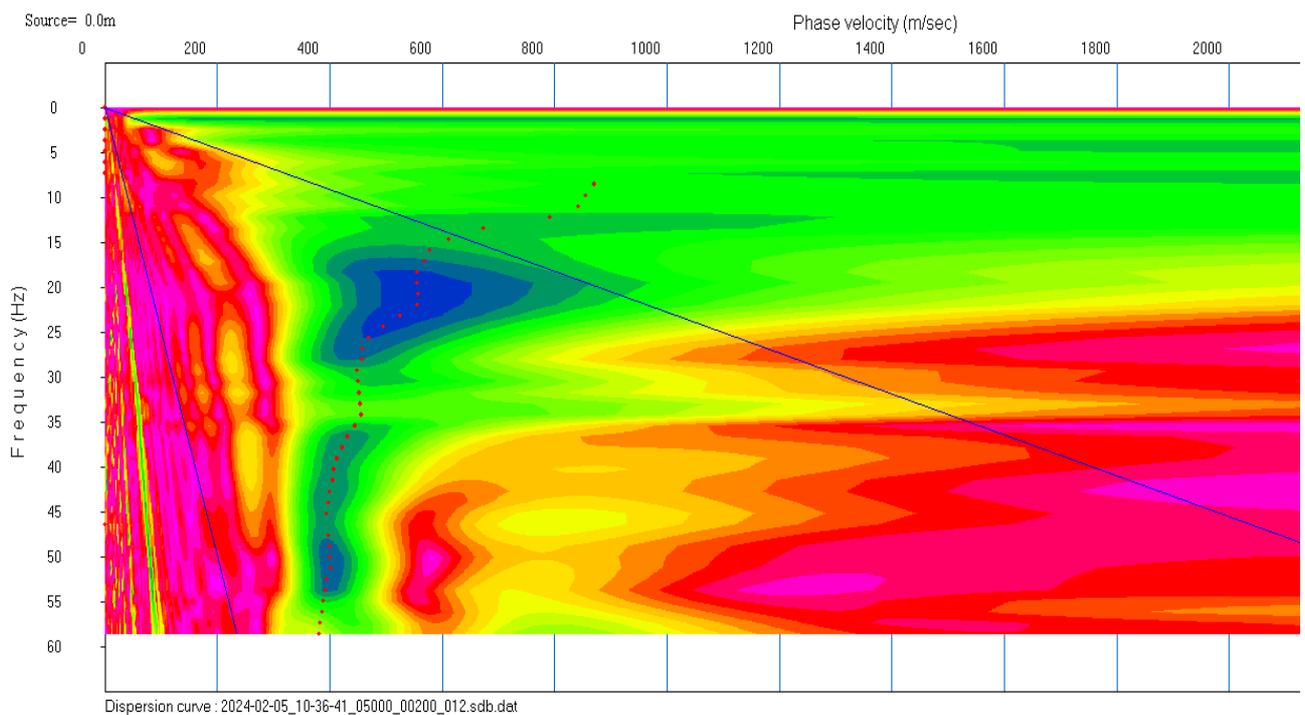


diagramma potenza di spettro

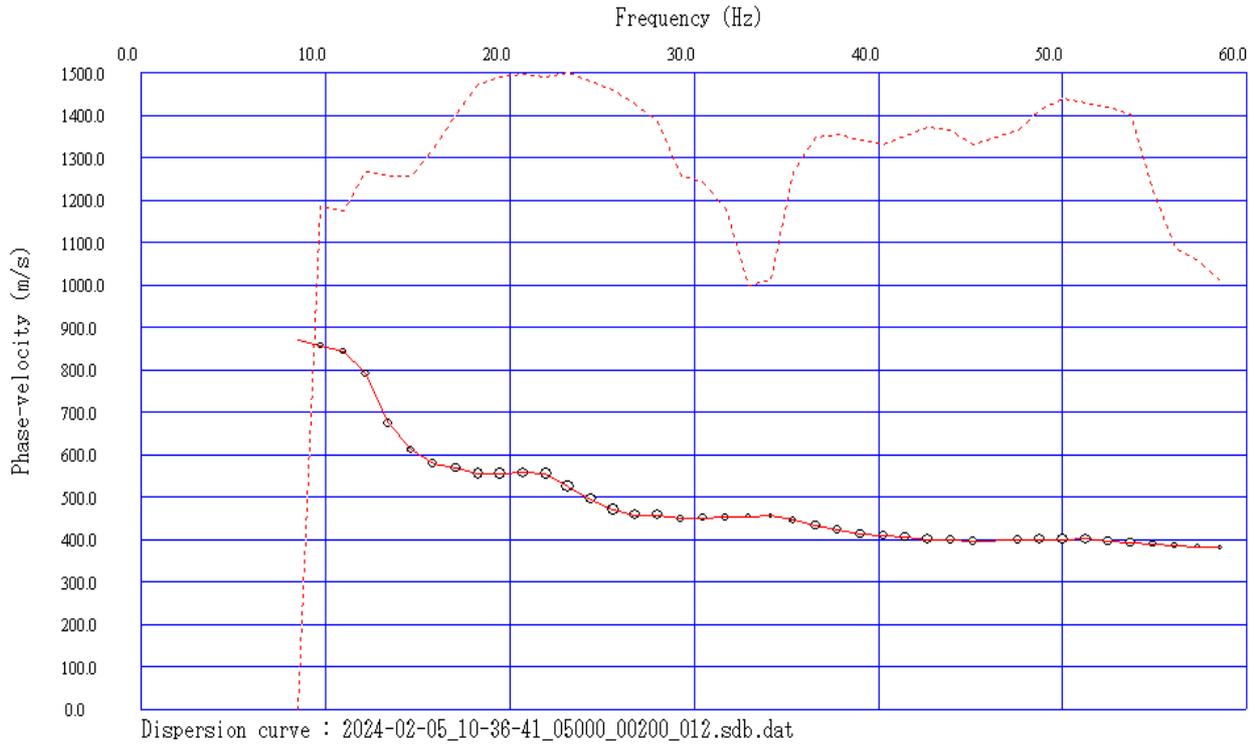
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

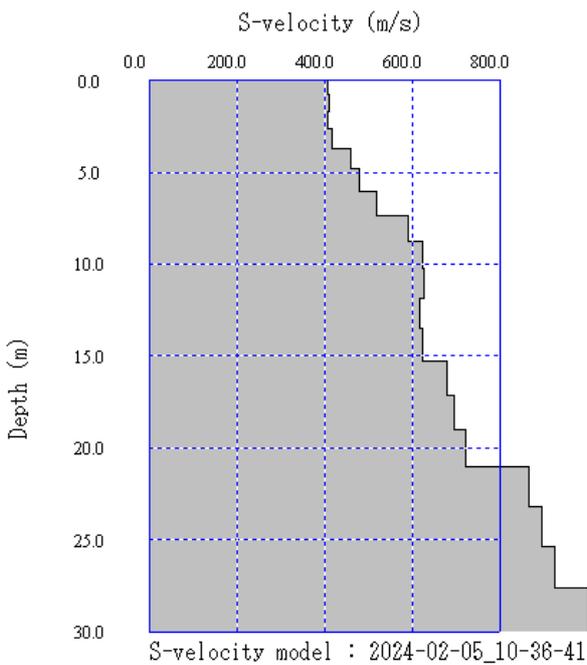
data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_3A

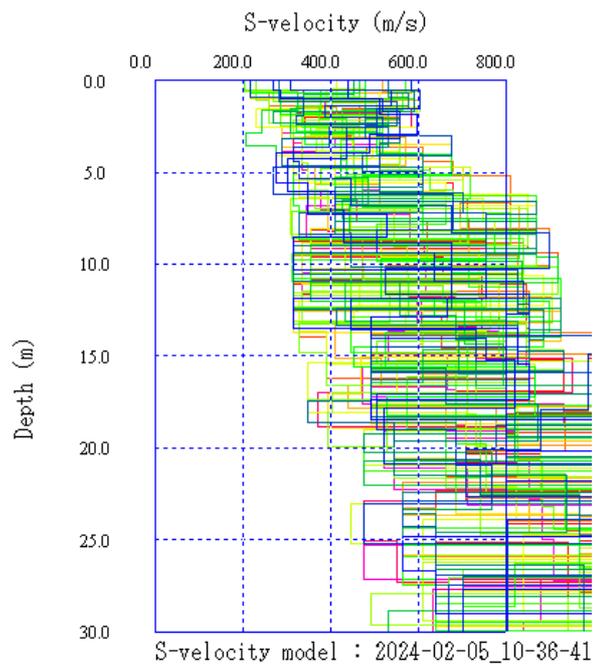
coordinate WGS84 44.103797 N 11.808917E



curva di dispersione



profilo di velocità



elaborazione modelli equivalenti

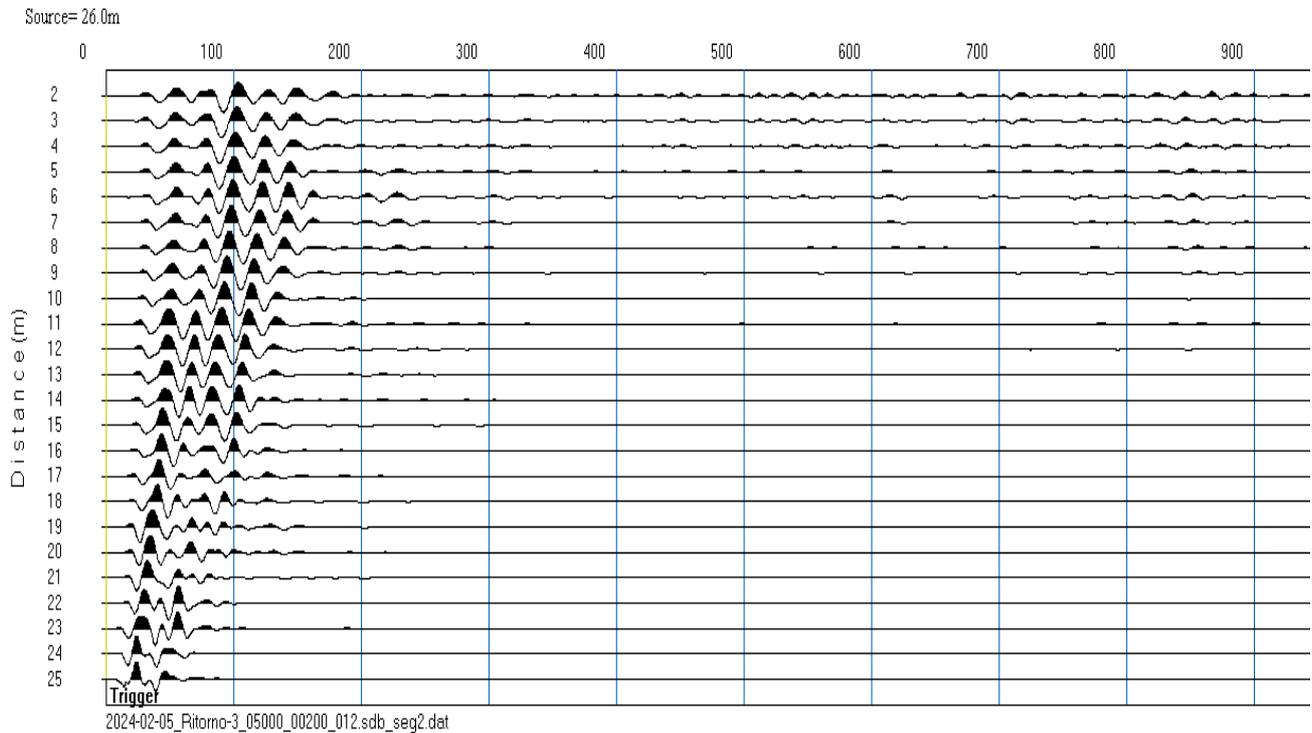
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

data:05.02.2024

riferimento rilievo: MASW_3R

coordinate WGS84 44.103925°N 11.808309°E



time history

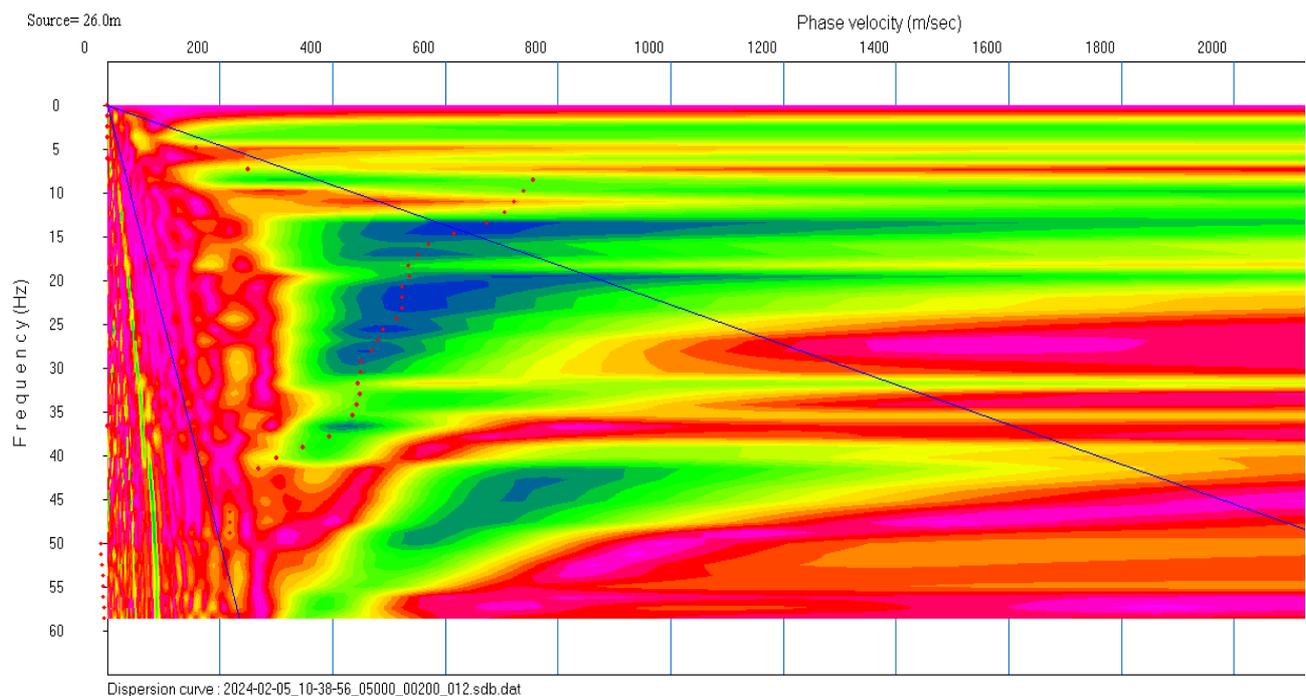


diagramma potenza di spettro

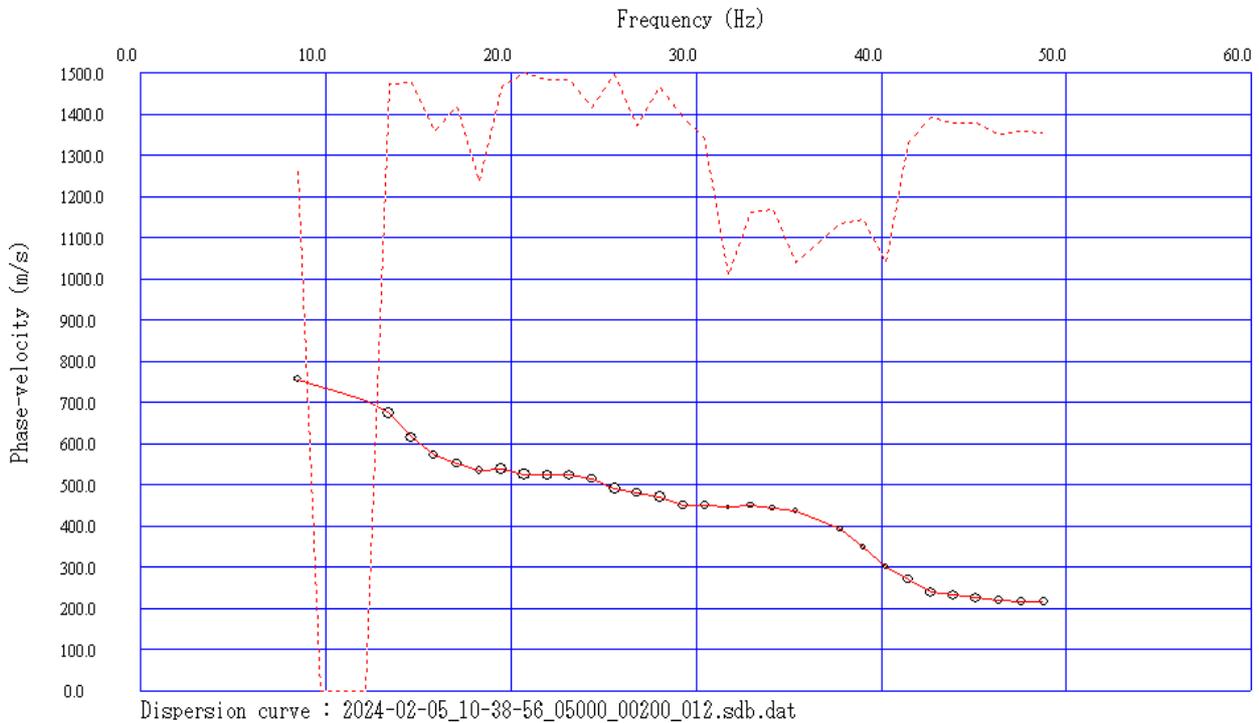
Multichannels Analysis Surface Waves

ubicazione: PARCO EOLICO "MONTEBELLO"

data:05.02.2024

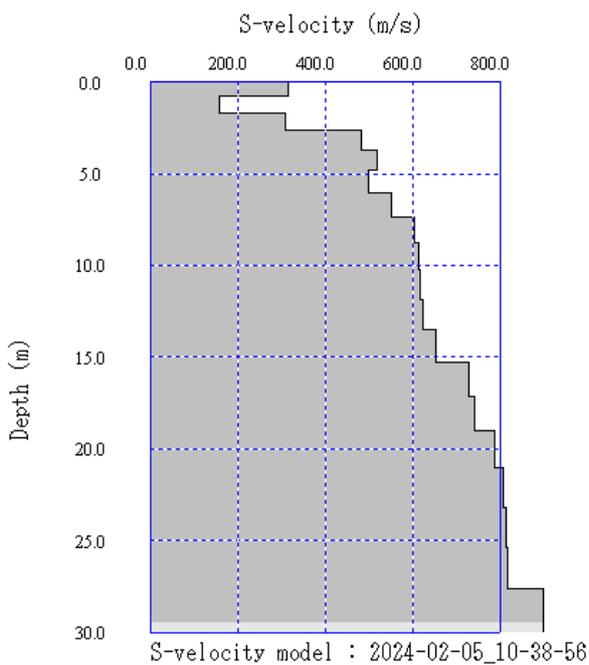
riferimento rilievo: MASW_3R

coordinate WGS84 44.103925°N 11.808309°E



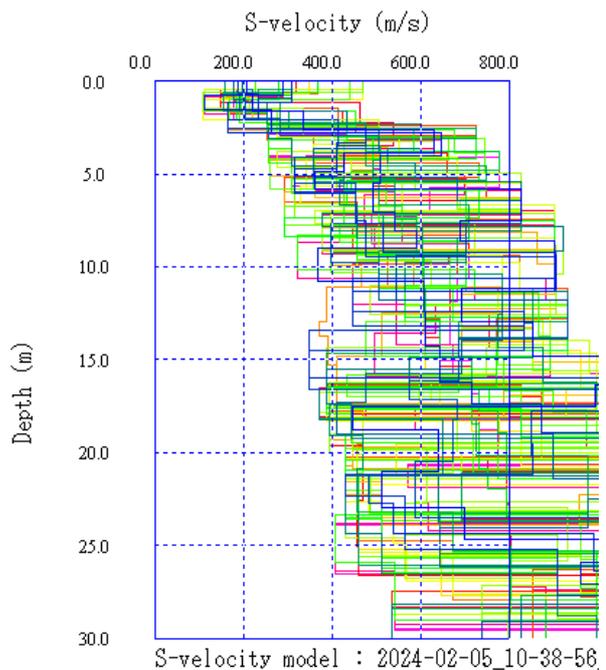
Dispersion curve : 2024-02-05_10-38-56_05000_00200_012.sdb.dat

curva di dispersione



S-velocity model : 2024-02-05_10-38-56

profilo di velocità



S-velocity model : 2024-02-05_10-38-56

elaborazione modelli equivalenti



10. Categoria di suolo

L'Ordinanza n. 3274/2005 del Presidente del Consiglio dei Ministri ripresa e completata con la OPCM n. 3519/2006, integrata con le NTC 2008 e le NTC 2018 (§ 3.2.2) ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica, che ci adegua allo standard europeo (Eurocodice 8).

Infatti nel caso in cui si ha contezza delle condizioni stratigrafiche e delle proprietà dei terreni, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S , ottenuti mediante specifiche prove.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

- 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 le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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

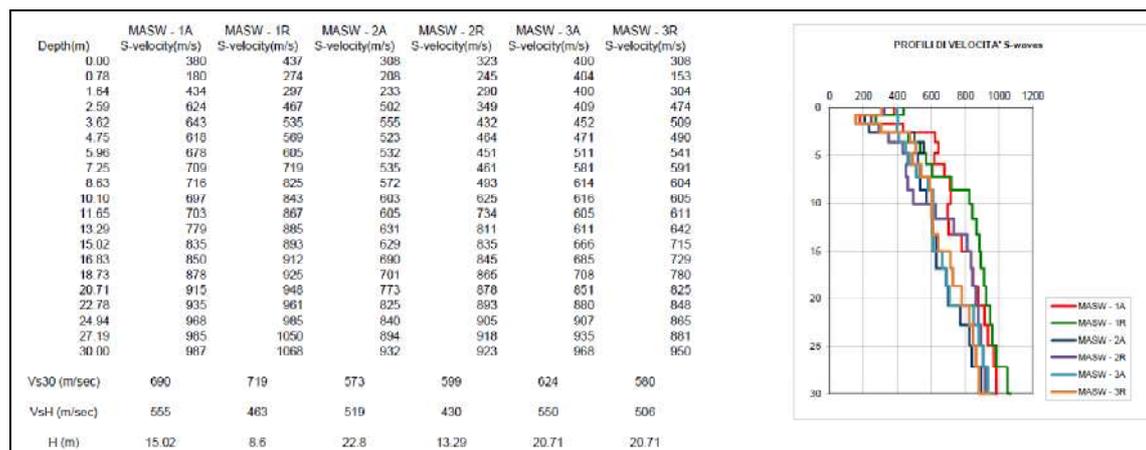


Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono di seguito rappresentate:

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
<i>A</i>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
<i>B</i>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<i>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>D</i>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
<i>E</i>	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

I profili di rigidità relativi ai rilievi condotti nell'area di studio, verificano la seguente situazione



Profili di rigidità e tabellazione dei valori di velocità determinati dall'analisi MASW dei dati con indicazione del valore della velocità equivalente sulla profondità di m 30 e sulla profondità di intercetta del substrato rigido di riferimento (§ 3.2.2 del D.M. 17.01.2018)



Pertanto l'elaborazione dell'indagine sismica MASW, eseguite sull'area in esame, ha definito un valore della velocità V_{S30eq} dei terreni compresi tra **580 m/s** e **719 m/s**. Quindi, ai sensi dell'N.T.C. 2018, i terreni in esame rientrano nel tipo di suolo **B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*)



11. Conclusioni

L'area oggetto del presente studio è localizzata nel settore sud orientale dell'Emilia Romagna e circa 20 km a sud ovest di Faenza e Forlì.

Il parco eolico sarà nei territori comunali di Modigliana, Tredozio e Rocca San Casciano, in località *Montebello* in provincia di Forlì – Cesena; la SSE utente di trasformazione e la stazione di connessione alla RTN ricadono nel territorio di Modigliana.

Dal punto di vista geologico tutte le 8 turbine ricadono sulla *Formazione Marnoso Arenacea - Membro di Galeata (FM_{a4})*, costituito da alternanze marnoso arenacee a marne prevalenti

Dal punto di vista idrogeologico, la successione presenta una permeabilità primaria da media a bassa, mentre ha una buona, e spesso elevata, permeabilità secondaria dovuta agli stress tettonici che detti litotipi hanno subito nei vari tempi geologici, con fessure e fratture di dimensioni ed orientazioni variabili.

Dal punto di vista geomorfologico, nessuna delle turbine ricade su aree ove sono presenti frane attive e/o quiescenti, in ogni caso, in fase esecutiva, verranno previste tutte opere strutturali e non strutturali, atte alla mitigazione del rischio

L'elaborazione dell'indagine sismica MASW, eseguite sull'area in esame, ha definito un valore della velocità V_{S30eq} dei terreni compresi tra **580 m/s** e **719 m/s**. Quindi, ai sensi dell'N.T.C. 2018, i terreni in esame rientrano nel tipo di suolo **B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*) Con l'ausilio dei dati desunti dalle prove penetrometriche CPTU, sono state eseguite le verifiche a liquefazione ed è risultato un potenziale di liquefazione da molto basso a basso.

Termini Imerese, Marzo 2024

