

# ENGIE MESORACA S.r.l.

## REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 37,2 MW<sub>p</sub> RICADENTE NEI TERRITORI DI MARCEDUSA (CZ) E MESORACA (KR) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE



Via Degli Arredatori, 8  
70026 Modugno (BA) - Italy  
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato  
UNI EN ISO 9001:2015  
UNI EN ISO 14001:2015  
UNI ISO 45001:2018

**Tecnico**  
dott. Raffaele SASSONE

**Collaborazioni**

**Responsabile Commessa**  
ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
<b>V24</b>		<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	<b>23008</b>	<b>D</b>	
			CODICE ELABORATO		
			<b>DC23008D-V24</b>		
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
<b>00</b>			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			<b>DC23008D-V24.doc</b>	<b>144 + copertina</b>	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	29/09/23	Emissione	Sassone	Sassone	Sassone
01					
02					
03					
04					
05					
06					

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>I di VI</b>

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descrizione dell'intervento.....	9
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>3. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>12</b>
<b>4. IDENTIFICAZIONE DELLE FORMAZIONI PRESENTI IN SITO .....</b>	<b>13</b>
<b>5. STORIA GEOLOGICA DEL TERRITORIO.....</b>	<b>15</b>
5.1. Il bacino crotonese .....	16
5.2. Cenni di geomorfologia e paleogeografia .....	17
<b>6. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>24</b>
<b>7. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA DI DETTAGLIO DEL SITO.....</b>	<b>25</b>
<b>8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DEL SITO .....</b>	<b>26</b>
<b>9. TETTONICA.....</b>	<b>27</b>
<b>10. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE DI DETTAGLIO.....</b>	<b>28</b>
<b>11. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DI DETTAGLIO .....</b>	<b>35</b>
<b>12. STABILITÀ DEI VERSANTI.....</b>	<b>36</b>
<b>13. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>37</b>
<b>14. CAMPAGNA GEOGNOSTICA .....</b>	<b>46</b>
<b>15. RISULTATI INDAGINI GEOFISICHE .....</b>	<b>47</b>
15.1. Acquisizioni sismiche a rifrazione e MASW .....	47
15.2. Indagine sismica a rifrazione .....	47
15.2.1. Modello sismico GG' .....	47
15.2.2. Modello sismico HH' .....	48
15.2.3. Modello sismico II' .....	49
15.2.4. Modello sismico LL' .....	51
15.2.5. Modello sismico MM' .....	52
15.2.6. Modello sismico NN' .....	53
15.3. Indagine sismica M.A.S.W.....	54
15.3.1. Misura GG' .....	54
15.3.2. Misura HH' .....	54
15.3.3. Misura II' .....	54
15.3.4. Misura LL' .....	55
15.3.5. Misura MM' .....	55

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>II di VI</b>

15.3.6. Misura NN' .....	55
<b>16. INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA SCHEMATICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....</b>	<b>56</b>
<b>17. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA.....</b>	<b>59</b>
<b>18. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....</b>	<b>60</b>
<b>19. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO .....</b>	<b>61</b>
<b>20. PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO .....</b>	<b>62</b>
<b>21. CONCLUSIONI .....</b>	<b>65</b>

**ALLEGATO 1: REPORT INDAGINI GEOFISICHE**

**ALLEGATO 2: SCHEDE POZZI CENSITI NELL'ARCHIVIO NAZIONALE DELLE INDAGINI NEL SOTTOSUOLO (LEGGE 464/1984)**

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>III di VI</b>

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1.1 – ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000 .....	2
Figura 1.2 – ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000 .....	3
Figura 1.3 - ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000 .....	4
Figura 1.4 - ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000 .....	5
Figura 1.5 - ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000 .....	6
Figura 1.6 – ubicazione SE Cutro, Cabina Utente, Cavidotto AT interno, Cavidotto AT esterno su stralcio ortofoto scala 1:20000 .....	7
Figura 1.7 - ubicazione Cavidotto interno e aerogeneratori su stralcio ortofoto scala 1:20000 .....	8
Figura 1.8 - ubicazione Cavidotto interno e aerogeneratori su stralcio ortofoto scala 1:20000 .....	9
Figura 4.1 – ubicazione parco eolico su stralcio Carta Geologica scala 1:100000 .....	13
Figura 4.2 - ubicazione parco eolico su stralcio Carta Geologica scala 1:100000 .....	14
Figura 5.1 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000 .....	19
Figura 5.2 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000 .....	20
Figura 5.3 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000 .....	21
Figura 5.4 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000 .....	22
Figura 5.5 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000 .....	23
Figura 10.1 – ubicazione impianto eolico su stralcio della carta dei corsi d’acqua scala 1:25000 .....	31
Figura 10.2 – ubicazione impianto eolico su stralcio della carta dei corsi d’acqua scala 1:25000 .....	32
Figura 10.3 – ubicazione impianto eolico su stralcio della carta dei corsi d’acqua scala 1:25000 .....	33
Figura 10.4- Rappresentazione schematica di una TOC .....	34
Figura 13.1 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PAI Calabria scala 1:25000 .....	38
Figura 13.2 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PAI Calabria scala 1:25000 .....	39
Figura 13.3 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PAI Calabria scala 1:25000 .....	40
Figura 13.4 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PAI Calabria scala 1:25000 .....	41
Figura 13.5- ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PGRA scala 1:25000 .....	42
Figura 13.6 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PGRA scala 1:25000 .....	43
Figura 13.7 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PGRA scala 1:25000 .....	44
Figura 13.8 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PGRA scala 1:25000 .....	45
Figura 14.1 - Corografia delle prospezioni geofisiche .....	46
Figura 15.1 - Ubicazione dello stendimento sismico GG' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica .....	48
Figura 15.2 - Ubicazione dello stendimento sismico HH' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica .....	49
Figura 15.3 - Ubicazione dello stendimento sismico II' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica .....	50
Figura 15.4 – Ubicazione dello stendimento sismico LL' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica .....	51
Figura 15.5 - Ubicazione dello stendimento sismico MM' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica .....	52
Figura 15.6 - Ubicazione dello stendimento sismico NN' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica .....	53
Figura 16.1 - Colonne stratigrafiche schematiche relative ai WTG1 e WTG2 .....	56
Figura 16.2 - Colonne stratigrafiche schematiche relative ai WTG3 e WTG4 .....	57
Figura 16.3 - Colonne stratigrafiche schematiche relative ai WTG5 e WTG6 .....	58



<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>IV di VI</b>

Figura 17.1 – mappa della classificazione sismica dei comuni della Calabria.....	59
Figura 19.1 – modello geologico .....	61

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>V di VI</b>

## **INDICE DELLE TABELLE**

Tabella 1.1 - Inquadramento dei punti macchina di progetto e coordinate .....	1
Tabella 15.1 – ubicazione stendimenti sismici .....	47
Tabella 15.2 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura AA' .....	54
Tabella 15.3 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura BB' .....	54
Tabella 15.4 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura CC' .....	54
Tabella 15.5 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura DD' .....	55
Tabella 15.6 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura EE' .....	55
Tabella 15.7 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura FF' .....	55
Tabella 17.1 – Zona sismica di riferimento .....	59
Tabella 17.2 - Classificazione sismica elaborata ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3519/2006 .....	59
Tabella 19.1 - Modello geologico di riferimento per il parco eolico .....	61
Tabella 20.1 - parametri sismici WTG1 .....	62
Tabella 20.2 - parametri sismici WTG2 .....	62
Tabella 20.3 - parametri sismici WTG3 .....	63
Tabella 20.4 - parametri sismici WTG4 .....	63
Tabella 20.5 - parametri sismici WTG5 .....	63
Tabella 20.6 - parametri sismici WTG6 .....	64
Tabella 20.7 - parametri sismici WTG7 .....	64

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>VI di VI</b>

## **INDICE DELLE VOCI**

---

<b>PAI</b>	Piano Stralcio Assetto Idrogeologico
<b>IGM</b>	Istituto Geografico Militare
<b>CTR</b>	Carta Tecnica Regionale
<b>P.P.T.R.</b>	Piano Paesaggistico Regionale
<b>P.T.A.</b>	Piano di Tutela delle Acque
<b>MASW</b>	Multi-channel Analysis of Surface Waves

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>1 di 64</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione geologica descrive il progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società ENGIE MESORACA S.r.l..

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 7 aerogeneratori, del tipo Siemens-Gamesa con rotore pari a 170 m e altezza al tip pari a 220 m, per una potenza complessiva di 37,2 MW, da realizzarsi nei comuni di Marcedusa (CZ) e Mesoraca (KR), in cui insistono gli aerogeneratori e parte delle opere di connessione, nei comuni di Roccabernarda (KR) e Cutro (KR) in cui ricade una ulteriore parte delle opere di connessione, e nel comune di Scandale (KR) in cui ricadono la restante parte delle opere di connessione e la cabina utente per il collegamento in antenna a 36 kV alla nuova Stazione Elettrica a 380/150/36 kV della RTN da inserire in entrata alla linea RTN a 380 "Belcastro-Scandale" (Figura 1.1, Figura 1.2, Figura 1.3, Figura 1.4, Figura 1.5, Figura 1.6, Figura 1.7, Figura 1.8).

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa in cui vengono indicate le coordinate geografiche (UTM 33N WGS84), la quota sul livello del mare e il riferimento IGM delle opere in progetto (

Tabella 1.1).

**Tabella 1.1 - Inquadramento dei punti macchina di progetto e coordinate**

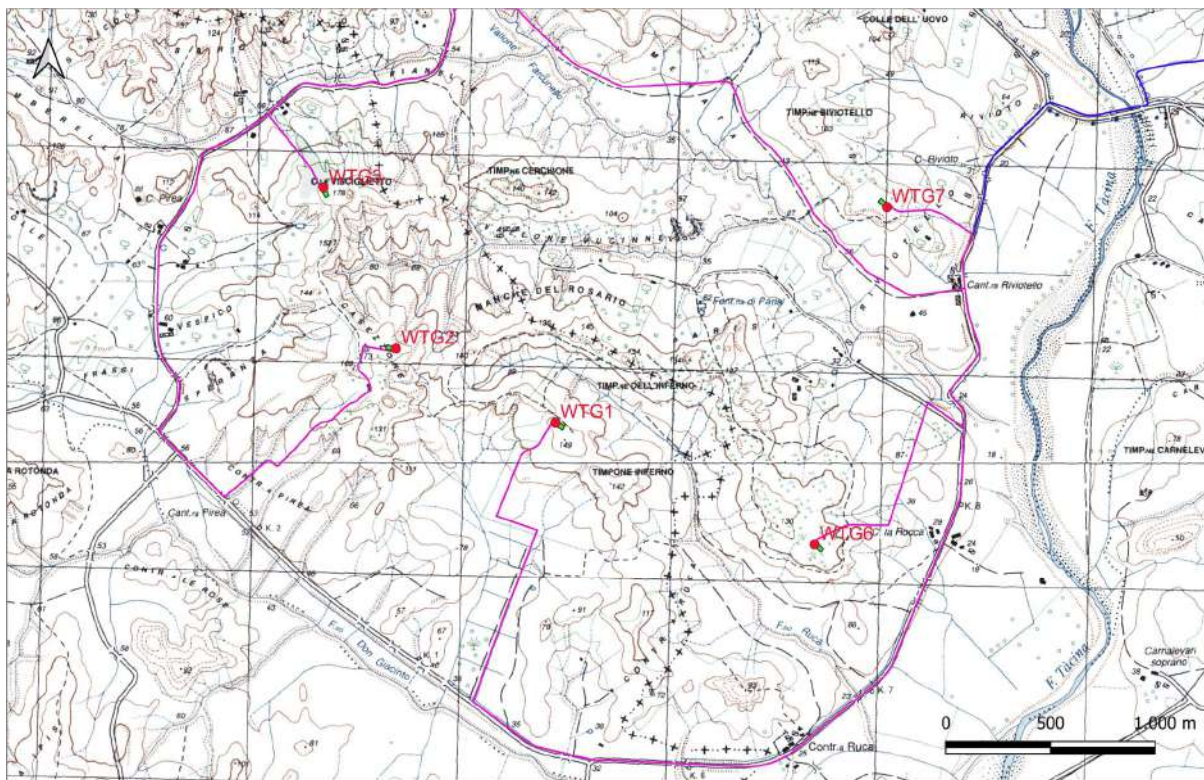
WTG	Riferimento IGM	Comune	Cord. X	Cord. Y
WTG 1	Foglio 237 - Tav. II SE "Marcedusa"	Marcedusa	663383	4318542
WTG 2	Foglio 237 - Tav. II SE "Marcedusa"	Marcedusa	662615	4318879
WTG 3	Foglio 237 - Tav. II SE "Marcedusa"	Marcedusa	662252	4319638
WTG 4	Foglio 237 - Tav. II SE "Marcedusa"	Mesoraca	663568	4320962
WTG 5	Foglio 237 - Tav. II SE "Marcedusa"	Mesoraca	663053	4321108
WTG 6	Foglio 242- Tav. I NE "Botricello"	Mesoraca	664633	4317988
WTG 7	Foglio 237 - Tav. II SE "Marcedusa"	Mesoraca	664946	4319600
Cabina utente	Foglio 238 - Tav. III NO "Scandale"	Scandale	671841	4328869

RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
Ottobre 2023

Pagina  
2 di 64



LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se cutro

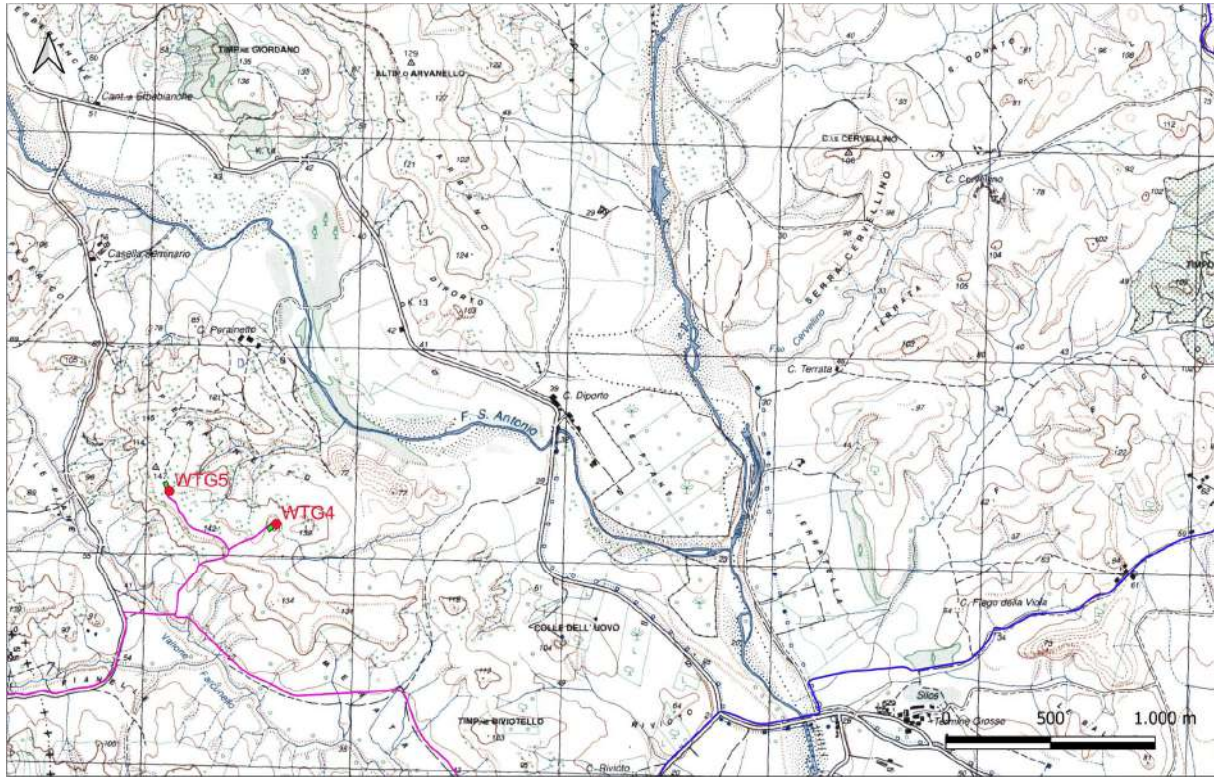
Figura 1.1 – ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000

RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**3 di 64**



LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se cutro

**Figura 1.2 – ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000**

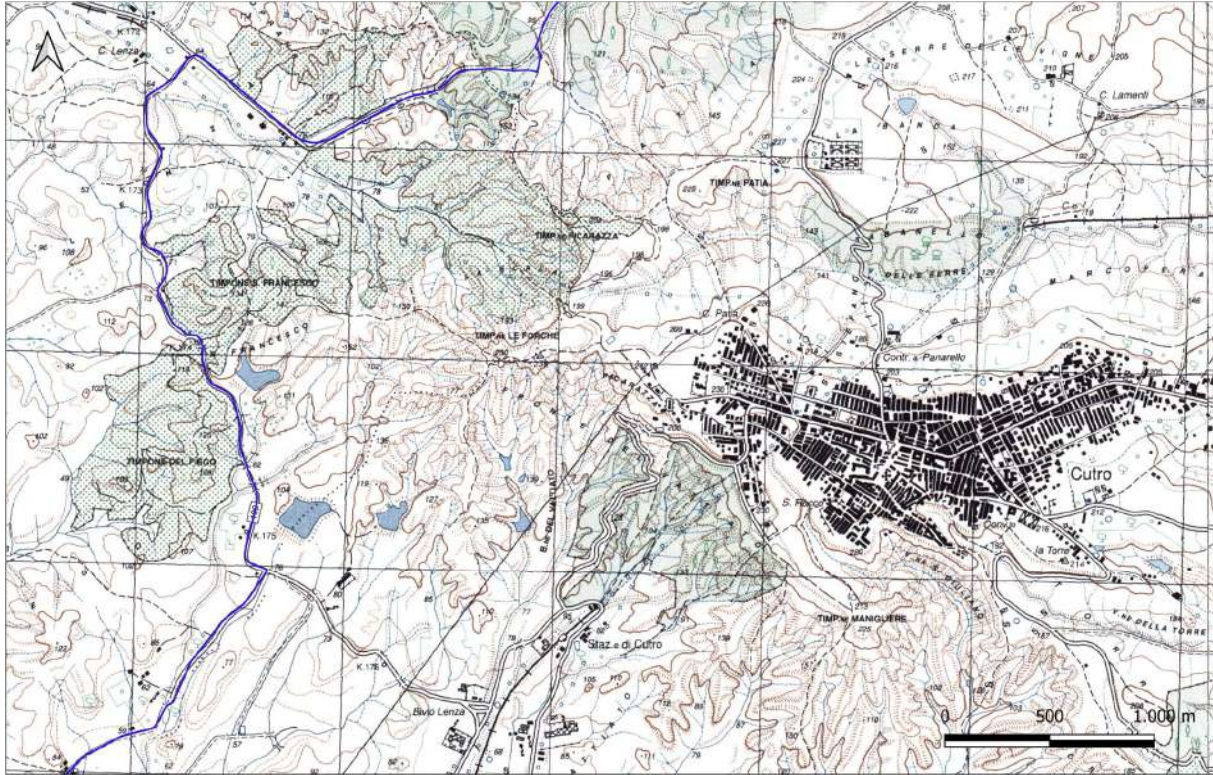


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
Ottobre 2023

Pagina  
4 di 64



LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se cutro

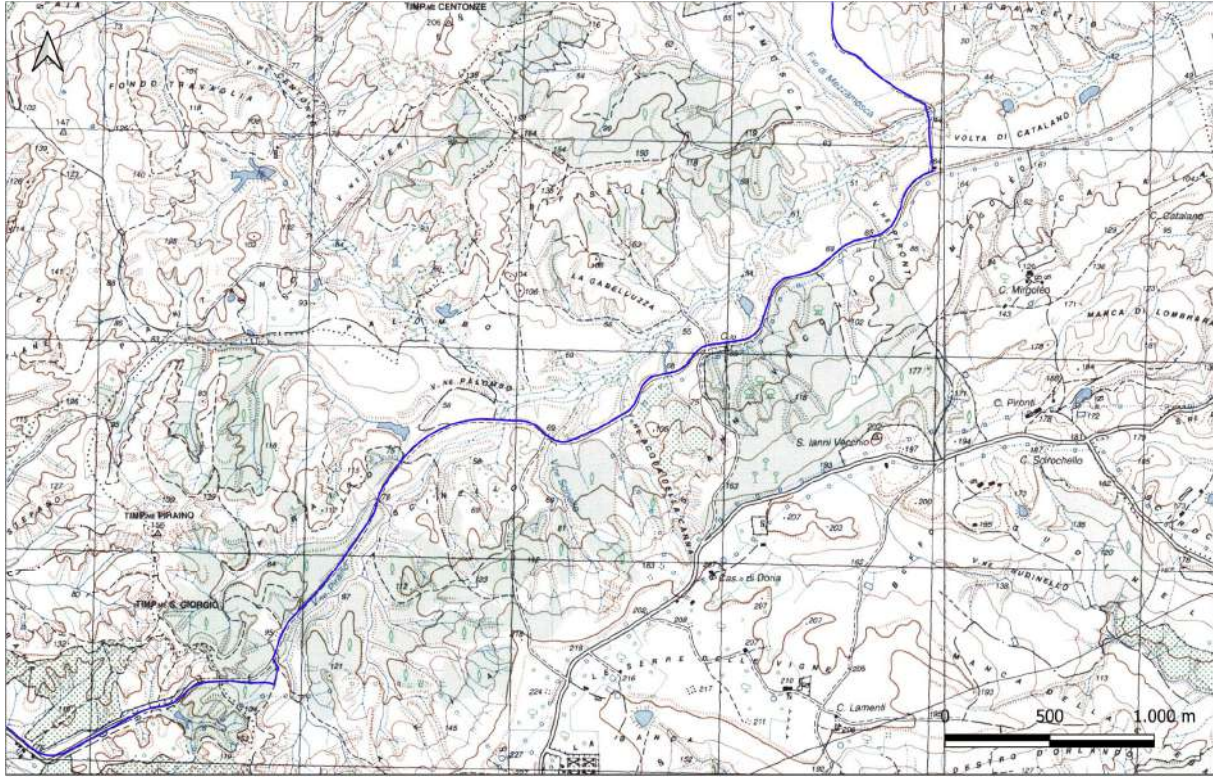
Figura 1.3 - ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000

RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
Ottobre 2023

Pagina  
5 di 64



LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se cutro

Figura 1.4 - ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000

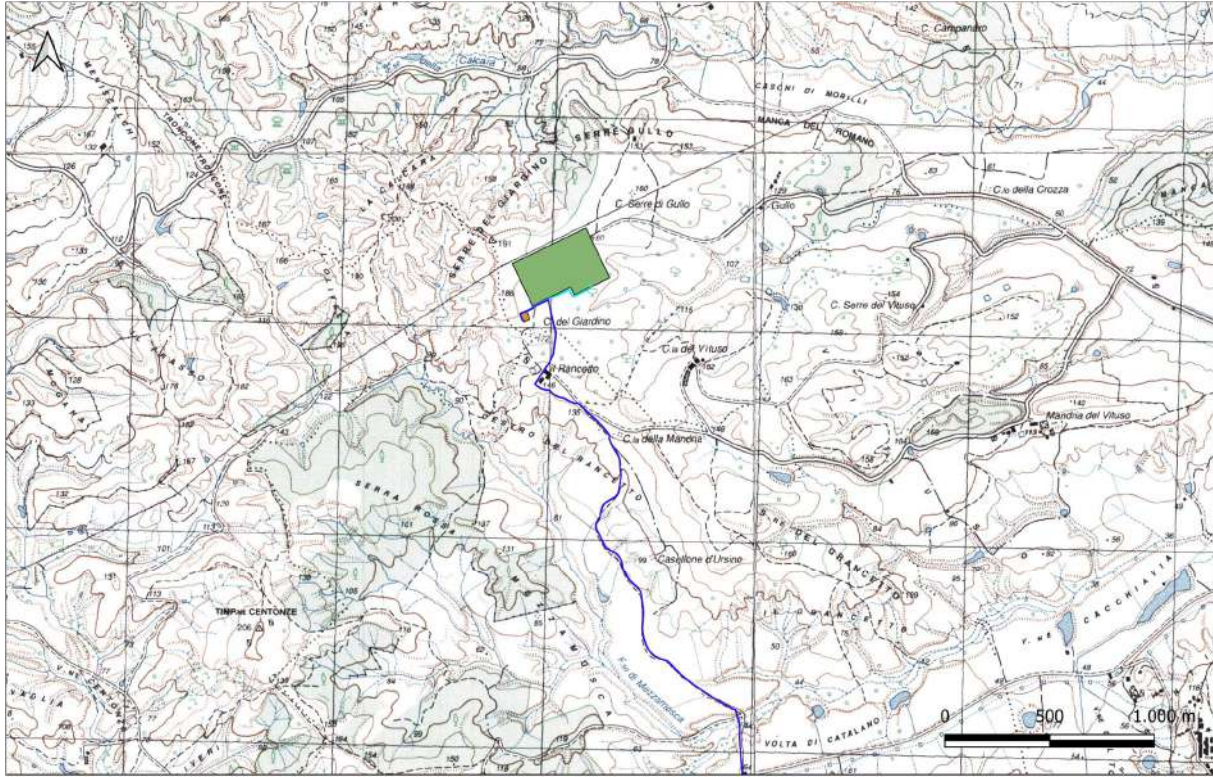


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
Ottobre 2023

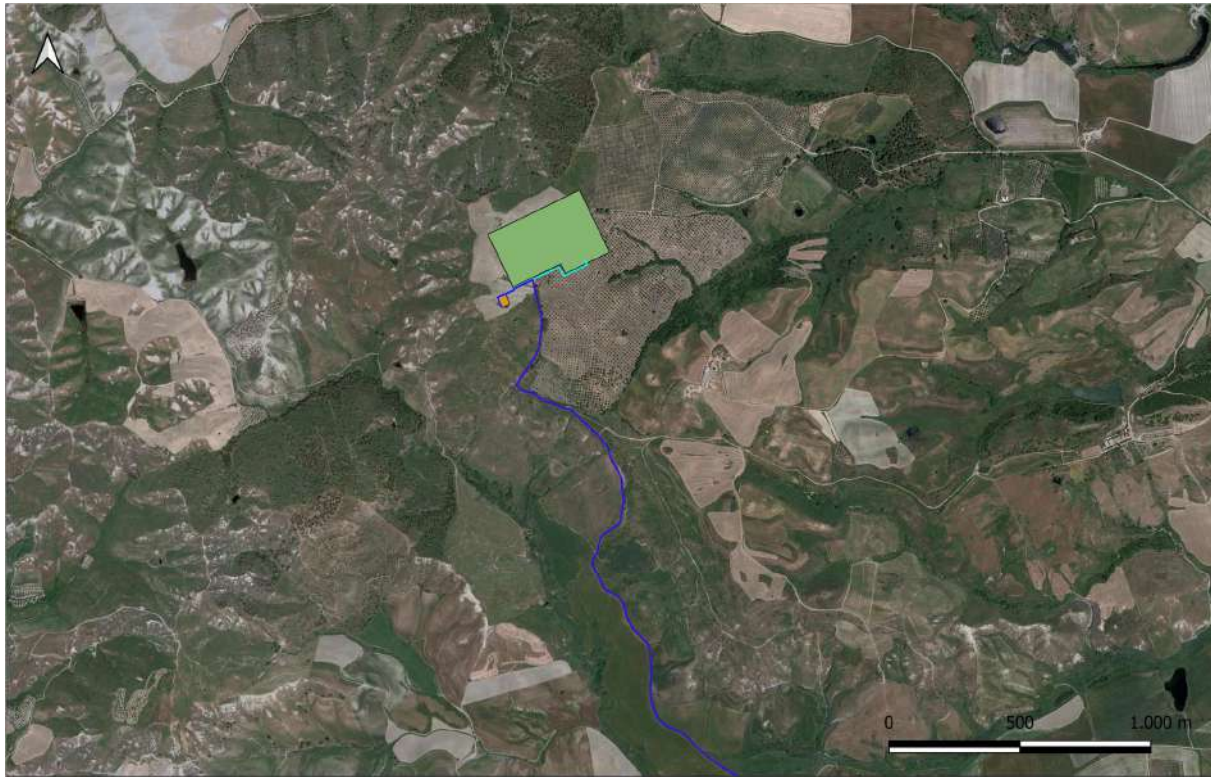
Pagina  
6 di 64



LEGENDA

● wtg ■ piazzola\_definitiva — cavidotto\_at\_esterno — cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro — cavidotti\_at\_interni ■ cabina\_utente ■ se cutro

Figura 1.5 - ubicazione impianto eolico su stralcio IGM scala 1:25000



LEGENDA

● wtg ■ piazzola\_definitiva — cavidotto\_at\_esterno — cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro — cavidotti\_at\_interni ■ cabina\_utente ■ se cutro

Figura 1.6 – ubicazione SE Cutro, Cabina Utente, Cavidotto AT interno, Cavidotto AT esterno su stralcio ortofoto scala 1:20000

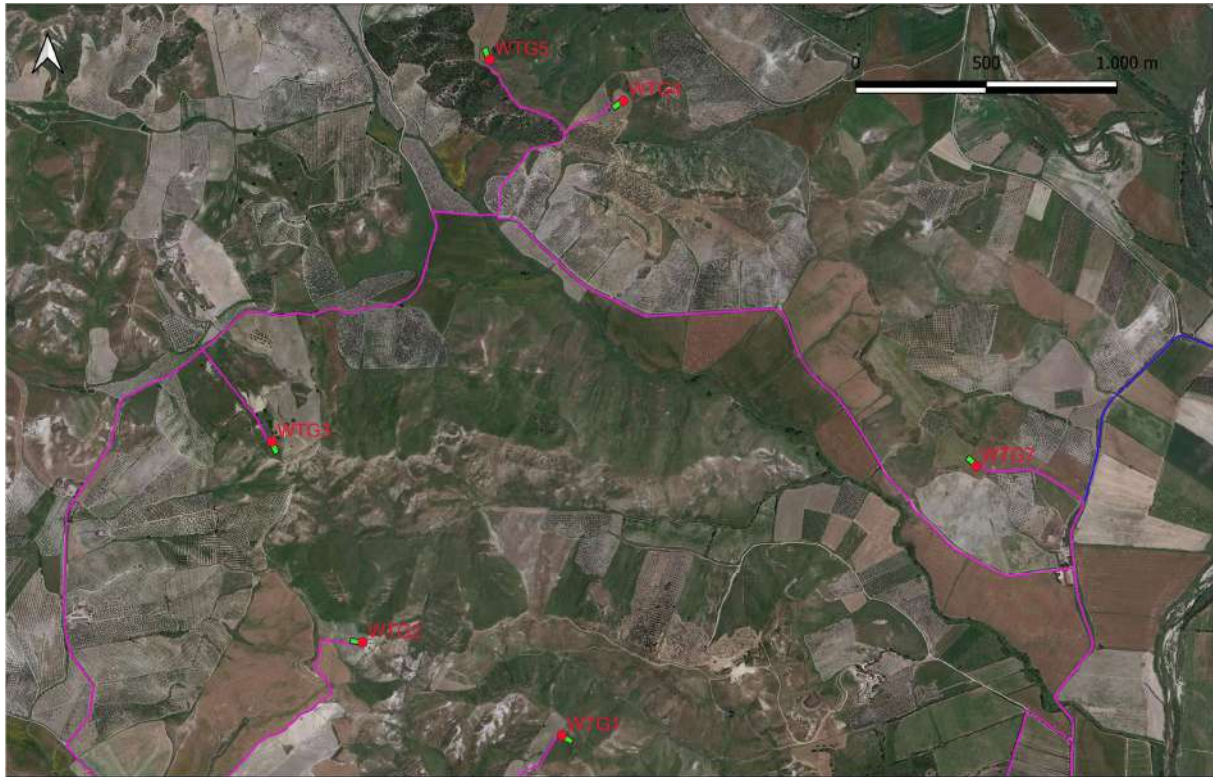


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

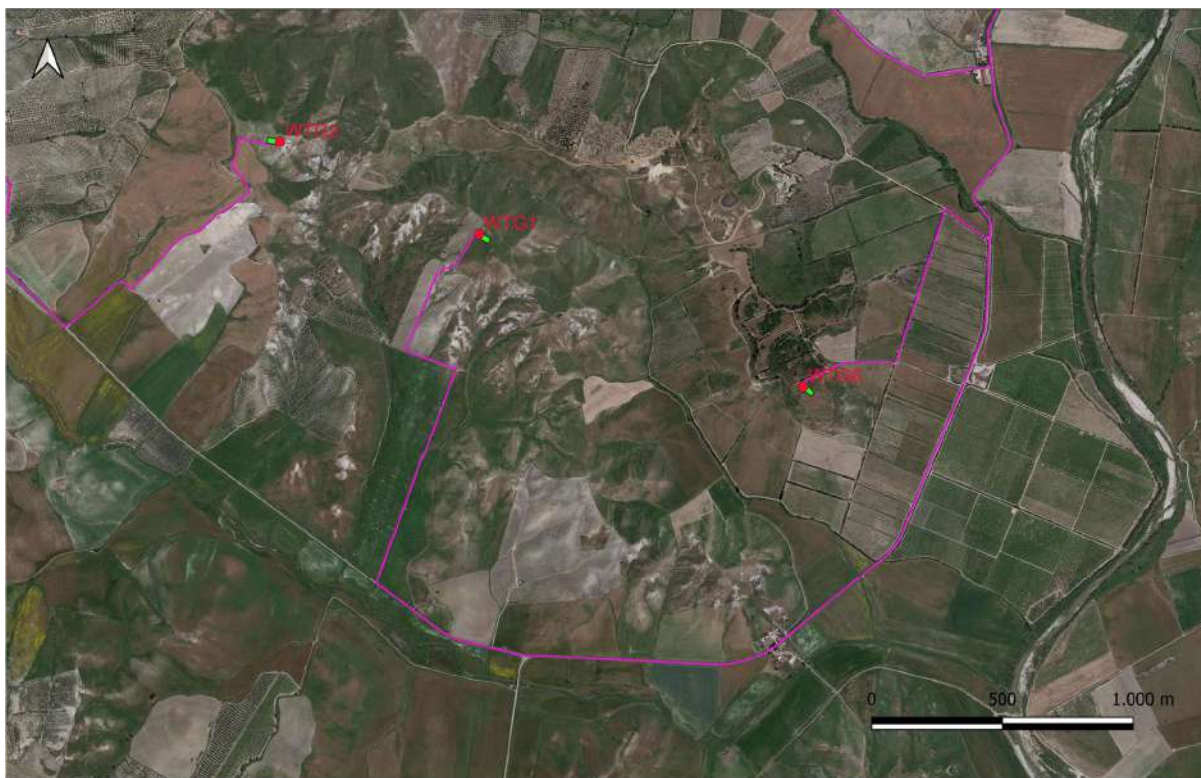
Pagina  
**8 di 64**



LEGENDA

● wtg ■ piazzola\_definitiva — cavidotto\_at\_esterno — cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro — cavidotti\_at\_interni ■ cabina\_utente ■ se cutro

**Figura 1.7 - ubicazione Cavidotto interno e aerogeneratori su stralcio ortofoto scala 1:20000**



LEGENDA

● wtg ■ piazzola\_definitiva — cavidotto\_at\_esterno — cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro — cavidotti\_at\_interni ■ cabina\_utente ■ se cutro

**Figura 1.8 - ubicazione Cavidotto interno e aerogeneratori su stralcio ortofoto scala 1:20000**

## 1.1. Descrizione dell'intervento

Il parco eolico di progetto sarà ubicato nei comuni di Marcedusa (CZ) e Mesoraca (KR) a distanza rispettivamente di circa 3,4 e 9,6 km dal centro urbano. I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessano una superficie di circa 495 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitata alle aree di piazzola dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

L'area di progetto, intesa sia come quella occupata dai 7 aerogeneratori di progetto, con annesse piazzole, e parte dei cavidotti di interconnessione, interessa il territorio comunale di Marcedusa (CZ) censito al NCT ai fogli di mappa nn. 9 e 10, e il territorio comunale di Mesoraca (KR) censito al NTC ai fogli 46, 47, 48, 49 e 50; parte dei cavidotti di interconnessione interessa il territorio comunale di Roccabernarda (KR) censito al NCT ai fogli di mappa nn. 30, 32, 33 e 34, il territorio comunale di Cutro (KR) censito al NCT ai fogli di mappa nn. 1, 2, 3 e 4; mentre la restante parte del cavidotto di interconnessione e la cabina utente ricade nel territorio comunale di Scandale (KR) censito al NCT al foglio di mappa n. 17.

Gli aerogeneratori utilizzati saranno ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripala, con generatore di tipo asincrono. Il tipo di aerogeneratore da utilizzare verrà scelto in fase di progettazione esecutiva dell'impianto; le dimensioni previste per l'aerogeneratore tipo sono:

- diametro del rotore pari 170 m,
- altezza mozzo pari a 135 m,
- altezza massima al tip (punta della pala) pari a 220 m.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>10 di 64</b>

La soluzione di connessione alla RTN prevede che l'impianto venga collegata in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica a 380/150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV “Belcastro – Scandale”.

La connessione in antenna avverrà mediante raccordo in cavo interrato AT tra gli aerogeneratori e il quadro di arrivo all'interno dell'ampliamento della stazione TERNA di nuova realizzazione.

Per il collegamento degli aerogeneratori alla stazione Terna è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Cavidotto AT, composto da 3 linee provenienti ciascuna da un sottocampo del parco eolico, esercito a 36 kV, per il collegamento elettrico degli aerogeneratori con la suddetta stazione. Detti cavidotti saranno installati all'interno di opportuni scavi principalmente lungo la viabilità ordinaria esistente e sulle strade di nuova realizzazione a servizio del parco eolico.
- Rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo della rete elettrica e dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare;
- Cabina utente ubicata nei pressi del punto di connessione, che raccoglie le linee AT di interconnessione del parco eolico, consentendo poi la trasmissione dell'intera potenza del parco eolico al punto di consegna mediante un raccordo in cavo interrato (36 kV).

La rete elettrica a 36 kV interrata assicurerà il collegamento dei trasformatori di torre degli aerogeneratori alla stazione. Si possono pertanto identificare due sezioni della rete in AT:

- La rete di raccolta dell'energia prodotta suddivisa in 3 sottocampi costituiti da linee che collegano i quadri AT delle torri in configurazione entra/esce;
- La rete di vettoriamento che collega l'ultimo aerogeneratore del sottocampo alla stazione Terna.

Al campo eolico si accede attraverso la viabilità esistente (strade provinciali, comunali e poderali), mentre l'accesso alle singole turbine avviene mediante strade di nuova realizzazione e/o su strade interpoderali esistenti, che saranno adeguate al trasporto di mezzi eccezionali.

Laddove necessario tali strade saranno adeguate al trasporto delle componenti degli aerogeneratori e saranno anche realizzati opportuni allargamenti degli incroci stradali per consentire la corretta manovra dei trasporti eccezionali. Detti allargamenti saranno rimossi o ridotti, successivamente alla fase di cantiere, costituendo delle aree di “occupazione temporanea” necessarie appunto solo nella fase realizzativa.

La sezione stradale avrà larghezza carrabile di 5,00 metri, dette dimensioni sono necessarie per consentire il passaggio dei mezzi di trasporto delle componenti dell'aerogeneratore eolico.

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore sarà realizzata una piazzola, che in fase di cantiere dovrà essere della superficie media di 4.600,00 mq, per poter consentire l'installazione della gru principale e delle macchine operatrici, lo stoccaggio delle sezioni della torre, della navicella e del mozzo, ed “ospitare” l'area di ubicazione della fondazione e l'area di manovra degli automezzi, sono inoltre previste 2 aree di 18x7 per il posizionamento delle gru ausiliarie al montaggio del braccio della gru principale.

Alla fine della fase di cantiere le dimensioni piazzole saranno ridotte a circa 1500 mq, per consentire la manutenzione degli aerogeneratori stessi, mentre la superficie residua sarà ripristinata e riportato allo stato ante-operam.

La cabina utente, da realizzarsi nei pressi del punto di consegna, è il punto di raccolta dei cavi provenienti dal parco eolico per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna alla rete di trasmissione nazionale e riceve l'energia prodotta dagli aerogeneratori attraverso la rete di raccolta a 36 kV.

All'interno dell'area recintata della cabina utente sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri AT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, i servizi igienici, ecc. Inoltre sarà installata una reattanza shunt per permettere l'eventuale rifasamento delle correnti reattive.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>11 di 64</b>

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D.M.LL.PP. del 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 9 Gennaio 1996: Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.: Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.
- Eurocodice 7 Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- Eurocodice 8 Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni 2018: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (GU n.35 del 11.02.2019 Suppl. Ordinario n. 5) Vigente dal: 11 2 2019.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>12 di 64</b>

### **3. BIBLIOGRAFIA**

---

E. Cortese et alii (1887, 88, 89 e 90) Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 237, S. Giovanni in Fiore.

E. Cortese et alii (1886, 87 e 88) Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 242, Catanzaro.

Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale sede Calabria – cartografia PAI Alluvioni e PAI frane.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA alla scala 1:50.000 foglio 561 SAN GIOVANNI IN FIORE - A cura di A. Moretti, S. Vincenzi

Dott. Pietro Lorenzo - RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE - RIFACIMENTO ELETTRORDOTTO 150 kV "CALUSIA - CATANZARO" e connessione in modalità entra – esce della Nuova ST/NE "380 / 150 kV Belcastro"



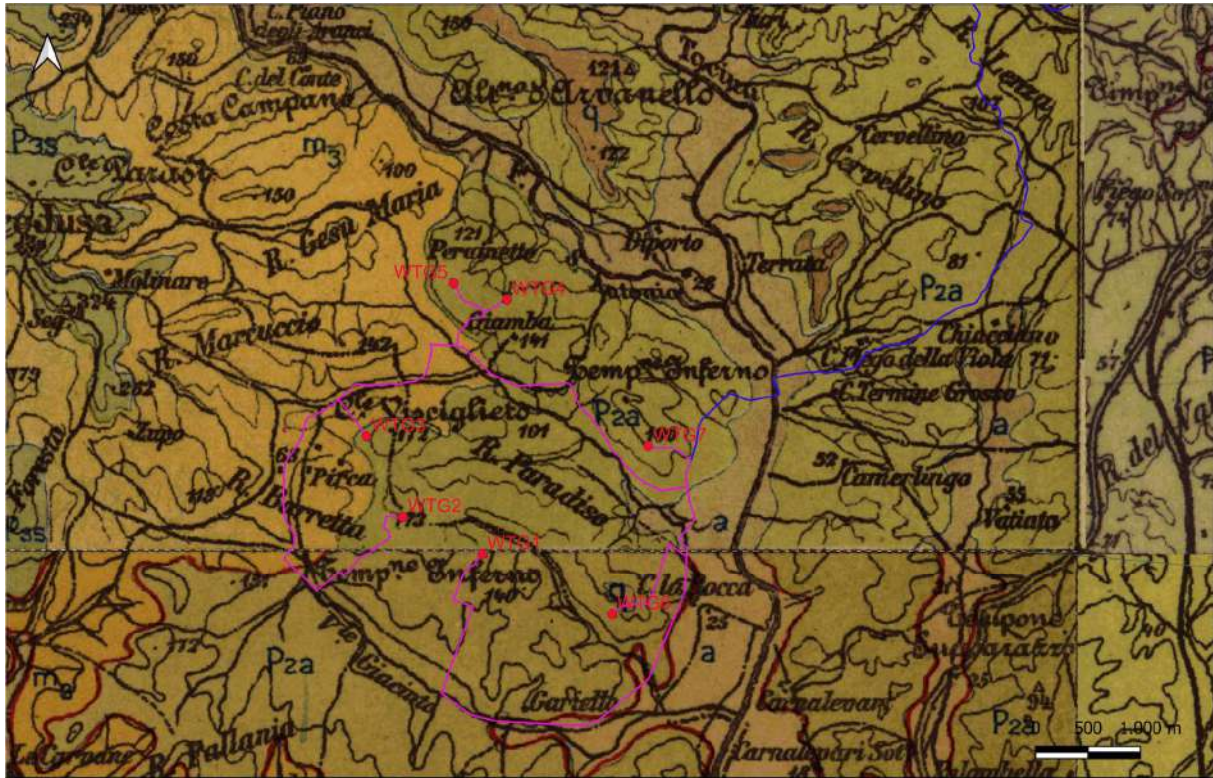
#### 4. IDENTIFICAZIONE DELLE FORMAZIONI PRESENTI IN SITO

L'area in studio ricade nei Foglio 237 e Foglio 242 scala 1:100000 (Figura 4.1, Figura 4.2) della Carta Geologica d'Italia. Le successioni stratigrafiche, riferite alle formazioni affioranti nell'area in studio, è la seguente:

a: alluvioni (Olocene);

Pa<sub>1-2</sub>: argille e marne grigie e biancastre zonate (Pliocene inf.-medio);

M<sup>3</sup><sub>2-3</sub>: sabbie bruno-chiare, stratificate, con intercalazioni minori di silt (Miocene sup.).



LEGENDA

● wtg ■ piazzola\_definitiva — cavidotto\_at\_esterno — cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro — cavidotti\_at\_interni ■ cabina\_utente ■ se cutro

Figura 4.1 – ubicazione parco eolico su stralcio Carta Geologica scala 1:100000



RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
Ottobre 2023

Pagina  
14 di 64



LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se cutro

Figura 4.2 - ubicazione parco eolico su stralcio Carta Geologica scala 1:100000

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>15 di 64</b>

## 5. STORIA GEOLOGICA DEL TERRITORIO

Come è noto, la Calabria fa parte di un tipico sistema di subduzione E-vergente, composto da tre elementi principali:

- a) una zona esterna ionica, formata da crosta oceanica di età cretacea, in fase di flessura e subduzione secondo un piano da sub-verticale a molto inclinato con immersione verso O, che si estende in profondità fino al largo delle coste tirreniche;
- b) un arco cristallino-metamorfico (Arco Calabro) formato da elementi di crosta continentale paleozoica e mesozoica in parte accavallati su elementi di piattaforma appenninica-panormide;
- c) un'area di espansione oceanica attiva nel Tirreno meridionale in posizione di bacino di retro-arco.

L'età del sistema geodinamico Tirreno-Arco Calabro-Ionio è relativamente recente e può essere stimata in circa 9 milioni di anni, a partire cioè dall'apertura, nel Tortoniano medio-superiore, del bacino tirrenico e dal conseguente distacco della microplacca Calabro-Peloritana dal margine meridionale del blocco Sardo-Corso fino a raggiungere la posizione attuale.

Il rapido arretramento della linea di flessura della litosfera ionica in subduzione ha guidato il roll-back dell'Arco verso la zona di avanfossa e la conseguente espansione del Bacino Tirrenico in posizione retro-arco (MALINVERNO & RYAN, 1986). Dal punto di vista geodinamico l'evoluzione del sistema è controllata dalla subduzione passiva della litosfera oceanica ionica, di età stimata tra 80 e 100 Ma, la quale a spese del proprio potenziale gravitazionale fornisce al sistema l'energia necessaria al mantenimento nell'area tirrenica delle deformazioni nell'Arco Calabro e del flusso di calore, con i fenomeni vulcanici associati (MORETTI & GUERRA, 1997, cum bib.).

Nell'intervallo temporale compreso tra il Tortoniano superiore ed il Pleistocene medio (9-0.7 ma), la velocità di deriva dell'Arco Calabro-Peloritano verso SE viene stimata in circa 4-5 cm/anno. In questo periodo nel Bacino Crotonese, come in gran parte delle aree litorali ioniche e nella bassa valle del Crati, rimane attiva una modesta subsidenza, controllata da sistemi di faglie normali orientate circa NO-SE, che permette ripetute ingressioni marine con la conseguente deposizione di una serie di cunei detritici i quali, organizzati in più sequenze deposizionali, si alimentano dalla catena cristallina già emersa ed in fase di smantellamento, situata, nei settori settentrionali, circa in corrispondenza dell'attuale area silana.

Nell'intervallo Pliocene-Pleistocene inferiore i movimenti orogenetici ed il sollevamento della catena rimangono relativamente quiescenti fino al quasi completo smantellamento dell'area emersa, di cui rimangono evidenti testimonianze negli ampi altopiani calabresi (Piani di Aspromonte, Serre, Altopiano della Sila, ecc.), nei suoli molto evoluti ad essi associati e nei tratti fossili di molti corsi di acqua che, ora profondamente incassati, conservano tuttavia l'andamento meandriforme tipico delle morfologie pianeggianti.

In questo periodo di relativa calma tettonica, la Calabria continua comunque la sua migrazione verso SE. A testimonianza di una ben diversa posizione paleogeografica della regione nel Pliocene inferiore rimangono, nel Bacino Crotonese, i conglomerati fluviali della Formazione delle Carvane (RODA, 1964; MORETTI, 1993) alimentati da elementi calcarei o quarzo-arenitici provenienti dall'attuale Appennino meridionale.

Contemporaneamente il paleo-bacino ionico, una volta esteso almeno fino a nord dell'area Lagonegrese (FINETTI et alii, 1996) viene progressivamente consumato nei suoi settori settentrionali e meridionali fino alla collisione ed all'accavallamento delle unità appenniniche sopra la piattaforma Apula, verso nord, e quella Sicana verso sud.

Si individuano quindi due grandi "binari" litosferici a scorrimento trascorrente che consentono l'avanzamento differenziale verso E-SE dell'Arco rispetto sia alla catena appenninica (linea del Pollino e linea di Palinuro) che al blocco siculo-maghrebide (linea di Taormina) fino alla posizione attuale.

All'inizio del Pleistocene medio (0.7 Ma) la dinamica dell'Arco Calabro cambia in maniera significativa: si attivano forti movimenti verticali (fino a 2 mm/a) che portano la regione ad emergere nella sua configurazione attuale mentre molte delle faglie più antiche, orientate NO-SE vengono sostituite da elementi orientati N-S (Valle del Crati, Faglia del Marchesato). A causa della progressiva chiusura del residuo oceano ionico-

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>16 di 64</b>

lagonegrese verso nord e del conseguente rallentamento del movimento nei settori settentrionali, la Calabria si scompone in una serie di grandi elementi crostali delimitati da faglie dirette o trascorrenti che mostrano, nel complesso, un avanzamento verso E maggiore nei settori meridionali, dove la flessura litosferica e la subduzione sono ancora attive, rispetto a quelli settentrionali, dove la placca calabra è oramai giunta, nel Golfo di Sibari, a contatto con il blocco Apulo.

## **5.1. Il bacino crotonese**

Con il termine Bacino Crotonese (BC) viene tradizionalmente indicata, nella letteratura geologica, la vasta estensione di depositi neogenici compresa tra le pendici orientali della Sila ed il mare Ionio (OGNIBEN, 1955; RODA, 1964; MORETTI, 1993). Strutturalmente questa unità geologica è formata da un esteso sistema di semigraben a ribassamento orientale con geometria tipo piggy-back e si configura come un bacino di avanti-arco interposto tra l'asse N-S della catena cristallina ad O ed il sistema dei thrust esterni che compongono il cuneo di accrezione attivo nell'off-shore ionico (FINETTI & DEL BEN, 1986; MORETTI & GUERRA, 1997; VAN DIJK et alii, 2000).

Il Bacino si estende sull'area emersa per circa 1200 kmq e corrisponde geograficamente all'area del Marchesato, limitata a SO dalla penisola di Crotone ed a NO da quella di Cirò. Il suo margine occidentale coincide con la Faglia del Marchesato, importante elemento crostale N-S attivo a partire dal Pleistocene medio fino all'Attuale, con geometria normale e ribassamenti verso E fino a circa 1000 m. La continuità dei depositi del Bacino è interrotta da un'imponente sistema di faglie trascorrenti E-O in corrispondenza della dorsale di S.Nicola dell'Alto, attive con rigetti di molte centinaia di metri dopo il Messiniano e, con ogni evidenza, ancora nel Pleistocene. A S di tale struttura affiorano di prevalenza i terreni più recenti (messiniano-pleistocenici), mentre nel settore orientale sono rappresentati i depositi più profondi (serravalliano-messiniani).

A grande scala la successione stratigrafica è composta da una serie di cunei detritici formati da materiale cristallino e metamorfico alimentato dall'area silana, che sfumano progressivamente, procedendo verso le coste ioniche, in successioni arenacee e calcoarenitiche, quindi marnoso-calcaree ed infine francamente pelitiche nei settori orientali. Le diverse sequenze sedimentarie sono separate da evidenti superfici di non-conformità che passano, procedendo verso il mare aperto, in alternanze di depositi arenacei e pelitico-marnosi.

Nell'estremità sud-orientale del Bacino, in corrispondenza della Penisola di Crotone, le formazioni plio-pleistoceniche sono costituite da una potente successione di marne argillose, ciclicamente interrotte da livelli tripolacei e sapropelitici (COLALONGO et alii, 1981; NEGRI et alii, 2003, cum bib.); la sedimentazione è qui evidentemente continua e solo alcuni livelli arenacei di origine terrigena segnalano le fasi erosive e di ringiovanimento tettonico attive sul bordo occidentale del bacino (OGNIBEN, 1973, cum bib.).

Il cuneo sedimentario raggiunge il suo massimo spessore in corrispondenza del litorale crotonese e comprende oltre alle argille marnose plio-pleistoceniche anche una spessa successione evaporitica, nella quale sono intercalate grandi falde alloctone di argille scagliose cretache messe in posto durante la fase tettonica intramessiniana (OGNIBEN, 1955 e 1973; BRONZINI, 1959; CRESCENTI, 1972). Dal punto di vista stratigrafico, sono riconoscibili nel Bacino almeno 6 sequenze deposizionali di ordine maggiore, delimitate da superfici di non-conformità di estensione regionale, la cui distribuzione e facies è strettamente controllata dall'evoluzione tettonica della catena. Il complesso dei depositi del Bacino può essere distinto in due gruppi principali, affioranti in gran parte rispettivamente a N ed a S della dorsale di S.Nicola dell'Alto.

Il primo gruppo, pre-Tortoniano, è formato da potenti sequenze di depositi terrigeni, che esprimono nel loro complesso meccanismi deposizionali di elevata energia gravitativa (torbiditi, debris flow, olistoliti), controllati da rapidi movimenti di subsidenza tettonica e caratterizzati da abbondante produzione di materiale da parte della catena. Al momento attuale possiamo riferire questo gruppo ad un ambiente di avanfossa prossimale e/o di bacino di piggy-back in posizione di avanti-arco, esterna alla catena calabra ancora in fase di costruzione attiva.

Il secondo gruppo, Tortoniano-Messiniano inferiore, è separato dal precedente da una importante fase erosiva, ed è caratterizzato generalmente da una scarsa produzione terrigena e da bassi tassi di sedimentazione, dalla dominanza di facies organogene e da una tettonica di carattere prevalentemente estensionale. Dal punto di

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>17 di 64</b>

vista regionale possiamo riferire questo gruppo all'inizio del rifting tirrenico ed al conseguente roll-back passivo della catena verso l'avanfossa ionica-lagonegrese in fase di rapido arretramento.

Un gruppo a parte è costituito dai depositi evaporitici messiniani, la cui evoluzione e strutturazione è dominata da estesi movimenti tangenziali tettono- gravitativi che interagiscono in maniera complessa con i peculiari processi sedimentari tipici del bacino iperalino. A questa fase sono da riferire, per esempio, le estese colate gravitative di argille scagliose cretacee a N di Zinga, ma anche raddoppi e rovesciamenti della successione evaporitica.

La sedimentazione nel Bacino termina improvvisamente nel Pleistocene medio con il rapido sollevamento regionale della catena. Di questo evento, ben noto e praticamente isocrono in tutte le catene peritirreniche (evento 700.000), rimangono nell'area centrale modestissime testimonianze, mentre sono estremamente ben conservate negli ampi terrazzi marini della Vrica - Capo Rizzuto - Le Castella verso S (GLIOZZI, 1988) e nella bassa Valle del Crati - Piana di Sibari – Golfo di Taranto verso N (GLIOZZI, 1988; OGNIBEN, 1971).

## **5.2. Cenni di geomorfologia e paleogeografia**

Dal punto di vista geomorfologico, l'area si presenta divisa in tre porzioni ben distinte.

La prima, corrispondente all'Altopiano Silano, pur essendo quella situata a quote maggiori (dai 900 ai 1200 m nell'area rilevata) si presenta con morfologie rotondeggianti e molto evolute, con versanti poco acclivi ed ampie superfici di spianamento spesso ricoperte da depositi quaternari sabbiosi o ciottolosi.

La seconda è formata dalle profonde incisioni vallive e dai ripidi versanti che intaccano il margine silano e, controllati da un esteso sistema di faglie normali pleistoceniche, conducono alla vasta estensione dei depositi neogenici del Bacino Crotonese.

La terza, formata appunto dalle formazioni neogeniche sin-post-orogenetiche, presenta comunque morfologie notevolmente articolate, con prevalenza di formazioni tabulari (ben sviluppate nelle formazioni evaporitiche o calco-arenitiche) incise da profondi alvei torrentizi o fiumare, che sfumano progressivamente verso E in ampie plaghe argillose.

La caratteristica morfologica più saliente dell'Altopiano Silano è la presenza di ampie superfici di spianamento (Figura 5.1, Figura 5.2, Figura 5.3, Figura 5.4, Figura 5.5), le quali rappresentano i relitti di un'unica superficie di ordine maggiore di età plio-pleistocenica, caratterizzata da una copertura detritica-residuale arenaceo-conglomeratica (formazione di Castelsilano) profondamente alterata e tipicamente arrossata (GUZZETTA, 1974). Questa superficie principale silana è da attribuirsi ad un periodo di lunga stabilità tettonica, da riferirsi verosimilmente all'intervallo Pliocene-Pleistocene medio (periodo della deposizione della successione di Belvedere di Spinello), durante il quale gli agenti atmosferici ed i corsi d'acqua hanno eroso profondamente i rilievi cristallini fino a raggiungere uno stadio di piena maturità caratterizzato, spesso, da un andamento meandriforme ancora oggi conservato in paleomorfologie o nei tratti incassati di alcune fiumare (Lese, Vitravo, Neto). La paleogeografia del periodo vedeva probabilmente una maggiore estensione dei bacini imbriferi verso NO rispetto agli attuali, con portate corrispondentemente maggiori: per esempio il fiume Mucone, che attualmente costituisce l'emissario del lago Cecita sfociando verso NO nel Crati, nel Pliocene alimentava lo stesso bacino lacustre confluendo, verso SE, nel fiume Lese. Quest'ultimo raccoglieva anche le acque di altri affluenti sviluppati sull'altopiano (Vitravo, Neto) e sfociava in un ampio golfo marino in corrispondenza dell'attuale Belvedere di Spinello.

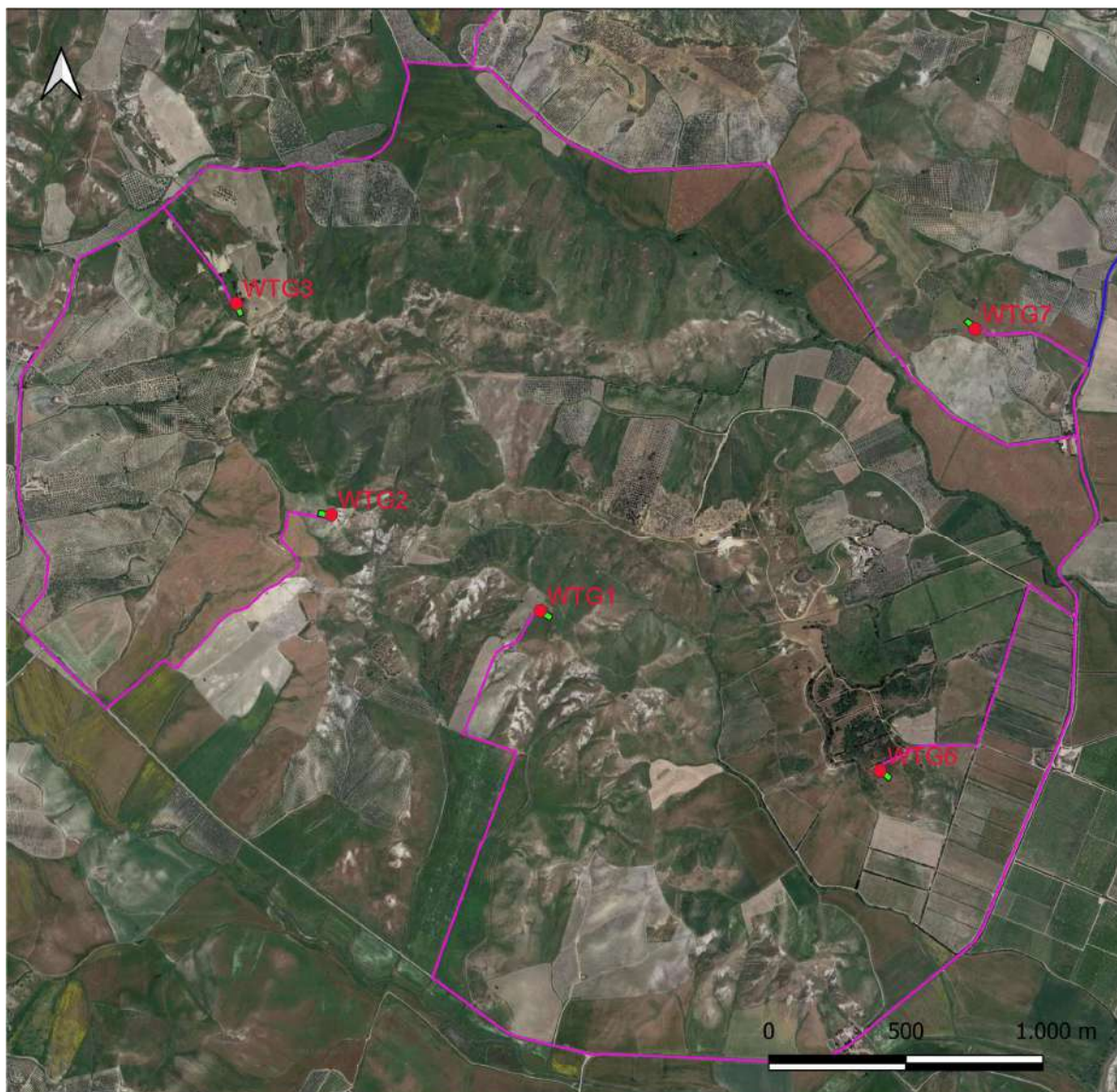
La forte alterazione della superficie sommitale e dei depositi detritici correlati, che si associa spesso a veri e propri crostoni ferrallitici, testimonia l'evoluzione dell'altopiano in climi sub-tropicali caldo-umidi o caldo-aridi, durante i quali si ha forte evaporazione e risalita dell'acqua mineralizzata dal sottosuolo. Il profondo disfacimento che ha subito il cappellaccio silano, spesso trasformato in un "sabbione" incoerente, è stato peraltro favorito dalla facile alterabilità della componente feldspatica (prevalentemente plagioclasti) delle granodioriti dell'Unità della Sila; per contro i termini metamorfici e, soprattutto, i filoni aplitici, maggiormente resistenti all'alterazione, formano delle creste allungate che spiccano vistosamente dalle morfologie sommitali.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>18 di 64</b>

Il passaggio Pliocene-Pleistocene è marcato dalla deposizione locale di sedimenti torbosi fluvio-lacustri, che segnano il passaggio dal clima caldo-arido del Pliocene a quello freddo-umido del Pleistocene. Corrispondentemente, nell'area marina, si assiste all'ingressione dei primi ospiti freddi (*Hyalinea baltica* (Schroeter)). I sedimenti lacustri veri e propri sono osservabili solo nella zona della Fossia e del Lago Cecita (poco ad O dell'area rilevata) e sono costituiti da protovarve a granulometria finissima, alternate a strati di torba, strati e limi argillosi. Alla sommità della serie l'inizio dell'uplift silano è marcata dall'arrivo di conglomerati spigolosi e breccie sabbiose, di età medio-pleistocenica.

Corrispondentemente, la riattivazione delle faglie bordiere del massiccio conduce al suo rapido sollevamento (circa 1500 m in 700 Ka), cui consegue il ringiovanimento delle morfologie e dell'idrografia, la formazione di profonde incisioni fluviali e dei ripidi versanti della pre-Sila Crotonese. L'inizio del sollevamento regionale è marcato dall'intensa ripresa dell'erosione e del trasporto fluviale dei depositi silani, cui corrisponde, nei bacini adiacenti, la sedimentazione di imponenti pacchi di arenarie tipicamente arrossate (sabbie rosse di Timpa di Cassiano).





LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotto\_at\_cabina\_utente-se\_cutro
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se\_cutro

CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_HAZARD\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4

CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

Figura 5.1 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000

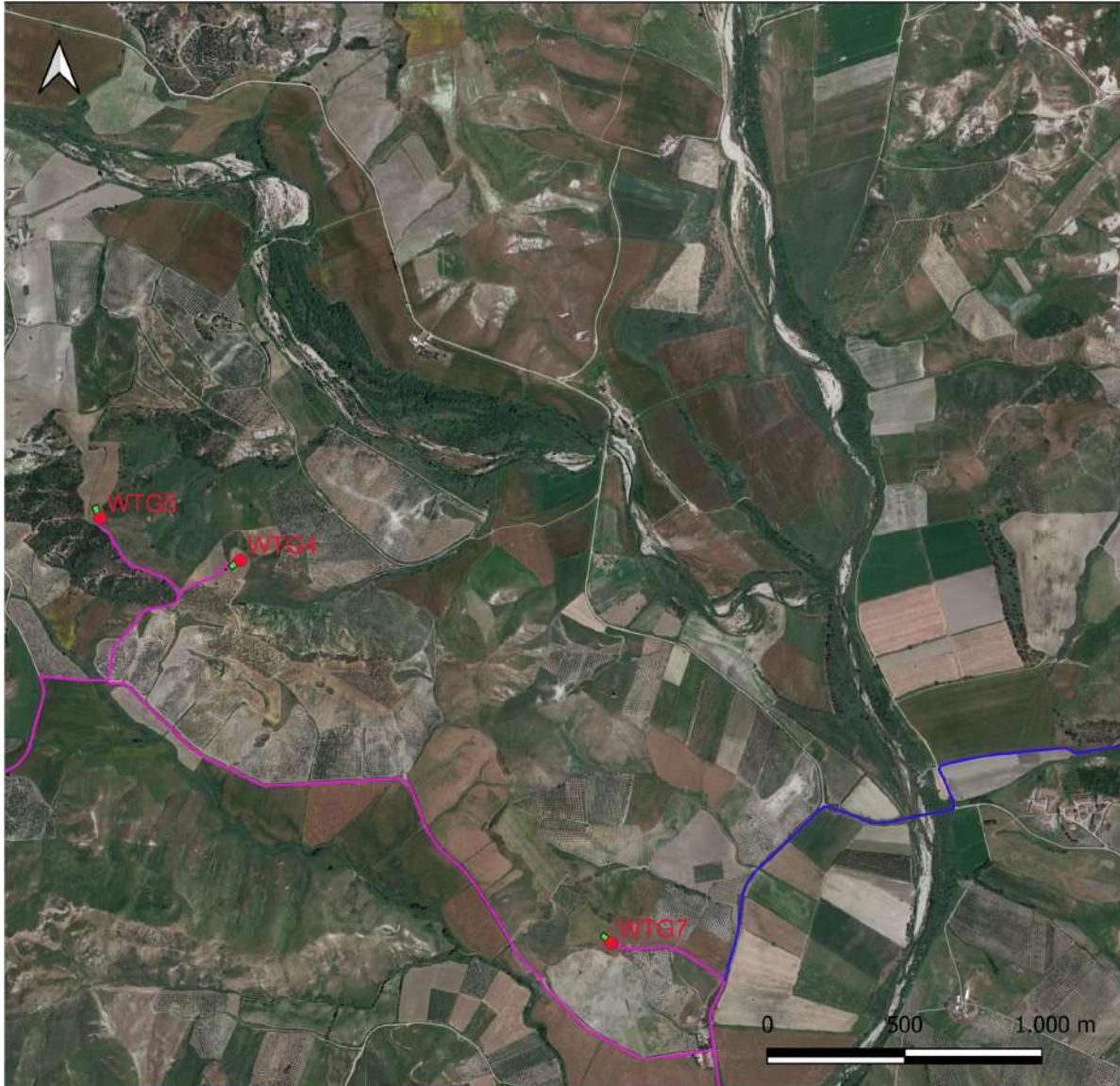


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
 20 di 64



LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se cutro

CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_HAZARD\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp

- P0
- P1
- P2
- P3
- P4

CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

Figura 5.2 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000

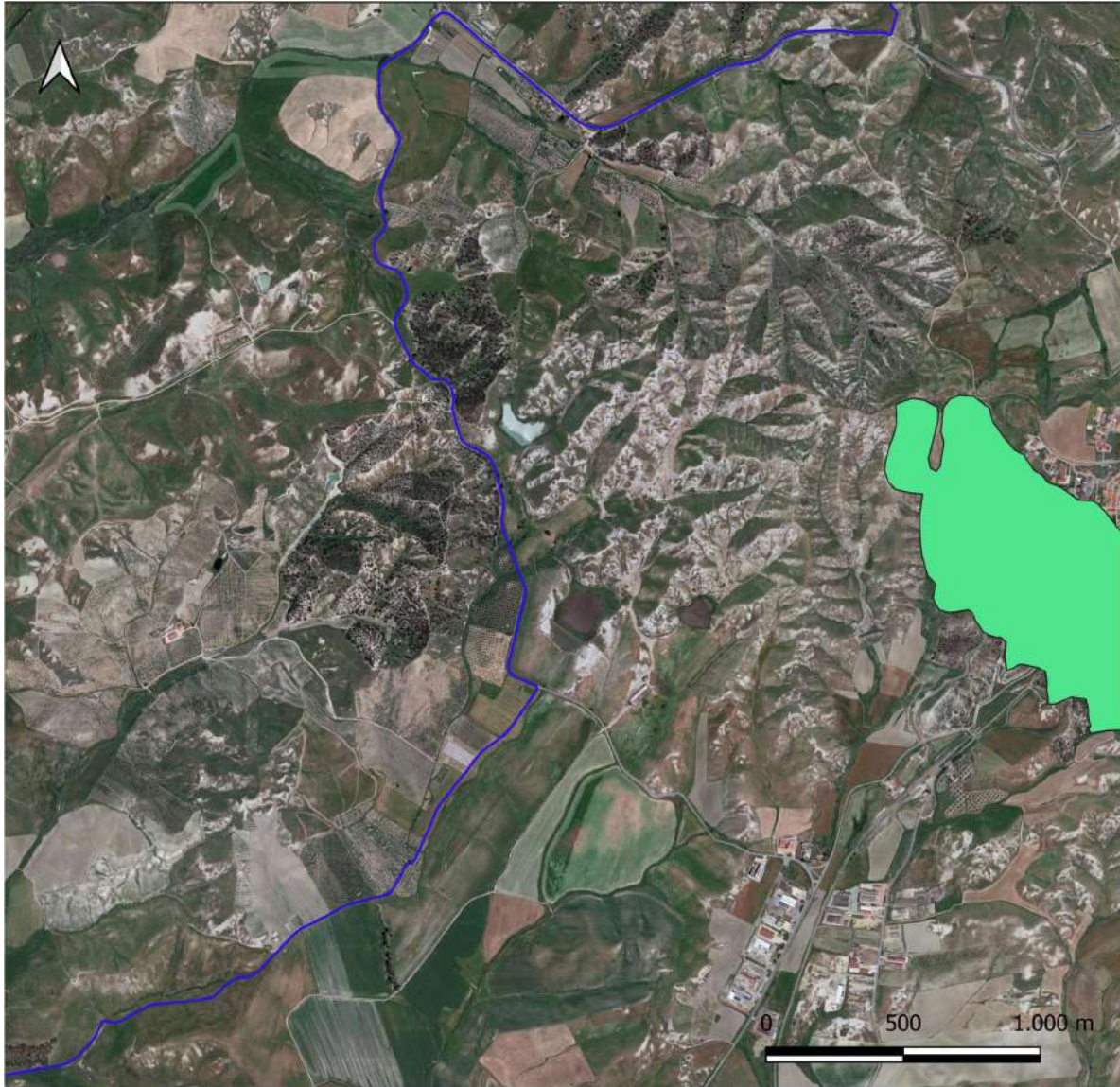


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
 21 di 64

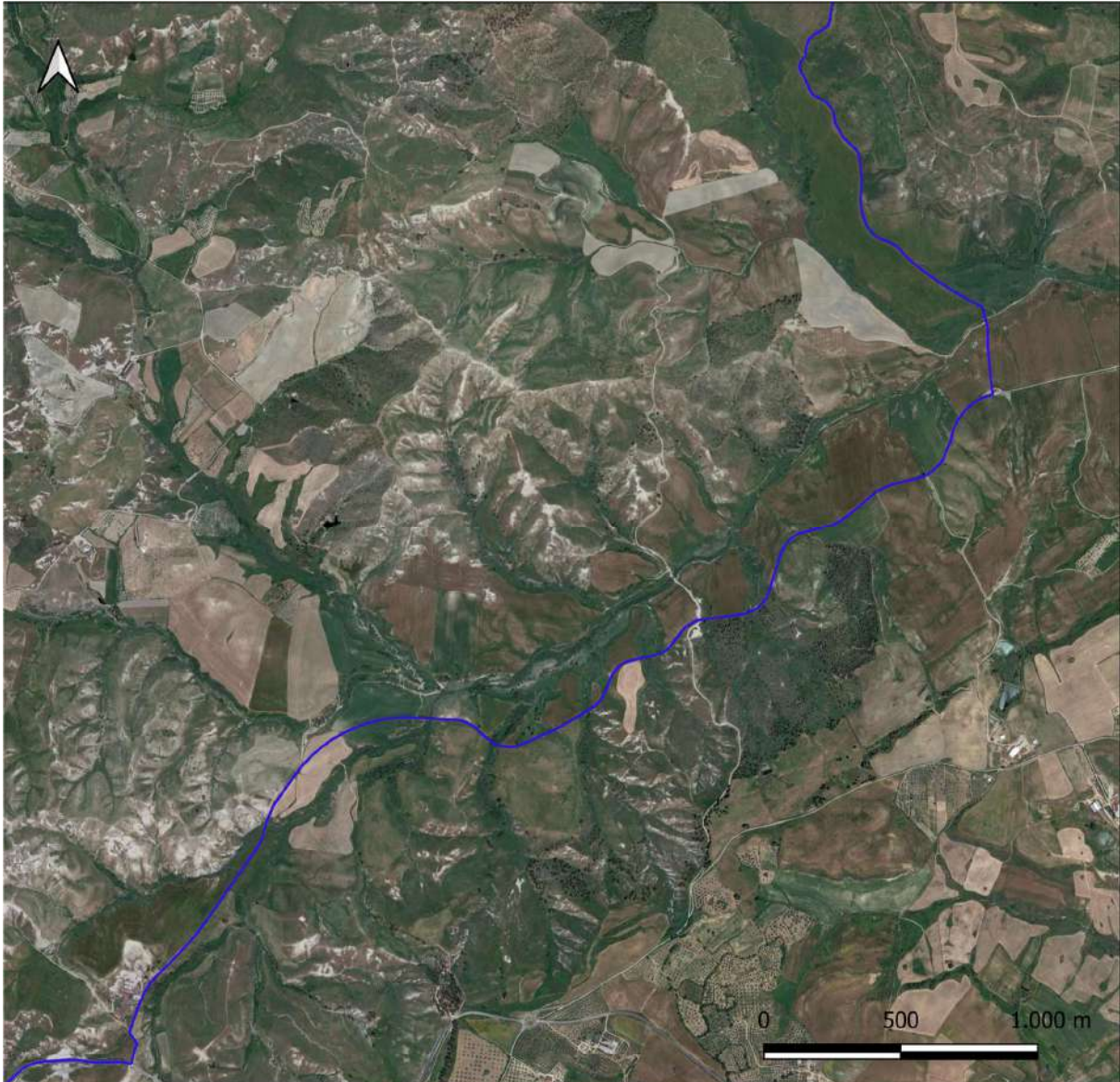


LEGENDA

- wtg
  - piazzola\_definitiva
  - cavidotto\_at\_esterno
  - cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro
  - cavidotti\_at\_interni
  - cabina\_utente
  - se cutro
- CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_HAZARD\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp
- P0
  - P1
  - P2
  - P3
  - P4
- CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp
- 0
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4

Figura 5.3 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000





LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se cutro
- CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_HAZARD\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp
- P0
- P1
- P2
- P3
- P4
- CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

Figura 5.4 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000

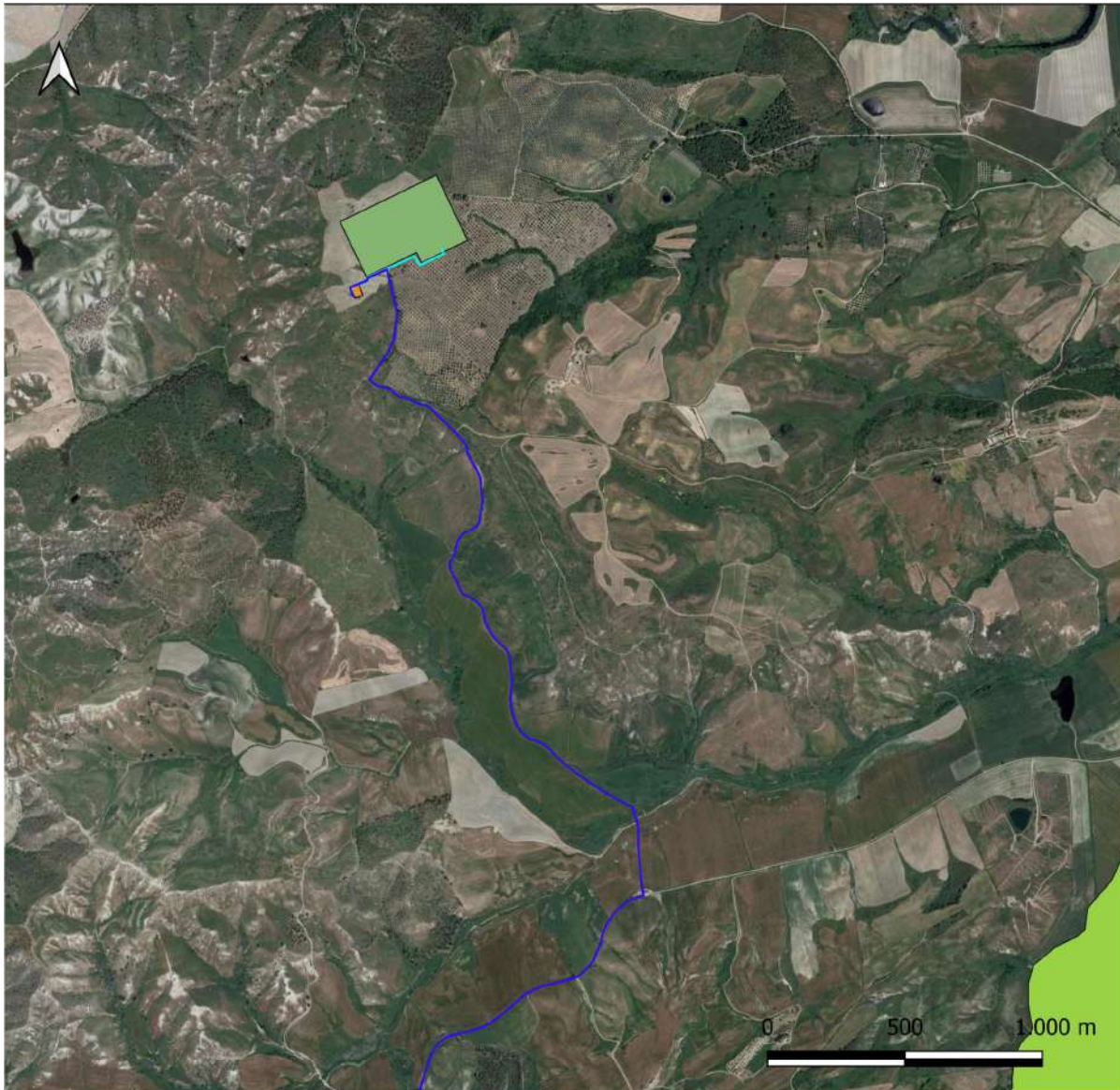


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**23 di 64**



LEGENDA

- wtg
- piazzola\_definitiva
- cavidotto\_at\_esterno
- cavidotto\_at\_cabina\_utente-se cutro
- cavidotti\_at\_interni
- cabina\_utente
- se cutro
- CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_HAZARD\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp
- P0
- P1
- P2
- P3
- P4
- CALABRIA\_HAZARD\_E\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF — CALABRIA\_RISCHIO\_FRANA\_311220\_WGS84\_DEF.shp
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

Figura 5.5 – ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio frana del PAI Calabria scala 1:25000

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>24 di 64</b>

## **6. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

---

Il parco eolico in progetto si inserisce su di una fascia avente una larghezza di circa 7 km, interamente compresa nel territorio della Regione Calabria, nei comuni di Mesoraca (KR) e Marcedusa (CZ).

L'intero parco sarà ubicato in un'area essenzialmente sub pianeggiante, corrispondente ad un'antica piana alluvionale terrazzata., degradante verso la linea di costa, con una variazione di quote intorno ai 160 ai 50 m s.l.m.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>25 di 64</b>

## **7. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA DI DETTAGLIO DEL SITO**

---

L'area di studio si sviluppa principalmente in direzione nord-sud e ricopre una zona sub pianeggiante, corrispondente ad un'antica piana alluvionale terrazzata (Figura 1.6, Figura 1.7, Figura 1.8).

La morfologia dominante nell'area studiata è rappresentata da una serie di terrazzi fluviali molto estesi interrotti da piane alluvionali di larghezza variabile. Si tratta di antichi depositi alluvionali, presenti in affioramenti allungati in direzione est-ovest che si poggiano con l'estremità orientale sui versanti miocenici pre-silani e sono separati dai principali corsi d'acqua. Si presentano con la tipica morfologia rappresentata da una superficie sub orizzontale delimitata su tre lati da scarpate verticali che mettono in evidenza, in molti casi, la stratigrafia del deposito alluvionale ed il substrato argilloso sul quale si sono sedimentate le alluvioni.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>26 di 64</b>

## **8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DEL SITO**

L'area indagata ricade geologicamente all'interno del Bacino di Crotone, dove occupa, in particolare, il margine meridionale.

Il Bacino di Crotone è un'area di sedimentazione che si è formata al bordo orientale della Sila e che è stata interessata dalla deposizione trasgressiva di terreni sedimentari dal Miocene medio al Pleistocene, direttamente sul substrato cristallino silano. La parte interna del bacino è stata ricoperta durante il Miocene medio da un mare non molto profondo che è avanzato su tutta l'attuale area del Bacino Crotonese fino al Pleistocene.

I depositi affioranti sono, pertanto, di natura prevalentemente argillosa, sabbiosa, conglomeratica e gessosa. Si tratta di sedimenti che si sono formati in continuità stratigrafica su una successione prettamente conglomeratico-arenacea di trasgressione sul cristallino silano.

La letteratura geologica (Roda, 1964 e 1967) distingue tre differenti cicli sedimentari che vanno dal Miocene medio al Pleistocene (Calabriano). Il primo ciclo inizia nel Miocene medio con la trasgressione elveziano-tortoniano; è rappresentato litologicamente da una successione conglomeratica e termina con il prosciugamento del bacino con la formazione di successioni litologiche evaporitiche. Il secondo ciclo inizia con una nuova apertura del bacino, la formazione di una successione evaporitica più recente, il successivo suo approfondimento con la deposizione della tipica successione di trasgressione con sedimenti prima più conglomeratici e poi sempre più fini fino al completo riempimento nel Pliocene inferiore. Nel Pliocene medio ha inizio, con un nuovo approfondimento del bacino, la terza ed ultima fase di sedimentazione con l'accumulo progressivo soprattutto di sedimenti detritici fino al Pleistocene.

Stratigraficamente, quindi, sono state riconosciute più formazioni geologiche affioranti non in modo costante in tutto il bacino. Al di sopra del basamento cristallino, individuabile al bordo occidentale del Bacino, sono state distinte Formazioni prettamente conglomeratico - arenacee (Formazione di San Nicola, Formazione di Carvane), prevalentemente sabbiose o arenacee (Formazione di Zinga, Formazione di Scandale, Formazione di San Mauro), argillose (Formazione di Ponda, Tripoli, Formazione di Cavalieri, Formazione di Spartizza, Formazione di Cutro) e gessose (Gessi, Formazione detritico saline, Formazione evaporitica superiore). Di queste successioni ben definite litologicamente e stratigraficamente (Roda, 1964 e 1967) affiorano nell'area di studio soprattutto i termini basali, corrispondenti al primo ciclo. I termini intermedi, appartenenti al ciclo evaporitico, e quelli di chiusura sono presenti solo parzialmente.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>27 di 64</b>

## **9. TETTONICA**

---

Il Bacino di Crotonese è stato interessato da un'intensa attività tettonica sia sinformazionale che successivamente alla chiusura del bacino.

La letteratura scientifica ha riconosciuto nei depositi medio pliocenico – pleistocenico un sistema di faglie di distensione post calabriane ad andamento NNE-SSW, cioè parallele al bordo occidentale del Bacino Crotonese. Roda (1964), in particolare, distingue due tipi di faglie entrambi ad andamento parallelo al bordo del bacino. Nel primo tipo è rialzato il labbro interno, nel secondo il labbro esterno. Questo andamento, con il secondo tipo a formare una serie di gradoni discendenti dall'esterno all'interno del bacino collegate tra loro da faglie di primo tipo, porta alla formazione horts e graben.

Questo sistema di faglie, soprattutto quelle formatesi successivamente alla deposizione del Calabriano, ha coinvolto anche i depositi del messiniano - infrapliocenico.

Nella porzione di Bacino Crotonese indagata per questo lavoro sono presenti soprattutto i sistemi di faglie di distensione ad andamento NNE-SSW, cioè parallele al bordo del bacino, riscontrabili nei depositi argillosi pleistocenici. Sono presenti, comunque, anche faglie ad andamento N-S, E-W e di direzione appenninica.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>28 di 64</b>

## **10. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE DI DETTAGLIO**

L'area di studio ricade a cavallo di più distinti bacini idrografici: quello del Fiume Tacina, che sfocia al confine con la Provincia di Catanzaro, quello del Fiume Crocchio che si sviluppa e attraversa il territorio della Provincia di Catanzaro e sfocia nel Mar Ionio. I due corsi d'acqua con i loro affluenti si sviluppano quasi sempre parallelamente all'area in studio, con una direzione circa NW-SE (Figura 10.1, Figura 10.2, Figura 10.3).

Il bacino del Fiume Tacino in quest'area, vede la presenza sia del Fiume omonimo che del Fiume Soleo e della Fiumara di Mesoraca, importanti suoi affluenti destro. Questi corsi d'acqua presentano un andamento est-ovest e, dopo aver attraversato in valli strette i rilievi cristallini, scendono in vallate che diventano sempre più ampie in direzione del mare.

Il Fiume Crocchio nasce dalla parte più alta del rilievo silano, ad una quota superiore ai 1600 m slm; si sviluppa, come il suo principale affluente, il Fiume Nàsari, principalmente in direzione nord-ovest sud-est, attraversando prima terreni del complesso igneo-metamorfico in valli strette e approfondite e successivamente valli più ampie in presenza di depositi plio – pleistocenici.

Lo sviluppo dei reticoli idrografici è condizionato dalla natura geologica e tettonica dell'area di studio. L'andamento dei corsi d'acqua riflette, infatti, notevolmente l'allineamento tettonico che caratterizza l'area.

Nell'area collinare è presente un reticolo idrografico abbastanza articolato con una gerarchizzazione dei corsi d'acqua in alcuni casi fino al 4° ordine. Tale sviluppo riflette la natura poco permeabile di alcuni terreni affioranti in quest'area.



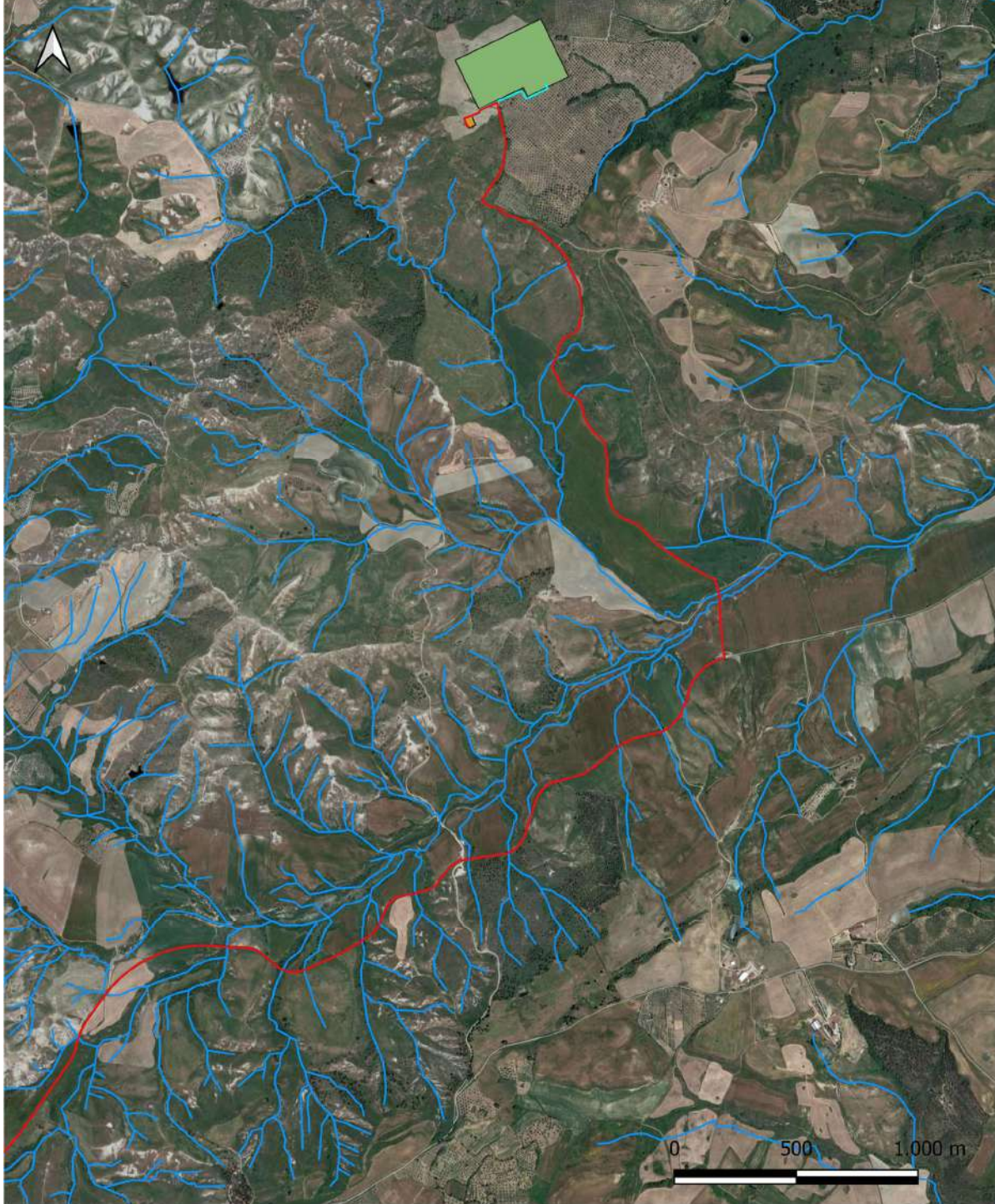
RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**29 di 64**

L'impianto in progetto, soprattutto nel percorso del cavidotto, interferisce in molti tratti con il reticolo idrografico



LEGENDA

- |                                       |                              |                  |                 |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|
| ● wtg                                 | cabina_utente                | Fiumi e torrenti | Elementi idrici |
| ■ piazzola_definitiva                 | se cutro                     | ~ Fiumi e torr   | ~ Elementi ic   |
| — cavidotto_at_esterno                | Fiumi principali e secondari | ~ Watercours     | ~ Watercour     |
| — cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | ~ Fiumi principali e se      |                  | Corsi d'acqua   |
| — cavidotti_at_interni                | ~ Watercourse                |                  | ~ Corsi d'ac    |
|                                       |                              |                  | ~ Watercour     |

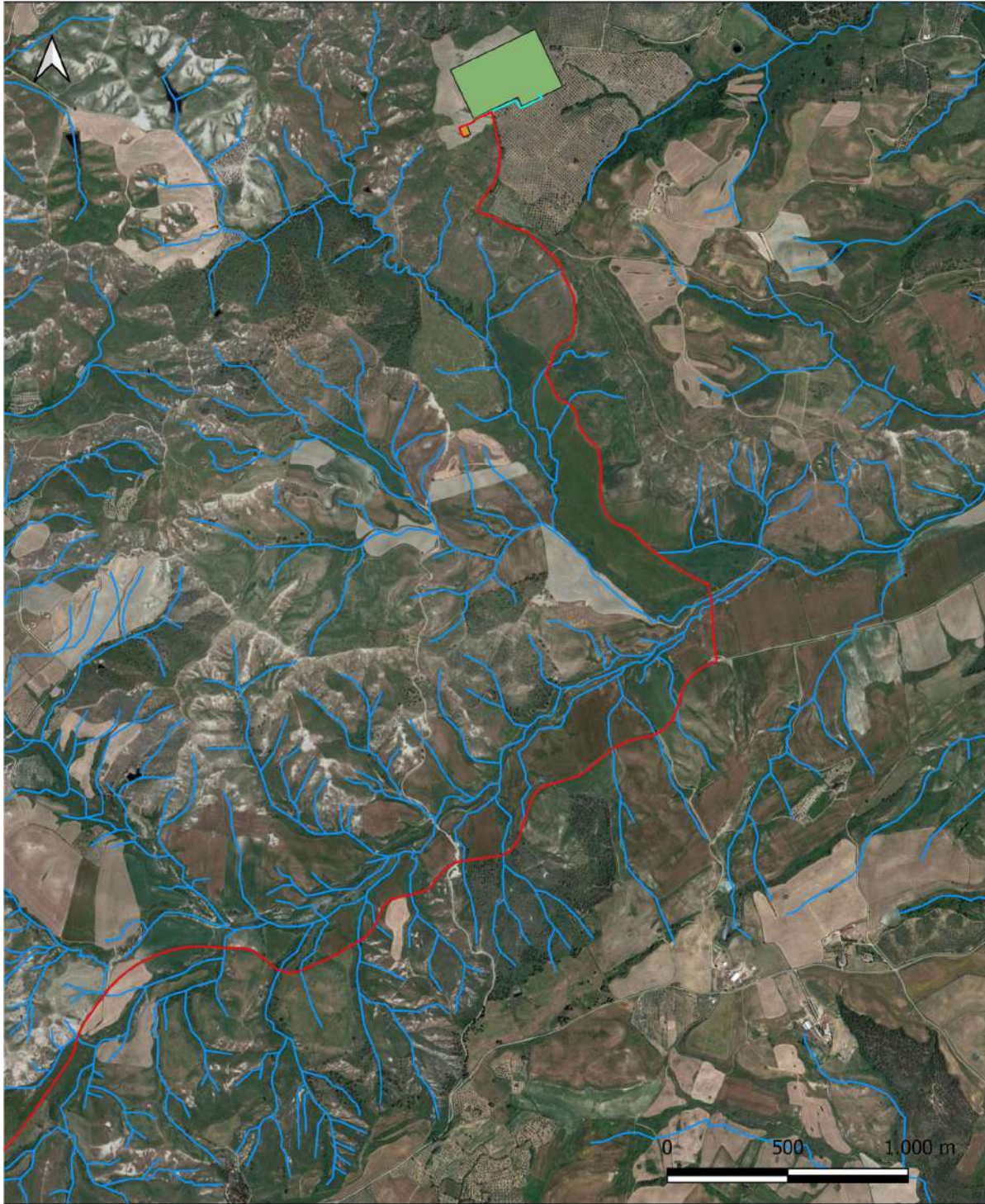


<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>30 di 64</b>

Figura 10.1, Figura 10.2, Figura 10.3). Pertanto, si consiglia di utilizzare, per le interferenze sia con gli impluvi cartografati dalla carta idrogeomorfologica che gli impluvi non cartografati si prevede, dove non sarà possibile realizzare lo scavo in maniera classica, la metodologia della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), che si articola secondo tre fasi operative:

- 1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;
- 2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;
- 3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point.

Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata (Figura 10.4).



LEGENDA

- |                                       |                              |                  |                   |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|
| ● wtg                                 | cabina_utente                | Fiumi e torrenti | Elementi idrici   |
| ■ piazzola_definitiva                 | se cutro                     | ~ Fiumi e torr   | ~ Elementi idrici |
| — cavidotto_at_esterno                | Fiumi principali e secondari | ~ Watercours     | ~ Watercour       |
| — cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | ~ Fiumi principali e se      | ~ Watercourse    | Corsi d'acqua     |
| — cavidotti_at_interni                | ~ Watercourse                |                  | ~ Corsi d'ac      |
|                                       |                              |                  | ~ Watercour       |

Figura 10.1 – ubicazione impianto eolico su stralcio della carta dei corsi d'acqua scala 1:25000

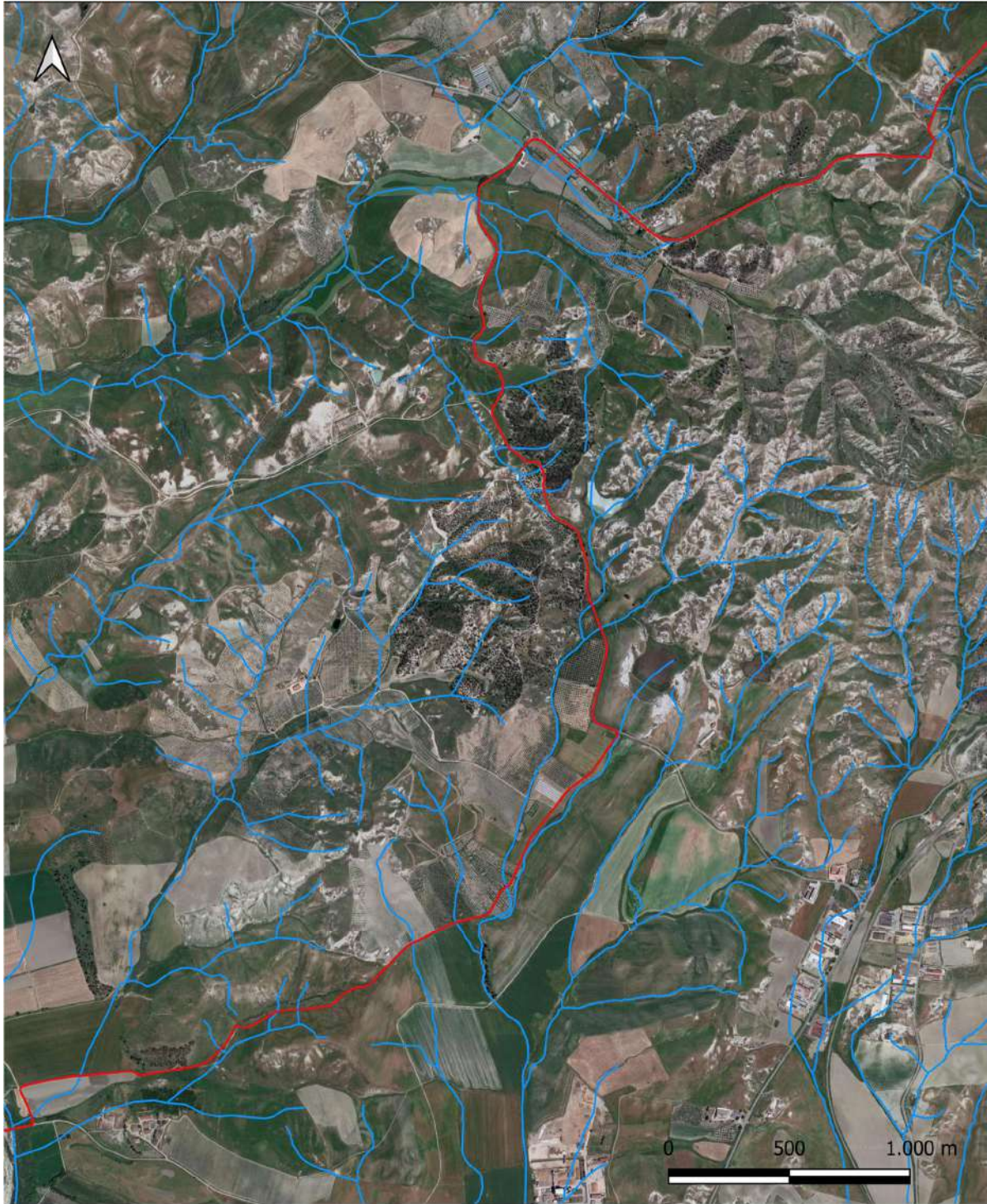


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**32 di 64**



LEGENDA

● wtg	cabina_utente	Fiumi e torrenti	Elementi idrici
■ piazzola_definitiva	se cutro	~ Fiumi e torr	~ Elementi id
— cavidotto_at_esterno	Fiumi principali e secondari	~ Watercours	~ Watercour
— cavidotto_at_cabina_utente-se cutro	~ Fiumi principali e se		Corsi d'acqua
— cavidotti_at_interni	~ Watercourse		~ Corsi d'ac
			~ Watercour

Figura 10.2 – ubicazione impianto eolico su stralcio della carta dei corsi d'acqua scala 1:25000



RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**33 di 64**



LEGENDA

- |                                       |                              |                  |                 |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|
| ● wtg                                 | cabina_utente                | Fiumi e torrenti | Elementi idrici |
| ■ piazzola_definitiva                 | se cutro                     | ~ Fiumi e torr   | ~ Elementi ic   |
| — cavidotto_at_esterno                | Fiumi principali e secondari | ~ Watercours     | ~ Watercour     |
| — cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | ~ Fiumi principali e se      |                  | Corsi d'acqua   |
| — cavidotti_at_interni                | ~ Watercourse                |                  | ~ Corsi d'ac    |
|                                       |                              |                  | ~ Watercour     |

Figura 10.3 – ubicazione impianto eolico su stralcio della carta dei corsi d'acqua scala 1:25000

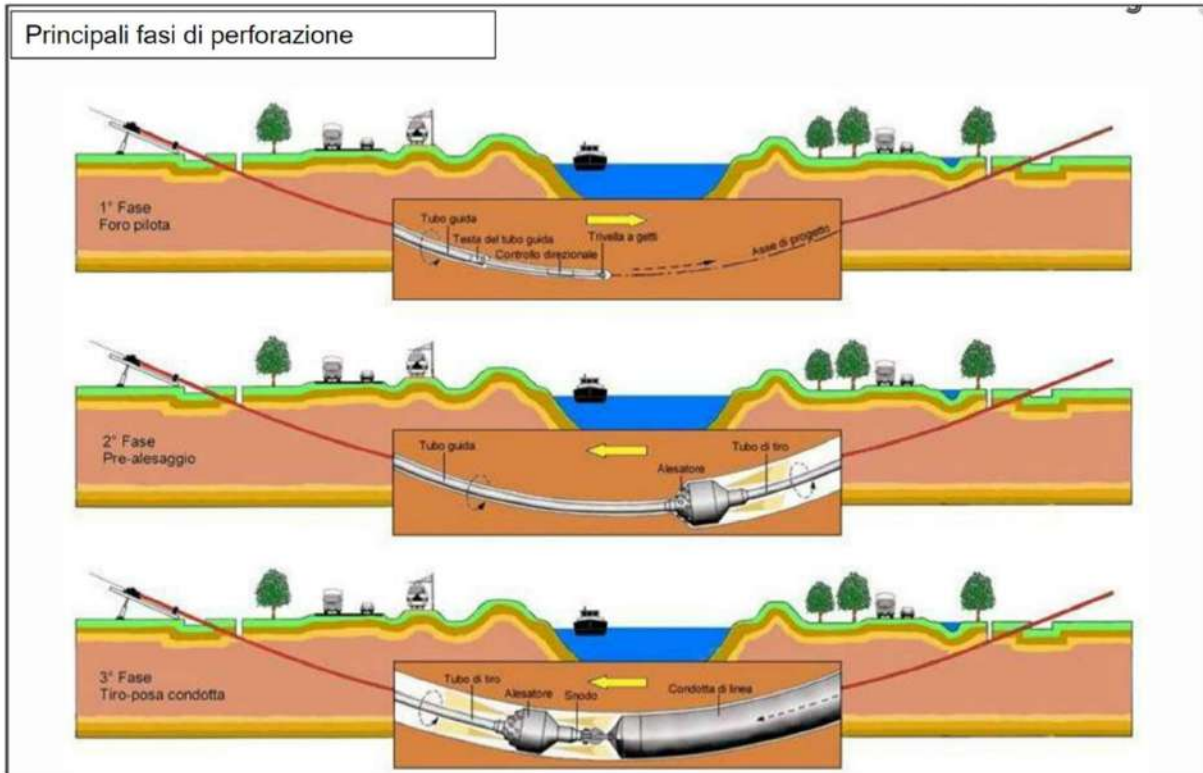


Figura 10.4- Rappresentazione schematica di una TOC



<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>35 di 64</b>

## **11. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DI DETTAGLIO**

I depositi di copertura quaternari ospitano una o più falde idriche, generalmente frazionate su più livelli. Le stratigrafie di numerosi pozzi per acqua esistenti in zona mostrano una successione di terreni sabbiosi-limosi-argillosi, permeabili, con ruolo di acquiferi, interstratificati con livelli limoso-argillosi, a minore permeabilità, con ruolo di acquitardi (strati semipermeabili) o acquicludi (strati impermeabili). La base della circolazione idrica è rappresentata dalle argille impermeabili.

L'acqua può rinvenirsi in condizioni di falda libera anche in livelli idrici più superficiali. Si tratta di un acquifero non uniformemente distribuito, poco produttivo e legato alle variazioni di piovosità stagionali.

Le diverse falde potrebbero essere ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea, perché il particolare tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti determina l'esistenza di soluzioni di continuità tra i depositi permeabili e i depositi relativamente meno permeabili.

Le schede di alcuni pozzi censiti nell'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/1984) individuano la presenza di falde idriche a pochi metri al di sotto del piano campagna. Nelle misure condotte in questi pozzi indicano un livello piezometrico in condizioni statiche che varia tra -13,00 e -14,00 m dal p.c. per pozzi realizzati a circa 14 m s.l.m. (cfr. Allegato 2).

È presumibile che nell'area di installazione dell'impianto eolico possano coesistere più falde: superficiali e più profonde. In fase esecutiva andrà verificata soprattutto la quota di quelle superficiali, al fine di evitare eventuali interazioni nocive con le strutture di fondazione.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>36 di 64</b>

## **12. STABILITÀ DEI VERSANTI**

Dove affiorano i terreni prevalentemente marnosi e argillosi miocenici, e quindi nell'area indagata, è stata rilevata la presenza di frane di varie dimensioni. Si tratta in gran parte di scorrimenti traslazionali quiescenti o inattivi che coinvolgono gli strati più superficiali ed alterati delle successioni marine (Figura 5.1, Figura 5.2, Figura 5.3, Figura 5.4, Figura 5.5).

La gran parte dei movimenti rilevati può essere classificata come quiescente, nel senso che attualmente le frane non sono attive ma che sono ancora potenzialmente riattivabili.

Altri dissesti sono stati classificati come inattivi o naturalmente stabilizzati, nel senso che l'agente morfogenetico che ha provocato il dissesto ha esaurito la propria attività. Queste frane si presentano con una morfologia molto degradata: la zona di alimentazione è di difficile identificazione, la zona di accumulo può anche mancare perché ormai morfologicamente cancellata dall'attività erosiva o dall'attività antropica.

Le aree maggiormente interessate da dissesti gravitativi sono quelle dei versanti prossimi ai centri abitati che rilevano i dissesti attivi e di maggiore dimensione.

Il parco eolico è fuori delle aree a rischio frana perimetrate dal vigente PAI (Figura 5.1, Figura 5.2, Figura 5.3, Figura 5.4, Figura 5.5). Inoltre dai sopralluoghi eseguiti non sono stati individuati segni di instabilità morfologiche di recente attivazione.

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>37 di 64</b>

### **13. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

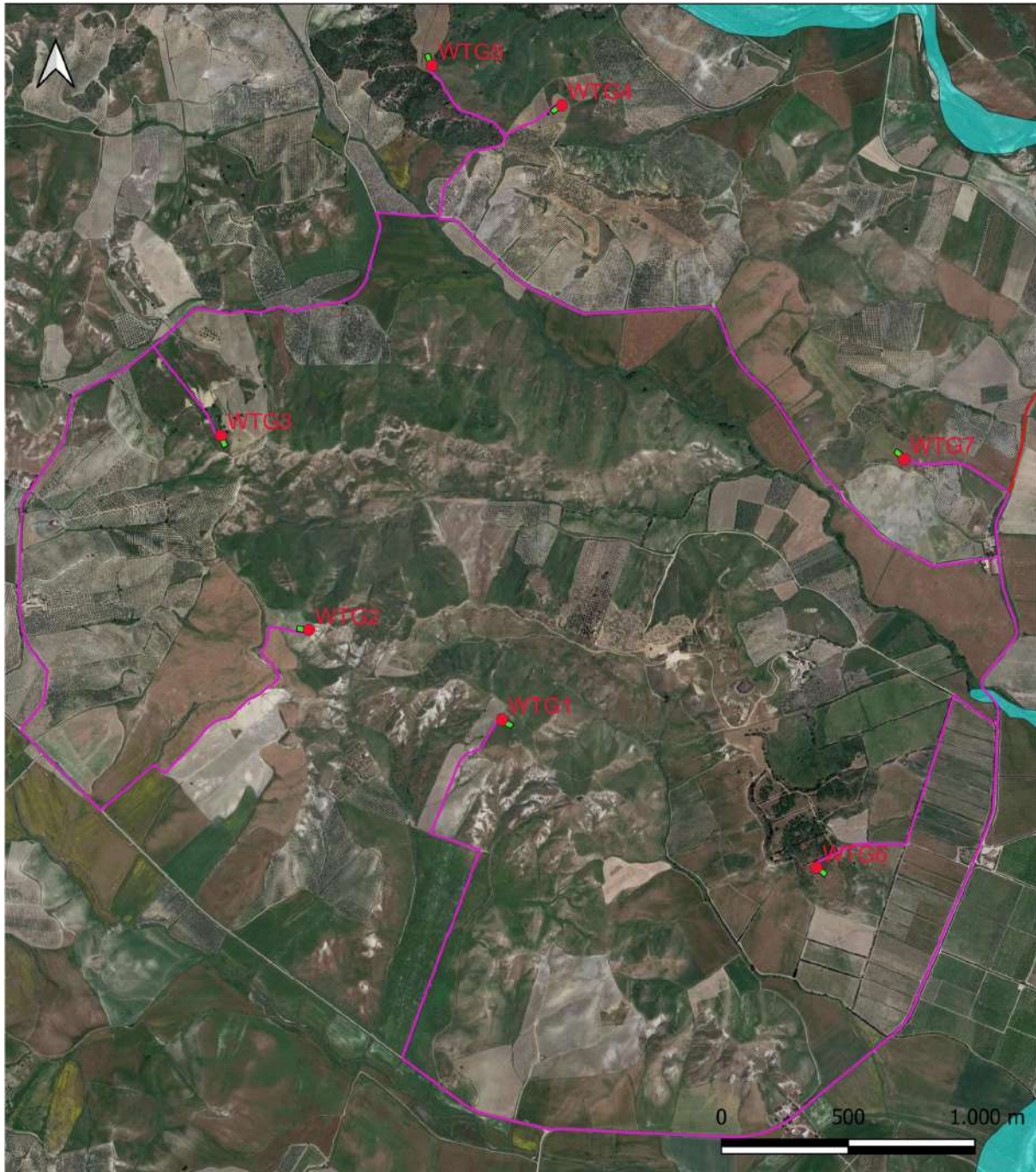
---

Sulla cartografia ufficiale è stato sovrapposto il parco eolico alle delimitazioni delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico del PAI redatto dall'Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Meridionale – sede Calabria.

Da questa sovrapposizione risulta evidente che nessuno degli aerogeneratori, della sottostazione e del cavidotto in progetto ricadono all'interno delle aree delimitate a rischio idrogeologico secondo la delimitazione del PAI (Figura 13.1, Figura 13.2, Figura 13.3, Figura 13.4).

Solo due piccoli tratti di cavidotto intersecano aree perimetrare come "Aree attenzione PAI AGG. 2022 (Figura 13.1, Figura 13.2, Figura 13.3, Figura 13.4).

Diversamente, dalla sovrapposizione del parco eolico con le mappe di pericolosità e del rischio di alluvione (PGRA) è evidente che grandi porzioni del cavidotto ricadono in aree ad alta, media e bassa pericolosità idraulica (Figura 13.5, Figura 13.6, Figura 13.7, Figura 13.8).



LEGENDA

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| ● wtg                                 | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/punti_attenzione_UTM_point_point.shp      |
| ■ piazzola_definitiva                 | ● PUNTO ATTENZIONE   |
| — cavidotto_at_esterno                | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/zone_attenzione_UTM_polyline_polyline.shp |
| — cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | — ZONA ATTENZIONE  |
| — cavidotti_at_interni                | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/aree_attenzione_UTM_region_region.shp     |
| ■ cabina_utente                       | ■ Aree attenzione PAI 2001   |
| ■ se cutro                            | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/aree_rischio_UTM_region_region.shp        |
|                                       | ■ R1   |
|                                       | ■ R2   |
|                                       | ■ R3   |
|                                       | ■ R4   |

Figura 13.1 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PAI Calabria scala 1:25000





LEGENDA

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| ● wtg                                 | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/punti_attenzione_UTM_point_point.shp      |
| ■ piazzola_definitiva                 | ● PUNTO ATTENZIONE   |
| — cavidotto_at_esterno                | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/zone_attenzione_UTM_polyline_polyline.shp |
| — cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | — ZONA ATTENZIONE  |
| — cavidotti_at_interni                | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/aree_attenzione_UTM_region_region.shp     |
| ■ cabina_utente                       | ■ Aree attenzione PAI 2001   |
| ■ se cutro                            | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/aree_rischio_UTM_region_region.shp        |
|                                       | ■ R1   |
|                                       | ■ R2   |
|                                       | ■ R3   |
|                                       | ■ R4   |

Figura 13.2 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PAI Calabria scala 1:25000

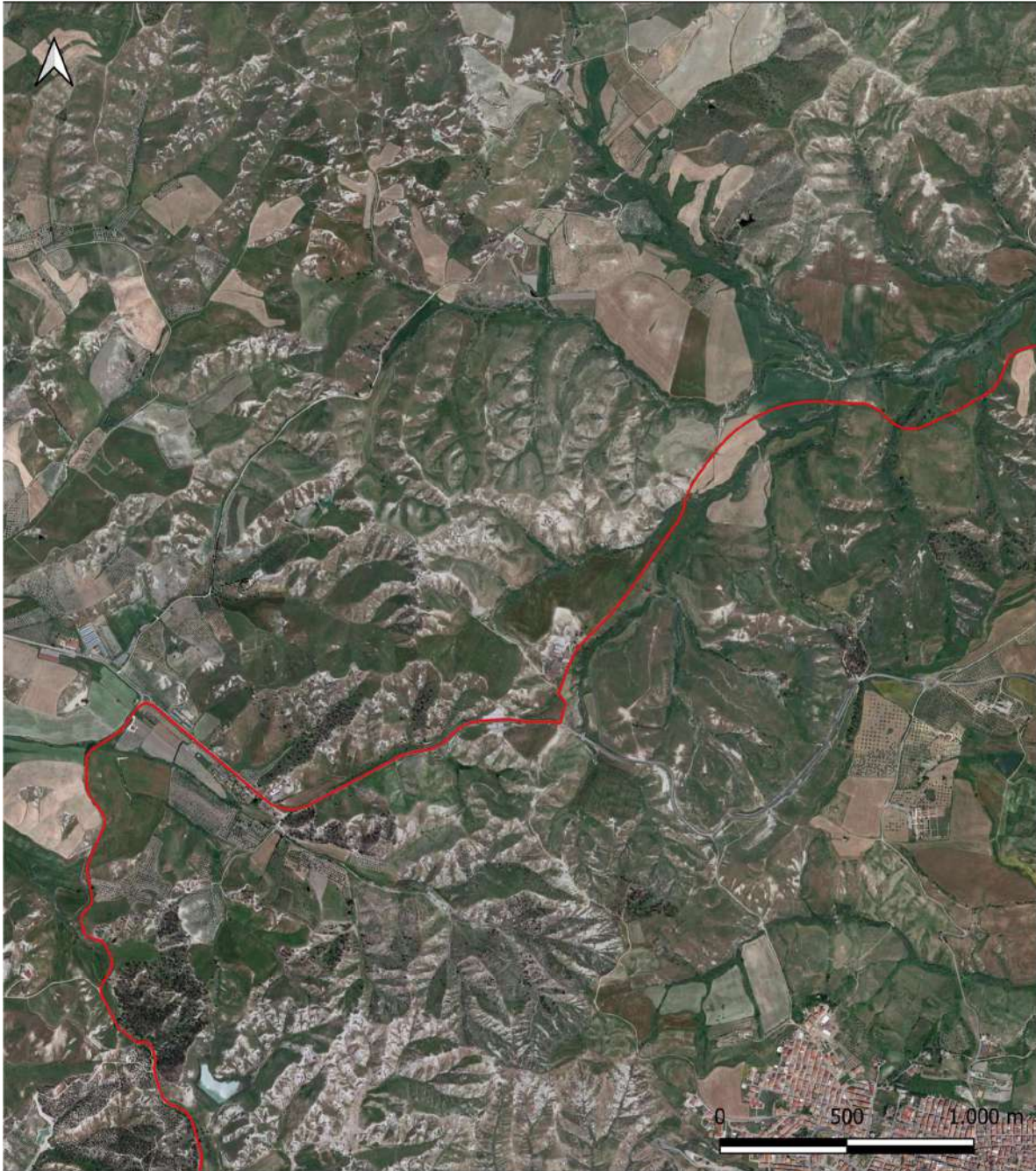


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**40 di 64**

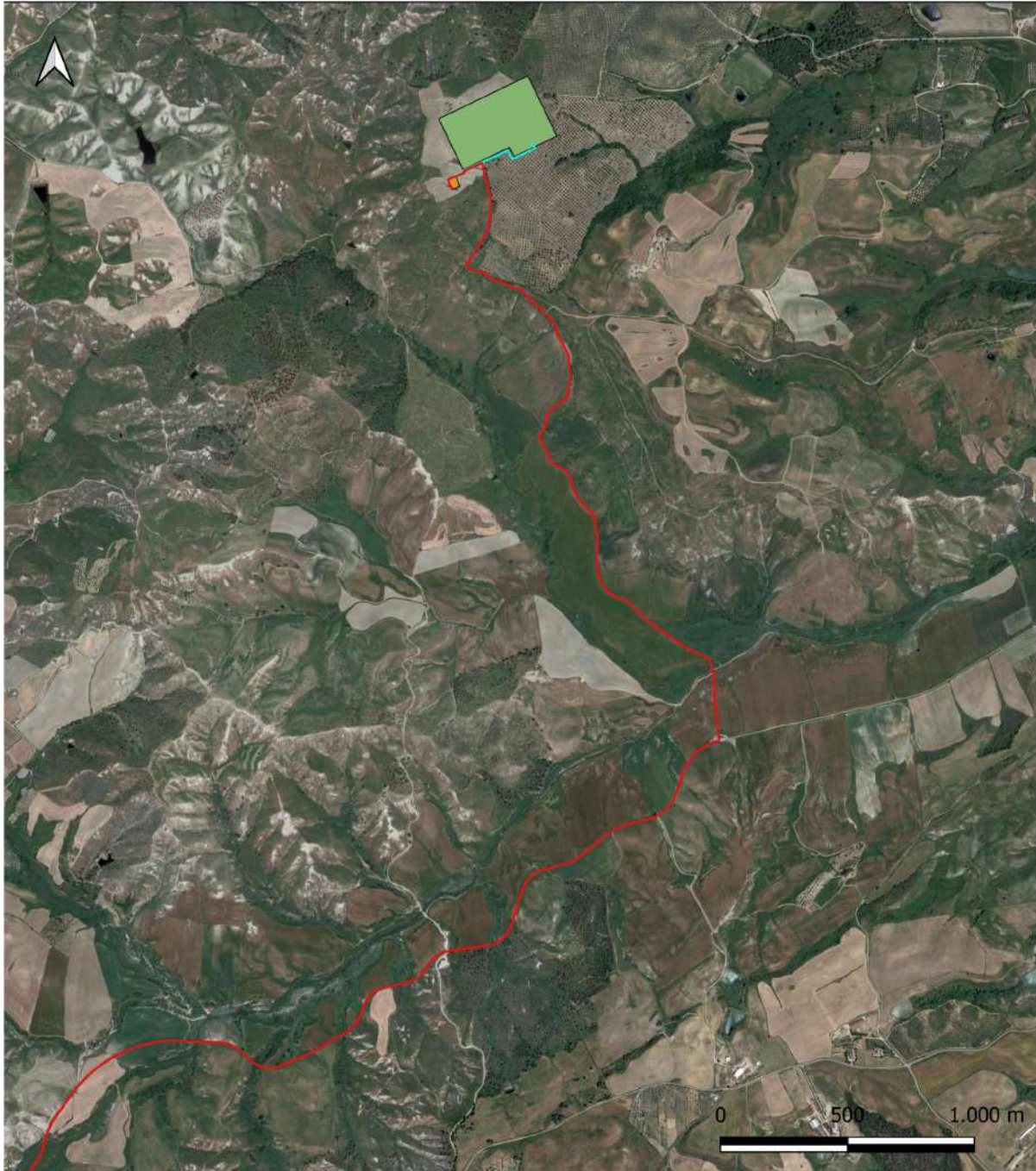


LEGENDA

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| ● wtg                                 | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/punti_attenzione_UTM_point_point.shp      |
| ■ piazzola_definitiva                 | ● PUNTO ATTENZIONE   |
| — cavidotto_at_esterno                | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/zone_attenzione_UTM_polyline_polyline.shp |
| — cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | — ZONA ATTENZIONE  |
| — cavidotti_at_interni                | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/aree_attenzione_UTM_region_region.shp     |
| ■ cabina_utente                       | ■ Aree attenzione PAI 2001   |
| ■ se cutro                            | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/aree_rischio_UTM_region_region.shp        |
|                                       | ■ R1   |
|                                       | ■ R2   |
|                                       | ■ R3   |
|                                       | ■ R4   |

Figura 13.3 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PAI Calabria scala 1:25000





LEGENDA

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| ● wtg                                 | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/punti_attenzione_UTM_point_point.shp      |
| ■ piazzola_definitiva                 | ● PUNTO ATTENZIONE   |
| — cavidotto_at_esterno                | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/zone_attenzione_UTM_polyline_polyline.shp |
| — cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | — ZONA ATTENZIONE  |
| — cavidotti_at_interni                | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/aree_attenzione_UTM_region_region.shp     |
| ■ cabina_utente                       | ■ Aree attenzione PAI 2001   |
| ■ se cutro                            | PAI_agg. 2022 Calabria — PAI_agg. 2022/aree_rischio_UTM_region_region.shp        |
|                                       | ■ R1   |
|                                       | ■ R2   |
|                                       | ■ R3   |
|                                       | ■ R4   |

Figura 13.4 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PAI Calabria scala 1:25000





LEGENDA

- |   |  |
|---|--|
| <span style="color: red;">●</span> wtg                                  | <span style="color: green;">■</span> se cutro                          |
| <span style="color: green;">■</span> piazzola_definitiva                | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - LPH |
| <span style="color: red;">—</span> cavidotto_at_esterno                 | <span style="color: cyan;">■</span> LPH Estensione ITF                 |
| <span style="color: cyan;">—</span> cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - MPH |
| <span style="color: magenta;">—</span> cavidotti_at_interni             | <span style="color: blue;">■</span> MPH Estensione ITF                 |
| <span style="color: orange;">■</span> cabina_utente                     | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - HPH |
|   | <span style="color: darkblue;">■</span> HPH Estensione ITF             |

Figura 13.5- ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PGRA scala 1:25000





LEGENDA

- |   |  |
|---|--|
| <span style="color: red;">●</span> wtg  | <span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> se cutro           |
| <span style="border: 2px solid green; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> piazzola_definitiva                      | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - LPH   |
| <span style="border-bottom: 2px solid red; display: inline-block; width: 20px;"></span> cavidotto_at_esterno                              | <span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> LPH Estensione ITF |
| <span style="border-bottom: 2px solid cyan; display: inline-block; width: 20px;"></span> cavidotto_at_cabina_utente-se cutro              | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - MPH   |
| <span style="border-bottom: 2px solid purple; display: inline-block; width: 20px;"></span> cavidotti_at_interni                           | <span style="background-color: #0000FF; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> MPH Estensione ITF |
| <span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> cabina_utente | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - HPH   |
|   | <span style="background-color: #000080; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> HPH Estensione ITF |

Figura 13.6 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PGRA scala 1:25000

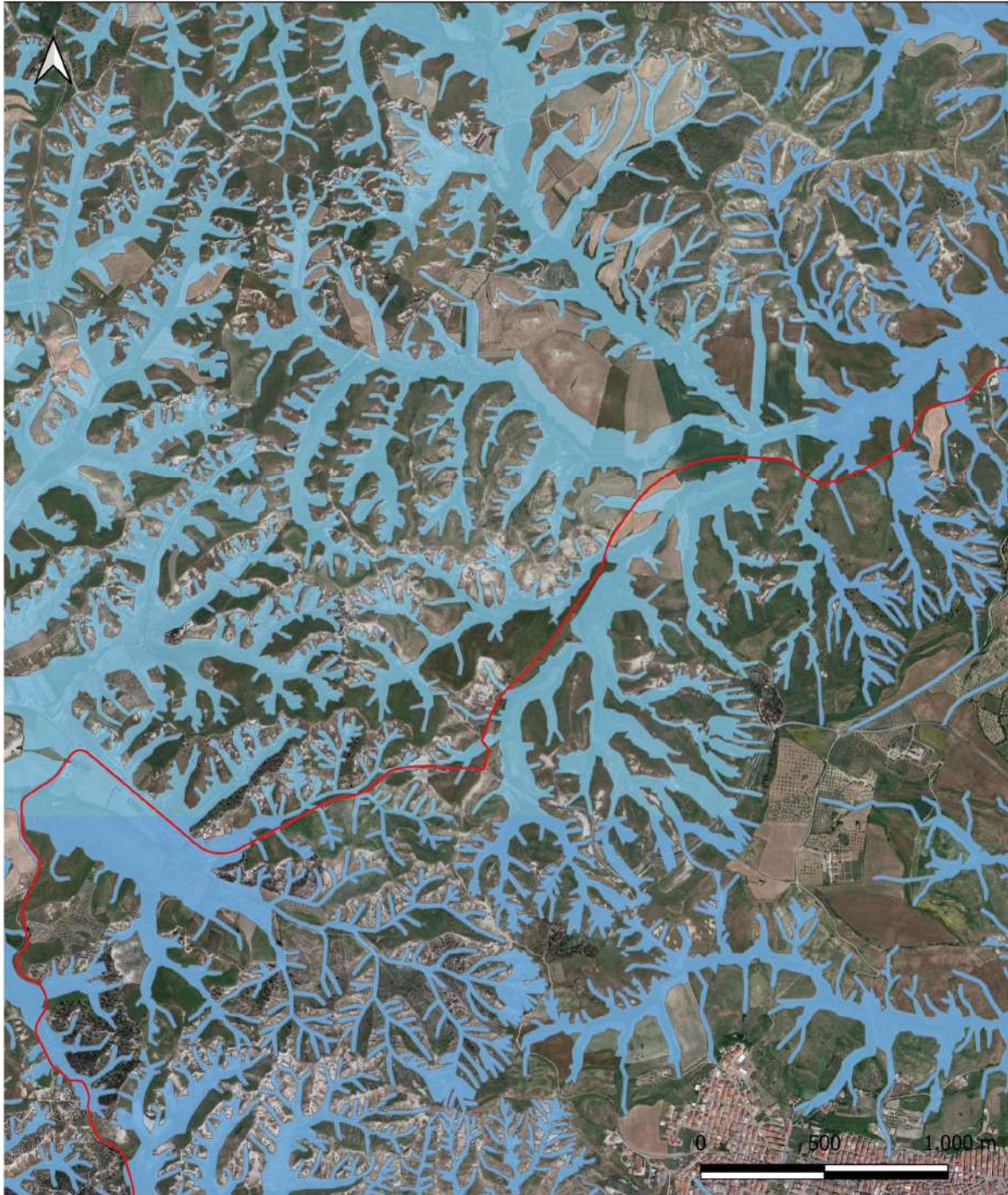


RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**44 di 64**



LEGENDA

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| ● wtg                                 | ■ se cutro   |
| ■ piazzola_definitiva                 | ■ Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - LPH |
| ■ cavidotto_at_esterno                | ■ LPH Estensione ITF   |
| ■ cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | ■ Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - MPH |
| ■ cavidotti_at_interni                | ■ MPH Estensione ITF   |
| ■ cabina_utente                       | ■ Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - HPH |
|                                       | ■ HPH Estensione ITF   |

Figura 13.7 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PGRA scala 1:25000





LEGENDA

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| ● wtg                                 | ■ se cutro   |
| ■ piazzola_definitiva                 | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - LPH |
| — cavidotto_at_esterno                | ■ LPH Estensione ITF   |
| — cavidotto_at_cabina_utente-se cutro | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - MPH |
| — cavidotti_at_interni                | ■ MPH Estensione ITF   |
| ■ cabina_utente                       | Distretto Appennino Meridionale (ITF2018) - Alluvioni Estensione - HPH |
|                                       | ■ HPH Estensione ITF   |

Figura 13.8 - ubicazione impianto eolico su stralcio carta Calabria rischio alluvioni del PGRA scala 1:25000

## 14. CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Nell'ambito dello studio geologico per la progettazione in fase definitiva di un impianto eolico in agro di Mesoraca (KR) sono state eseguite n. 7 indagini sismiche con la tecnica sia della rifrazione che della MASW (Figura 14.1 e allegato 1).

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito sono state eseguite indagini di sismica superficiale caratterizzata dalla combinazione tra la tecnica di sismica a rifrazione con onde di volume longitudinali (o onde P) e il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW che permette di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali.

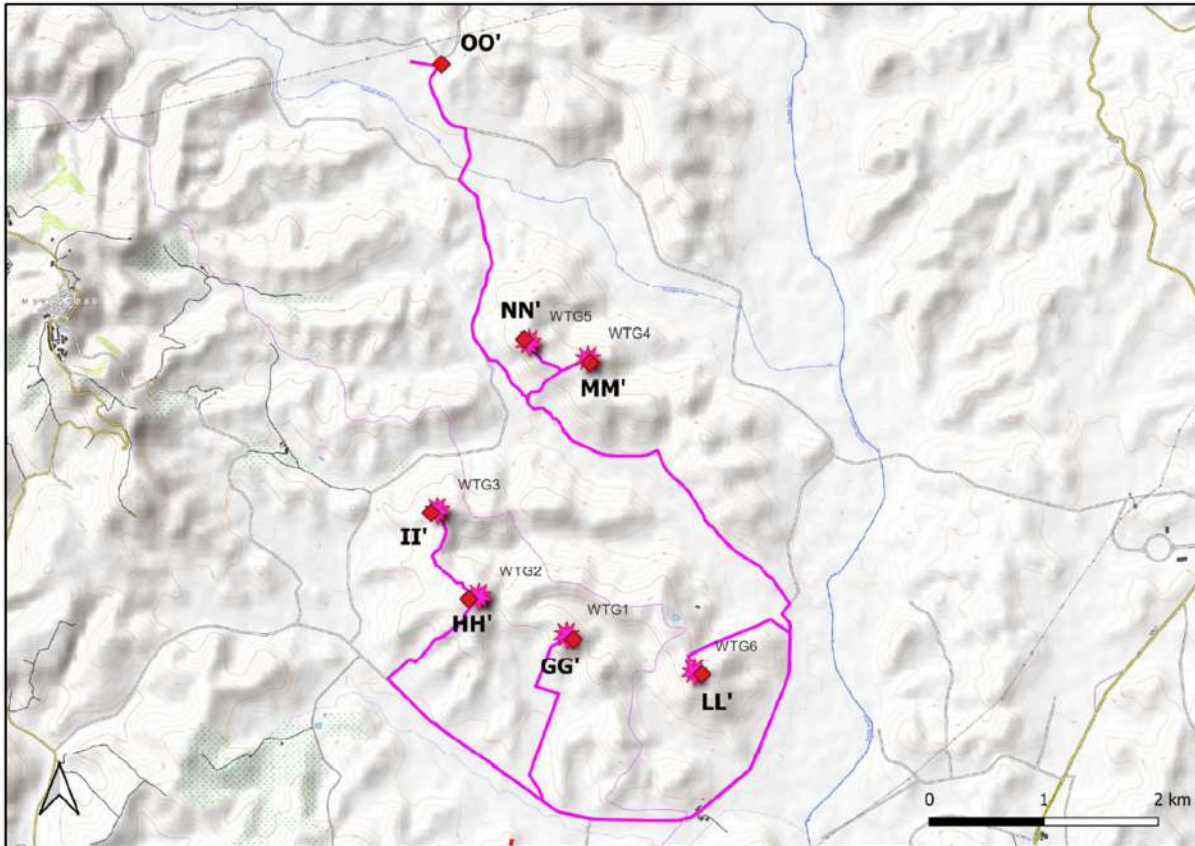


Figura 14.1 - Corografia delle prospezioni geofisiche



## 15. RISULTATI INDAGINI GEOFISICHE

### 15.1. Acquisizioni sismiche a rifrazione e MASW

Le indagini in loco sono consistite nelle seguenti acquisizioni:

- realizzazione di n. 6 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigle: GG', HH', II', LL', MM', NN', allegato 1) con interpretazione tomografica dei dati di velocità delle onde P;
- esecuzione di n. 6 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sulla stessa traccia dei rilievi sismici a rifrazione (sigle: GG', HH', II', LL', MM', NN', allegato 1), al fine di ottenere i profili verticali delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica degli allineamenti.

Gli stendimenti sismici sono stati posizionati in relazione all'ubicazione delle pale eoliche ed alla sottostazione di servizio.

Le informazioni di correlazione sono riportate nella seguente Tabella 15.1:

**Tabella 15.1 – ubicazione stendimenti sismici**

WTG	Sigla Stendimento sismico	Lunghezza stendimento (m)
WTG 1	GG'	24
WTG 2	HH'	24
WTG 3	NN'	24
WTG 4	MM'	24
WTG 5	II'	24
WTG 6	LL'	24

### 15.2. Indagine sismica a rifrazione

Con le n. 6 sismiche a rifrazione è stato possibile individuare i rifrattori presenti nei terreni esaminati, individuando i tempi dei primi arrivi delle onde P prodotte da una massa battente di 10 kg su di una piastra in lega d'alluminio. L'elaborazione tomografica dei segnali rifratti ha permesso di investigare il terreno fino a circa 12-13 m dal p.c.

#### 15.2.1. Modello sismico GG'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P (Figura 15.1).

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di circa 1 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il sismostrato B invece, è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1500 m/s, che crescono in modo continuo fino a raggiungere una profondità di circa 5 metri dal piano campagna. Il sismostrato C infine, è caratterizzato da valori di velocità delle onde P che aumentano gradualmente con la profondità fino a raggiungere la profondità investigata di circa 13 m dal p.c.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B e C, sono riferibili ad argille il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

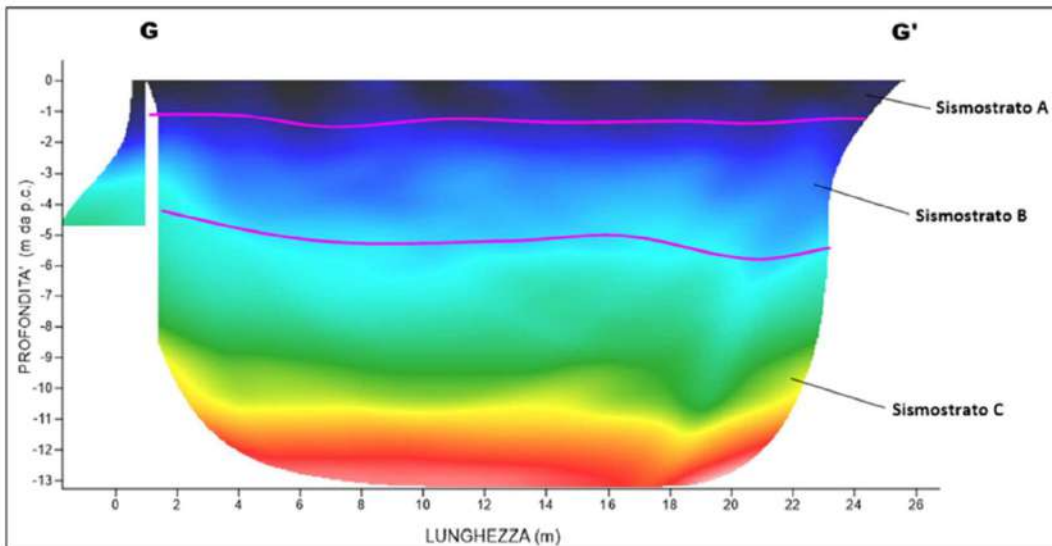


Figura 15.1 - Ubicazione dello stendimento sismico GG' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica

### 15.2.2. Modello sismico HH'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P (Figura 15.2).

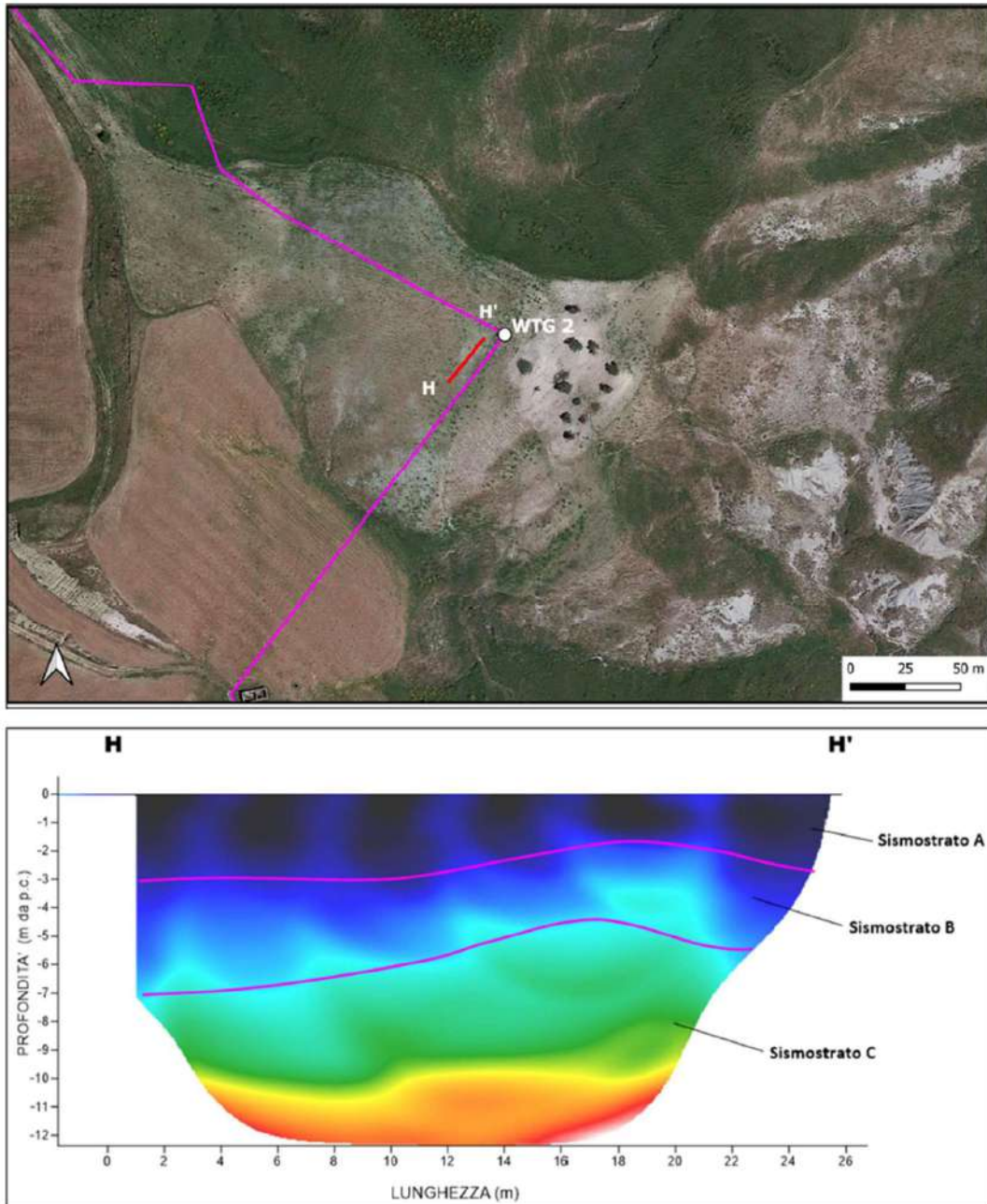
Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di circa 3 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il sismostrato B invece, è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1500 m/s, che crescono in modo continuo fino a raggiungere una profondità di circa 6/7 metri dal piano campagna. Il sismostrato C infine,

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>49 di 64</b>

è caratterizzato da valori di velocità delle onde P che aumentano gradualmente con la profondità fino a raggiungere la profondità investigata di circa 12 m dal p.c.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B e C, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.



**Figura 15.2 - Ubicazione dello stendimento sismico HH' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica**

### 15.2.3. Modello sismico II'

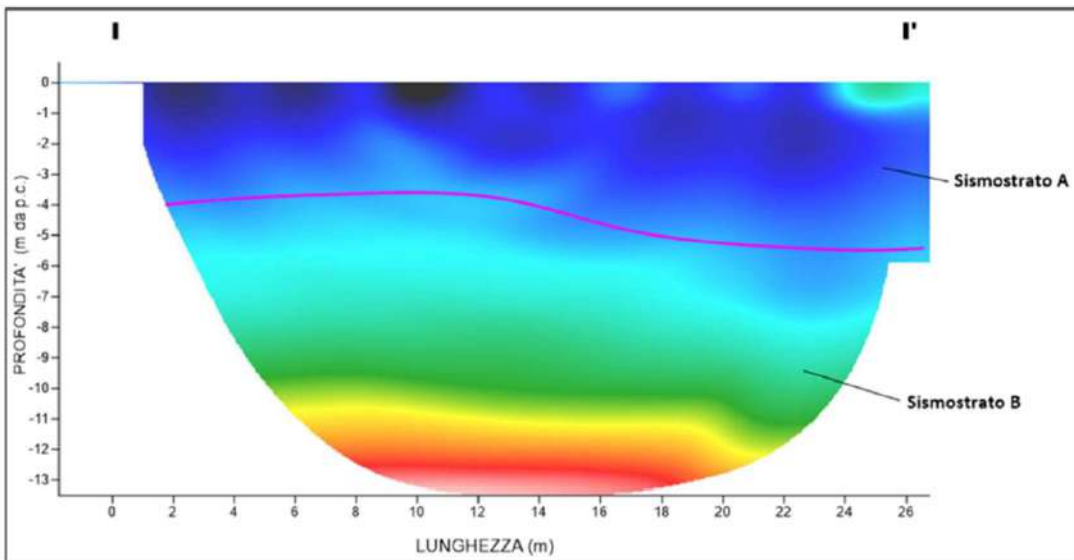
Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P (Figura 15.3).



<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>50 di 64</b>

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di 4/5 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il secondo sismostrato invece, è caratterizzato da un incremento delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 1500 m/s alle profondità indagate, ossia circa 12 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.



**Figura 15.3 - Ubicazione dello stendimento sismico I-I' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica**



<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>51 di 64</b>

#### 15.2.4. Modello sismico LL'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P (Figura 15.4).

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di circa 1 metro, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il sismostrato B invece, è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1500 m/s, che crescono in modo continuo fino a raggiungere una profondità di circa 7/9 metri dal piano campagna. Il sismostrato C infine, è caratterizzato da valori di velocità delle onde P che aumentano gradualmente con la profondità fino a raggiungere la profondità investigata di circa 13 m dal p.c.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B e C, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

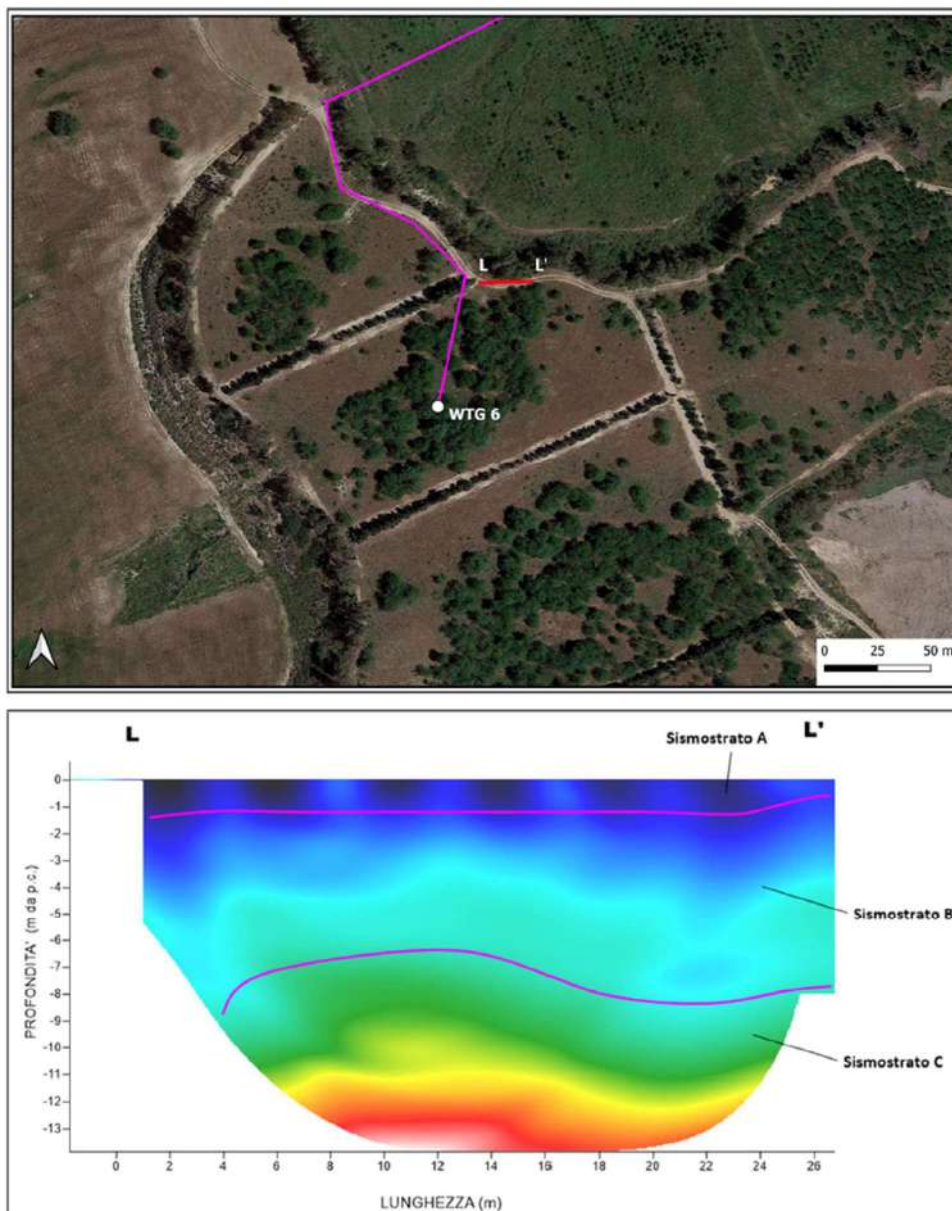


Figura 15.4 – Ubicazione dello stendimento sismico LL' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica

### 15.2.5. Modello sismico MM'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 2 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P (Figura 15.5).

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di 2 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il secondo sismostrato invece, è caratterizzato da un incremento delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 1750 m/s alle profondità indagate, ossia circa 11 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

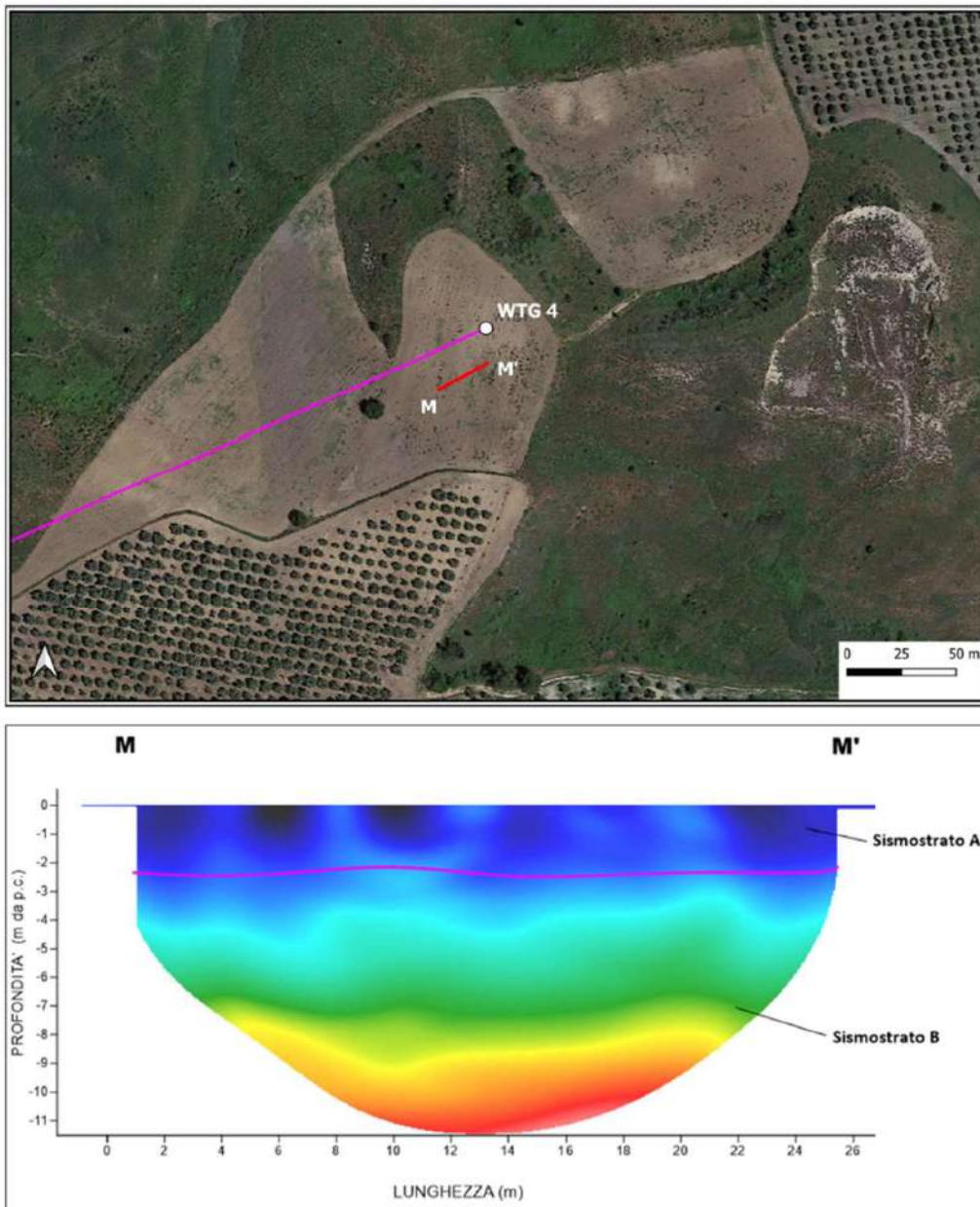


Figura 15.5 - Ubicazione dello stendimento sismico MM' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>53 di 64</b>

### 15.2.6. Modello sismico NN'

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di 3 sismostrati con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P (Figura 15.6).

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di circa 4 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il sismostrato B invece, è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1500 m/s, che crescono in modo continuo fino a raggiungere una profondità di circa 10 metri dal piano campagna. Il sismostrato C infine, è caratterizzato da valori di velocità delle onde P che aumentano gradualmente con la profondità fino a raggiungere la profondità investigata di circa 16 m dal p.c.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B e C, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

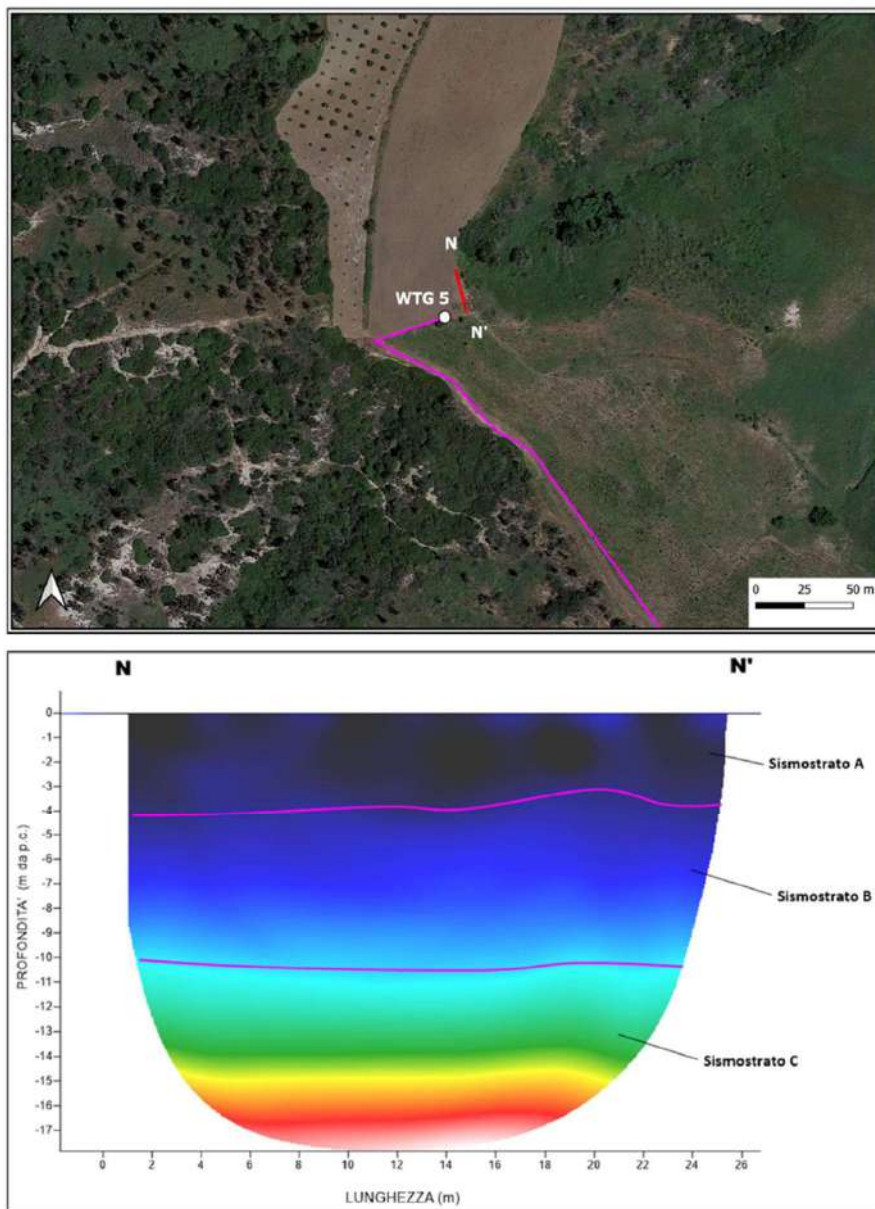


Figura 15.6 - Ubicazione dello stendimento sismico NN' su ortofoto e Interpretazione sezione tomografica



### 15.3. Indagine sismica M.A.S.W.

Attraverso l'indagine MASW è stato possibile ricostruire la colonna di velocità di taglio (onde S) e determinare il parametro  $V_{seq}$  secondo la normativa vigente (cfr. relazione geotecnica).

#### 15.3.1. Misura GG'

L'indagine MASW eseguita lungo il profilo GG' ha permesso di ricostruire il seguente profilo delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) con la profondità che si mostra in progressivo aumento nel sottosuolo:

**Tabella 15.2 - profilo delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) misura AA'**

n.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	189
2	3.00	315
3	3.00	347
4	4.00	402
5	4.00	487
6	5.00	523
7	5.00	632
8	6.00	789

$$V_{seq} = 431,93 \text{ m/s}$$

#### 15.3.2. Misura HH'

L'indagine MASW eseguita lungo il profilo HH' ha permesso di ricostruire il seguente profilo delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) con la profondità che si mostra in progressivo aumento nel sottosuolo:

**Tabella 15.3 - profilo delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) misura BB'**

n.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	205
2	3.00	255
3	3.00	284
4	4.00	363
5	4.00	488
6	5.00	589
7	5.00	695
8	6.00	856

$$V_{seq} = 388,16 \text{ m/s}$$

#### 15.3.3. Misura II'

L'indagine MASW eseguita lungo il profilo II' ha permesso di ricostruire il seguente profilo delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) con la profondità che si mostra in progressivo aumento nel sottosuolo:

**Tabella 15.4 - profilo delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) misura CC'**

n.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	286
2	3.00	320
3	3.00	358
4	4.00	405
5	4.00	512
6	5.00	655

$$V_{seq} = 457,89 \text{ m/s}$$

#### 15.3.4. Misura LL'

L'indagine MASW eseguita lungo il profilo LL' ha permesso di ricostruire il seguente profilo delle velocità delle onde S (Vs) con la profondità che si mostra in progressivo aumento nel sottosuolo:

**Tabella 15.5 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura DD'**

n.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	205
2	3.00	258
3	3.00	389
4	4.00	415
5	4.00	478
6	5.00	625
7	5.00	741
8	6.00	845

$$V_{s_{eq}} = 420,37 \text{ m/s}$$

#### 15.3.5. Misura MM'

L'indagine MASW eseguita lungo il profilo MM' ha permesso di ricostruire il seguente profilo delle velocità delle onde S (Vs) con la profondità che si mostra in progressivo aumento nel sottosuolo:

**Tabella 15.6 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura EE'**

n.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	242
2	3.00	255
3	3.00	340
4	4.00	352
5	4.00	412
6	5.00	501
7	5.00	639
8	6.00	811

$$V_{s_{eq}} = 383,88 \text{ m/s}$$

#### 15.3.6. Misura NN'

L'indagine MASW eseguita lungo il profilo NN' ha permesso di ricostruire il seguente profilo delle velocità delle onde S (Vs) con la profondità che si mostra in progressivo aumento nel sottosuolo:

**Tabella 15.7 - profilo delle velocità delle onde S (Vs) misura FF'**

n.	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2.00	335
2	3.00	344
3	3.00	384
4	4.00	429
5	4.00	497
6	5.00	566
7	5.00	601
8	6.00	623

$$V_{s_{eq}} = 472,81 \text{ m/s}$$

## 16. INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA SCHEMATICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

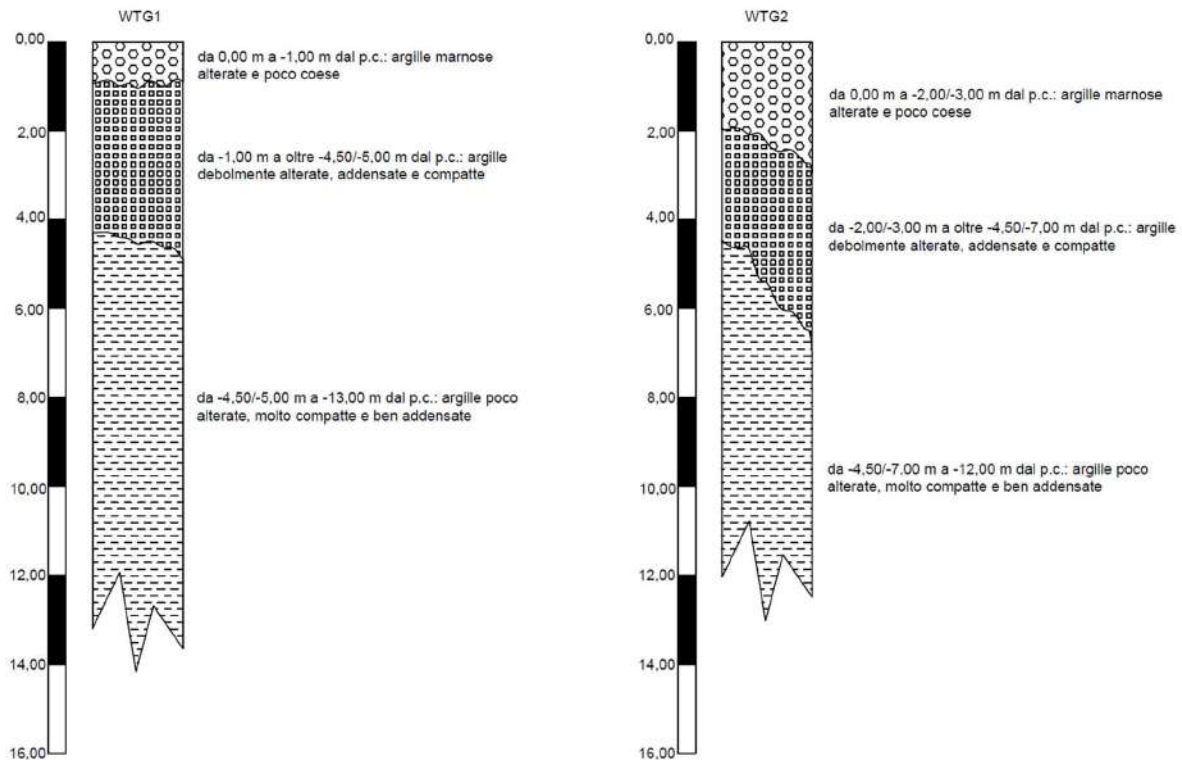
Si riportano di seguito le stratigrafie dei terreni in studio ricavate dall'interpolazione dei dati ottenuti sia dalla campagna geognostica, sia dalla cartografia ufficiale che dal rilevamento geologico di dettaglio eseguito in una fase preliminare alla campagna di indagini.

Colonna stratigrafica schematica relativa al WTG1 (Figura 16.1):

- da 0,00 m a -1,00 m dal p.c.: argille marnose alterate e poco coese;
- da -1,00 m a oltre -4,50/-5,00 m dal p.c.: argille debolmente alterate, addensate e compatte;
- da -4,50/-5,00 m a -13,00 m dal p.c.: argille poco alterate, molto compatte e ben addensate.

Colonna stratigrafica schematica relativa al WTG2 (Figura 16.1):

- da 0,00 m a -2,00/-3,00 m dal p.c.: argille marnose alterate e poco coese;
- da -2,00/-3,00 a oltre -4,50/-7,00 m dal p.c.: argille debolmente alterate, addensate e compatte;
- da -4,50/-7,00 m a -12,00 m dal p.c.: argille poco alterate, molto compatte e ben addensate.



**Figura 16.1 - Colonne stratigrafiche schematiche relative ai WTG1 e WTG2**

Colonna stratigrafica schematica relativa al WTG3 (Figura 16.2):

- da 0,00 m a -3,00/-4,00 m dal p.c.: argille marnose alterate e poco coese;
- da -3,00/-4,00 m a oltre -10,00 m dal p.c.: argille debolmente alterate, addensate e compatte;
- da -10,00 m a -17,00 m dal p.c.: argille poco alterate, molto compatte e ben addensate.

Colonna stratigrafica schematica relativa al WTG4 (Figura 16.2):



RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**57 di 64**

- da 0,00 m a -2,50 m dal p.c.: argille marnose alterate e poco coese;
- da -2,50 m a oltre -11,00 m dal p.c.: argille debolmente alterate, addensate e compatte.

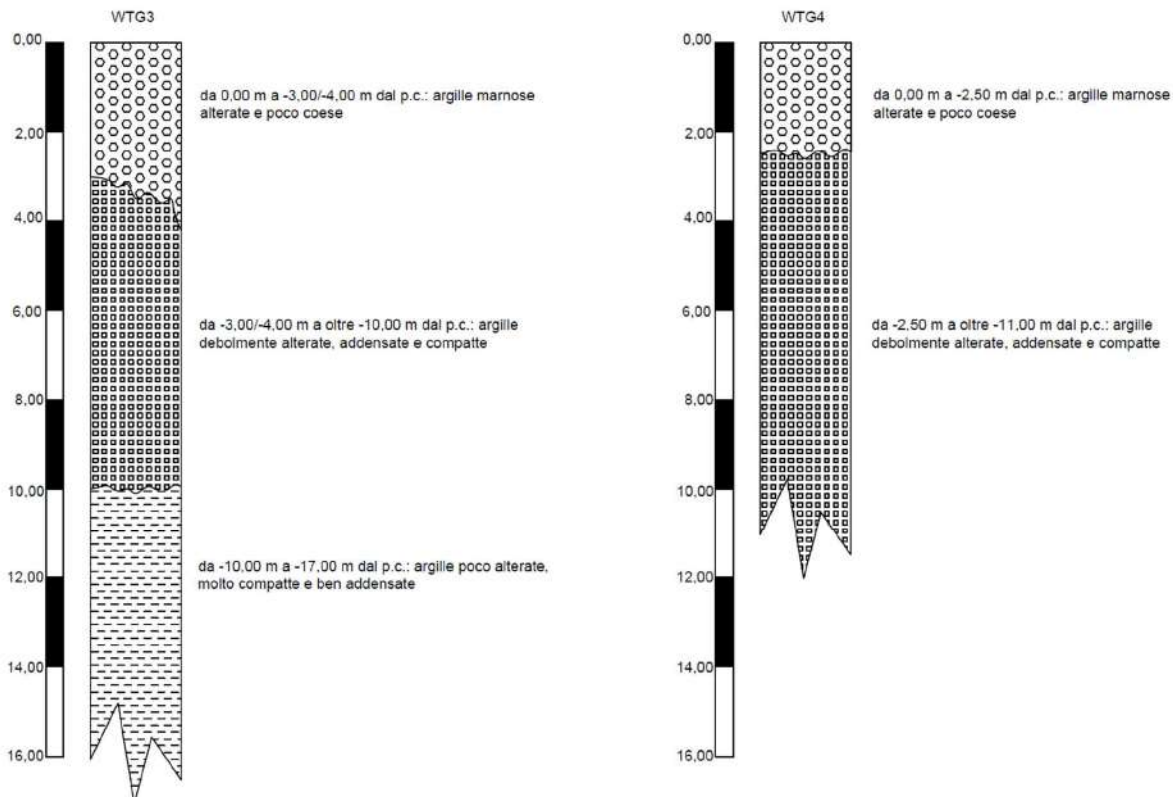


Figura 16.2 - Colonne stratigrafiche schematiche relative ai WTG3 e WTG4

Colonna stratigrafica schematica relativa al WTG5 (Figura 16.3):

- da 0,00 m a -4,00/-5,50 m dal p.c.: argille marnose alterate e poco coese;
- da -4,00/-5,50 m a oltre -13,00 m dal p.c.: argille debolmente alterate, addensate e compatte.

Colonna stratigrafica schematica relativa al WTG6 (Figura 16.3):

- da 0,00 m a -0,50/-1,50 m dal p.c.: argille marnose alterate e poco coese;
- da -0,50/-1,50 m a oltre -6,50/-8,50 m dal p.c.: argille debolmente alterate, addensate e compatte;
- da -6,50/-8,50 m a -13,00 m dal p.c.: argille poco alterate, molto compatte e ben addensate.

RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
Ottobre 2023

Pagina  
58 di 64

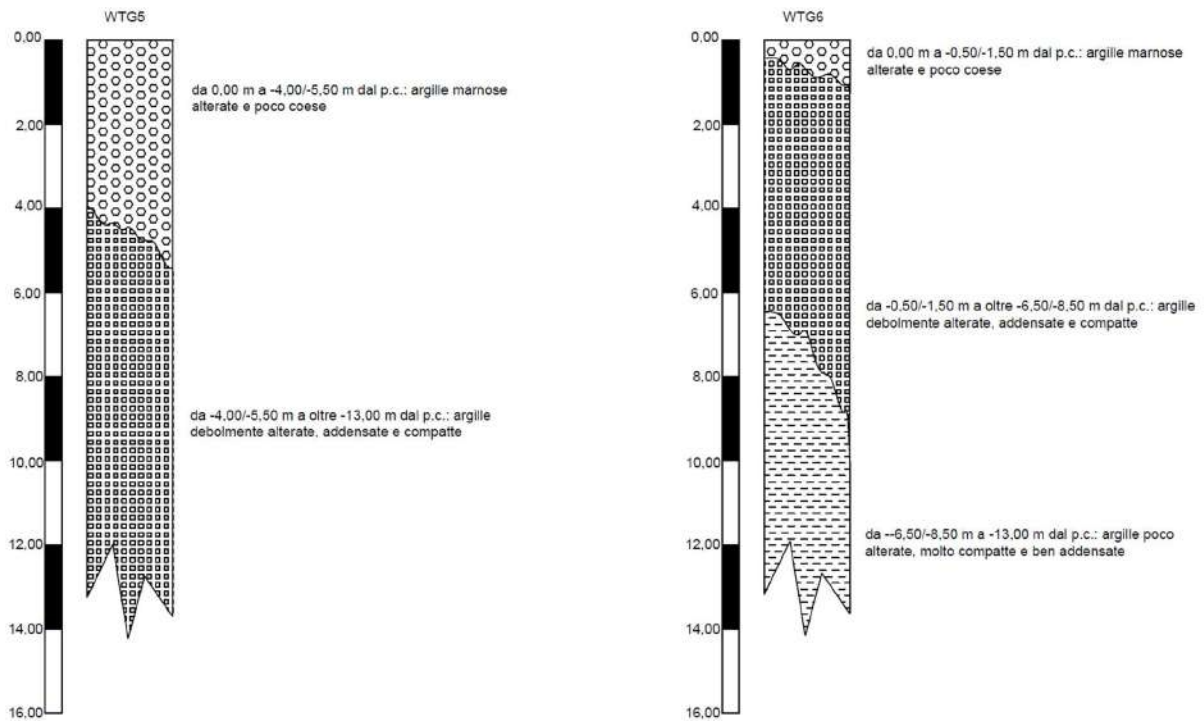


Figura 16.3 - Colonne stratigrafiche schematiche relative ai WTG5 e WTG6

## 17. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

La zonazione sismica nazionale è stata definita con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274/2003 primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” (Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003). In questa, il territorio italiano è stato classificato in quattro zone di rischio.

L'O.P.C.M. n. 3274/2003 è stata a sua volta aggiornata con l'O.P.C.M. n. 3519/2006 che ha classificato la zonazione sismica 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 (Tabella 17.1, Tabella 17.2).

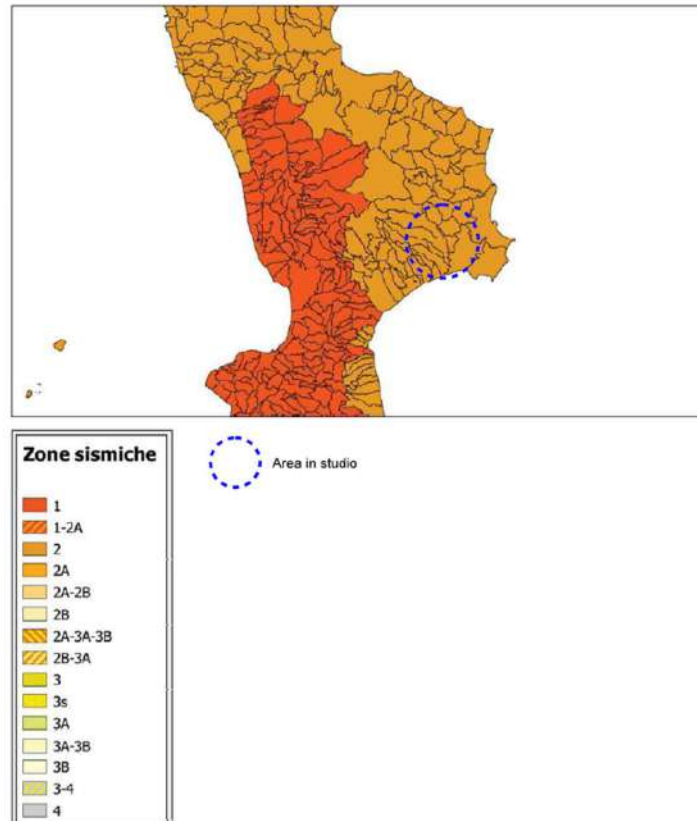
Da questa si evince che i territori di Mesoraca ricadono in zona sismica 2 (Figura 17.1):

**Tabella 17.1 – Zona sismica di riferimento**

Località	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni	Località
Mesoraca	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g < 0,25$	0,25 g

**Tabella 17.2 - Classificazione sismica elaborata ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3519/2006**

zona	zona accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g$ ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ $a_g$ ]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g



**Figura 17.1 – mappa della classificazione sismica dei comuni della Calabria**



<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>60 di 64</b>

## **18. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA**

La definizione della pericolosità geologica di un sito è di fondamentale importanza per la valutazione della fattibilità delle opere.

Si definisce pericolosità di un certo evento la probabilità che esso si manifesti in una certa area entro un certo periodo di tempo e con una certa intensità. Le valutazioni di pericolosità possono essere effettuate a scala locale, a scala regionale o a scala nazionale.

Gli ambiti di più frequente applicazione consistono nella pericolosità da frana, da sprofondamenti, pericolosità sismica, pericolosità idraulica, ecc.

Pertanto, a seguito dei sopralluoghi effettuati, della campagna di indagini geognostiche eseguita, del rilevamento geologico di dettaglio e della consultazione della cartografia P.A.I. della Regione Calabria è possibile supporre che i siti sui quali si intende realizzare i singoli aerogeneratori sono da considerarsi a bassissima pericolosità geologica:

- Non sono presenti frane o colamenti superficiali;
- Non sono state individuate forme carsiche superficiali o evidenze di forme carsiche ipogee;
- Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni investigati consentono un adeguato dimensionamento delle strutture di fondazione, escludendo qualsiasi danno provocato da cedimenti immediati o a lungo termine dei terreni stessi;
- Non è stata individuata una falda superficiale che potrebbe, con eventuali variazioni del livello piezometrico, interferire con le fondazioni in progetto;
- Sono presenti, nel sito o in prossimità di esso, corsi d'acqua permanenti e/o stagionali che possano far supporre un rischio inondazione;
- I terreni argillosi presentano una buona permeabilità d'insieme che consentirà alle acque meteoriche di defluire in tempi relativamente rapidi evitando la formazione di ristagni d'acqua nocivi per le strutture che si intende realizzare.

## 19. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

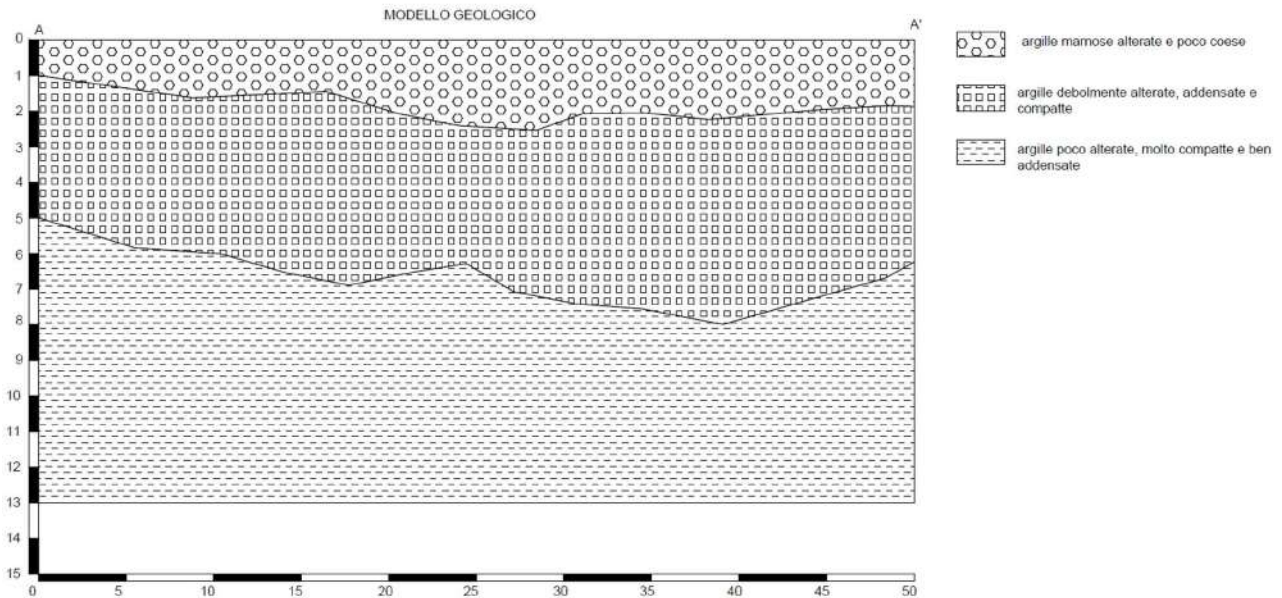
Lo studio geologico deve pervenire alla definizione, preciso riferimento al progetto, di un modello geologico tridimensionale, comprendente il volume significativo, basato sulla conoscenza dei caratteri litostratigrafici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici e sismici del sito d'interesse, acquisiti attraverso specifici rilevamenti di superficie e sulla scorta di indagini dirette e indirette. Dovranno essere definite le eventuali condizioni di instabilità, in atto e/o potenziali, e la loro tendenza evolutiva.

Saranno definite:

- le unità litologiche di riferimento;
- l'assetto stratigrafico locale;
- l'assetto idrogeologico locale e schema di circolazione idrica sotterranea e superficiale;
- il grado di affidabilità del modello geologico di riferimento.

**Tabella 19.1 - Modello geologico di riferimento per il parco eolico**

Profondità (dal p.c.)	Litologia
da 0,00 m a -1,00/-2,50 m	argille marnose alterate e poco coese
da -1,00/-2,50 m a -5,00/-8,00 m	argille debolmente alterate, addensate e compatte
da -5,00/-8,00 m a -13,00 m	argille poco alterate, molto compatte e ben addensate



**Figura 19.1 – modello geologico**

## 20. PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO

Per il progetto del nuovo impianto eolico in oggetto, sono stati assunti i parametri sismici relativi al comune di Mesoraca (KR). Pertanto per le opere in progetto si è assunto:

- Classe dell'edificio: Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...;
- una vita nominale  $V_N = 50$  anni;
- una classe d'uso I (coefficiente d'uso  $C_U = 0,7$ );
- categoria topografica  $T_1$ ;
- categoria di sottosuolo di tipo B.

Ne derivano i seguenti valori dei parametri sismici per i diversi stati limite:

**Tabella 20.1 - parametri sismici WTG1**

Stato Limite	Tr	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
Operatività (SLO)	30	0.052	2.340	0.279
Danno (SLD)	35	0.057	2.338	0.287
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.171	2.364	0.359
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.229	2.409	0.376

	SLO	SLD	SLV	SLC
$S_S$ Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
$C_C$ Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,35	1,34
$S_T$ Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.014	0.049	0.076
kv	0.006	0.007	0.025	0.038
$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.616	0.669	2.011	2.650
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

**Tabella 20.2 - parametri sismici WTG2**

Stato Limite	Tr	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
Operatività (SLO)	30	0.053	2.341	0.279
Danno (SLD)	35	0.057	2.339	0.286
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.171	2.365	0.359
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.230	2.409	0.376

	SLO	SLD	SLV	SLC
$S_S$ Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
$C_C$ Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,35	1,34
$S_T$ Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.014	0.049	0.076
kv	0.006	0.007	0.025	0.038
$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.619	0.671	2.017	2.656
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280



RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**63 di 64**

**Tabella 20.3 - parametri sismici WTG3**

Stato Limite	Tr	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> *
Operatività (SLO)	30	0.053	2.342	0.279
Danno (SLD)	35	0.057	2.339	0.286
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.172	2.365	0.359
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.230	2.409	0.376

	SLO	SLD	SLV	SLC
S <sub>S</sub> Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
C <sub>C</sub> Coeff. funz categoria	1,40	1,41	1,35	1,34
S <sub>T</sub> Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.014	0.049	0.076
kv	0.006	0.007	0.025	0.038
A <sub>max</sub> [m/s <sup>2</sup> ]	0.620	0.673	2.020	2.661
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

**Tabella 20.4 - parametri sismici WTG4**

Stato Limite	Tr	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> *
Operatività (SLO)	30	0.052	2.339	0.286
Danno (SLD)	35	0.057	2.339	0.286
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.171	2.364	0.359
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.229	2.410	0.376

	SLO	SLD	SLV	SLC
S <sub>S</sub> Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
C <sub>C</sub> Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,35	1,34
S <sub>T</sub> Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.014	0.049	0.076
kv	0.006	0.007	0.025	0.038
A <sub>max</sub> [m/s <sup>2</sup> ]	0.617	0.669	2.011	2.648
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

**Tabella 20.5 - parametri sismici WTG5**

Stato Limite	Tr	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> *
Operatività (SLO)	30	0.053	2.342	0.279
Danno (SLD)	35	0.057	2.339	0.286
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.171	2.364	0.359
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.229	2.410	0.376

	SLO	SLD	SLV	SLC
S <sub>S</sub> Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
C <sub>C</sub> Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,35	1,34
S <sub>T</sub> Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

RELAZIONE GEOLOGICA

Codice documento:

Data emissione:  
**Ottobre 2023**

Pagina  
**64 di 64**

	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.014	0.049	0.076
kv	0.006	0.007	0.025	0.038
$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.618	0.671	2.014	2.652
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

**Tabella 20.6 - parametri sismici WTG6**

Stato Limite	Tr	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
Operatività (SLO)	30	0.051	2.332	0.279
Danno (SLD)	35	0.055	2.332	0.287
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.166	2.362	0.358
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.224	2.407	0.374

	SLO	SLD	SLV	SLC
$S_S$ Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
$C_C$ Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,35	1,34
$S_T$ Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.013	0.048	0.074
kv	0.006	0.007	0.024	0.037
$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.597	0.648	1.959	2.587
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

**Tabella 20.7 - parametri sismici WTG7**

Stato Limite	Tr	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
Operatività (SLO)	30	0.051	2.333	0.279
Danno (SLD)	35	0.055	2.333	0.287
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.167	2.363	0.358
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.223	2.408	0.374

	SLO	SLD	SLV	SLC
$S_S$ Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
$C_C$ Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,35	1,34
$S_T$ Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.013	0.048	0.074
kv	0.006	0.007	0.024	0.037
$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.597	0.648	1.960	2.586
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>65 di 64</b>

## 21. CONCLUSIONI

Su tutta l'area destinata all'impianto eolico prossima all'abitato di Mesoraca affiorano delle unità argillose limose più o meno addensate quaternarie:

Profondità (dal p.c.)	Litologia
da 0,00 m a -1,00/-2,50 m	argille marnose alterate e poco coese
da -1,00/-2,50 m a -5,00/-8,00 m	argille debolmente alterate, addensate e compatte
da -5,00/-8,00 m a -13,00 m	argille poco alterate, molto compatte e ben addensate

Nelle aree immediatamente limitrofe al luogo in studio non sono state osservate discontinuità correlabili a faglie attive.

È presumibile che nell'area di installazione dell'impianto eolico possano coesistere più falde: superficiali e più profonde. In fase esecutiva andrà verificata soprattutto la quota di quelle superficiali, al fine di evitare eventuali interazioni nocive con le strutture di fondazione. Le schede di alcuni pozzi censiti nell'Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984) individuano la presenza di falde idriche a pochi metri al di sotto del piano campagna. Nelle misure condotte in questi pozzi indicano un livello piezometrico in condizioni statiche che varia tra -13,00 e -14,00 m dal p.c. per pozzi realizzati a circa 14 m s.l.m.

Dai sopralluoghi effettuati e dalla conseguente verifica morfologica eseguita, è possibile asseverare che il tipo di intervento è idoneo con una morfologia poco ondulata, priva di elementi critici che contrasterebbero con il tipo di intervento. In conclusione, il progetto dell'impianto eolico proposto non modificherebbe in maniera sostanziale la situazione geomorfologica delle aree. Pertanto gli interventi non andranno ad incrementare in alcun modo il livello di pericolosità geomorfologica per le aree adiacenti e per l'area stessa.

Dal rilevamento in campo e dal confronto dell'ortofoto con la carta dei reticoli idrografici della regione Calabria è stata evidenziata la presenza di diversi piccoli impluvi incisi nei terreni argillosi a carattere prettamente stagionale, caratterizzati da alvei stretti e molto profondi. Questi intersecano il cavidotto in diversi punti. Pertanto, come si evince dalle relazioni tecniche di progetto, per le interferenze sia con gli impluvi cartografati dalla carta idrogeomorfologica che gli impluvi non cartografati si prevede, dove non sarà possibile realizzare lo scavo in maniera classica, la realizzazione di una Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).

Sulla cartografia geomorfologica sono state sovrapposte le delimitazioni delle aree a rischio idraulico ed idrogeologico del PAI redatta dall'Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Meridionale – sede Calabria. Da questa sovrapposizione risulta evidente che nessuno degli aerogeneratori, della sottostazione e del cavidotto in progetto ricadono all'interno delle aree delimitate a rischio idrogeologico secondo la delimitazione del PAI. Solo due piccoli tratti di cavidotto intersecano aree perimetrate come "Aree attenzione PAI 2001".

Diversamente, dalla sovrapposizione del parco eolico con le mappe di pericolosità e del rischio di alluvione del PGRA è evidente che la sottostazione e grandi porzioni del cavidotto ricadono in aree ad alta, media e bassa pericolosità idraulica. Le aree maggiormente interessate da dissesti gravitativi sono quelle dei versanti prossimi ai diversi centri abitati che rilevano i dissesti attivi e di maggiore dimensione.

Il parco eolico è fuori delle aree a rischio frana perimetrate dal vigente PAI. Inoltre dai sopralluoghi eseguiti non sono stati individuati segni di instabilità morfologiche di recente attivazione.

A seguito dei sopralluoghi effettuati, della campagna di indagini geognostiche eseguita, del rilevamento geologico di dettaglio e della consultazione della cartografia P.A.I. della Regione Calabria è possibile supporre che i siti sui quali si intende realizzare i singoli aerogeneratori sono da considerarsi a bassissima pericolosità geologica:

- Non sono presenti frane o colamenti superficiali;
- Non sono state individuate forme carsiche superficiali o evidenze di forme carsiche ipogee;
- Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni investigati consentono un adeguato dimensionamento delle strutture di fondazione, escludendo qualsiasi danno provocato da cedimenti immediati o a lungo termine dei terreni stessi;



<b>Progetto di realizzazione di un impianto eolico e delle relative opere connesse in agro di Mesoraca (KR)</b>		
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		
Codice documento:	Data emissione: <b>Ottobre 2023</b>	Pagina <b>66 di 64</b>

- Non è stata individuata una falda superficiale che potrebbe, con eventuali variazioni del livello piezometrico, interferire con le fondazioni in progetto;
- Sono presenti, nel sito o in prossimità di esso, corsi d'acqua permanenti e/o stagionali che possano far supporre un rischio inondazione;
- I terreni argillosi presentano una buona permeabilità d'insieme che consentirà alle acque meteoriche di defluire in tempi relativamente rapidi evitando la formazione di ristagni d'acqua nocivi per le strutture che si intende realizzare.

I territori di Scandale e Belcastro ricadono in zona sismica 2:

Località	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni	Località
Mesoraca	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti.	0,15<ag<0,25	0,25 g

Si consiglia di incastrare le fondazioni nei terreni analizzati.

Si consiglia inoltre di comunicare al sottoscritto l'inizio dei lavori, al fine di poter fornire eventuali integrazioni, chiarimenti e suggerimenti tecnici per variazioni progettuali da adottare in corso d'opera, richiesti da possibili imprevisti geologici.

Nella fase esecutiva, allorquando il sottoscritto lo ritenga opportuno, saranno eseguite ulteriori indagini geognostiche dirette e/o indirette, al fine di verificare le eventuali zone di anomalia.

Particolare cura dovrà essere rivolta durante i lavori di captazione e smaltimento delle acque piovane, al fine di evitare infiltrazioni e ristagni idrici al livello e al di sotto dei piani fondali, con conseguente scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Gioia del Colle, ottobre 2023

il Geologo

Dott. Raffaele SASSONE



**ALLEGATO 1:**  
**REPORT INDAGINI GEOFISICHE**



**G**EO**M**ONIT**E**K **S**RL

INDAGINI GEOFISICHE E IDROGEOLOGICHE  
MONITORAGGIO STRUTTURALE E GEOMECCANICO

**COMUNE DI MARCEDUSA – PROVINCIA DI CATANZARO**

**COMUNE DI MESORACA – PROVINCIA DI CROTONE**

**Elaborato**

**REPORT INDAGINI GEOFISICHE**

**REDATTO**

**VERIFICATO**

**REVISIONE**

**GEOL. DE GIORGIO**

**GEOL. GIGANTE**

**A**

COMMITTENTE:

GEOL. SASSONE RAFFAELE

**G**EO**M**ONIT**E**K **S**RL

Via Trieste e Trento 112  
70011 Alberobello (BA)  
C.F./P.I. 07316560726

**EMISSIONE**

**CODICE ELABORATO**

**CODICE ARCHIVIAZIONE FILE**

15.03.2023

GMT\_RGF003\_150323

GMT\_RGF003\_150323.pdf

**GEOMONITEK SRL**

Sede legale: Corso Trieste e Trento, 112 - 70011 Alberobello (BA) - Italia – P.IVA 07316560726  
Tel. 0804322730 - e-mail: [info@geomonitek.com](mailto:info@geomonitek.com) - [www.geomonitek.com](http://www.geomonitek.com)



## Indice

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA DEL SOTTOSUOLO: METODOLOGIA DI ANALISI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA</b> .....	<b>3</b>
2.1 IL METODO DELLA SISMICA A RIFRAZIONE .....	3
2.2 METODO M.A.S.W. ....	3
2.3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	4
<b>3. ATTIVITÀ DI CAMPO</b> .....	<b>5</b>
<b>4. ANALISI DI SISMICA A RIFRAZIONE</b> .....	<b>6</b>
4.1 STENDIMENTO SISMICO GG': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	6
4.2 STENDIMENTO SISMICO HH': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	9
4.3 STENDIMENTO SISMICO II': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	12
4.4 STENDIMENTO SISMICO LL': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	15
4.5 STENDIMENTO SISMICO MM': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	18
4.6 STENDIMENTO SISMICO NN': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	21
4.7 STENDIMENTO SISMICO OO': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	24
<b>5. ANALISI MASW</b> .....	<b>27</b>
5.1 STENDIMENTO SISMICO GG': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	27
5.2 STENDIMENTO SISMICO HH': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	30
5.3 STENDIMENTO SISMICO II': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	33
5.4 STENDIMENTO SISMICO LL': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	36
5.5 STENDIMENTO SISMICO MM': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	39
5.6 STENDIMENTO SISMICO NN': INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	42
5.7 STENDIMENTO SISMICO OO': INTERPRETAZIONE DEI DATI.....	45
<b>6. CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE</b> .....	<b>48</b>
6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO GG' .....	49
6.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO HH' .....	50
6.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO II' .....	51
6.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO LL' .....	52
6.5 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO MM' .....	53
6.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO NN' .....	54
6.7 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE: PROFILO OO' .....	55
<b>7. CARATTERIZZAZIONE ELASTICO-MECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE</b> .....	<b>56</b>
STENDIMENTO SISMICO GG' .....	56
STENDIMENTO SISMICO HH' .....	56
STENDIMENTO SISMICO II' .....	56
STENDIMENTO SISMICO LL' .....	57
STENDIMENTO SISMICO MM' .....	57
STENDIMENTO SISMICO NN' .....	57
STENDIMENTO SISMICO OO' .....	57
<b>8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b> .....	<b>58</b>

## 1. PREMESSA

Il presente report riferisce sulle risultanze di indagini geognostiche di tipo indiretto condotte nel territorio comunale di Marcedusa e Mesoraca, rispettivamente in Provincia di Catanzaro e Crotona in data 01-02-03 marzo 2023 e finalizzate alla caratterizzazione geofisica del sottosuolo per il progetto relativo al Parco Eolico Mesoraca.

L'incarico è stato affidato a questa Società dal Geologo Raffaele Sassone.

L'indagine in loco è consistita nelle seguenti acquisizioni:

- realizzazione di n.7 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigle: GG'-HH'-II'-LL'-MM'-NN'-OO'), ubicati come da corografia (Fig.1) e planimetrie inserite in relazione, con interpretazione tomografica dei dati di velocità delle onde P;
- esecuzione di n.7 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sulle stesse tracce dei rilievi sismici a rifrazione, al fine di ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica dell'allineamento.

Le tipologie di rilievo condotte sul terreno e le ubicazioni corrispondenti sono state indicate dalla DD.LL., in maniera tale da investigare le aree di interesse compatibilmente con gli spazi fisici a disposizione.

Si sottolinea che l'indagine sismica consente di valutare le risposte fisico-elastiche dell'ammasso roccioso indagato e l'individuazione di superfici di discontinuità fisiche laterali e/o verticali in termini di passaggi di velocità nelle onde elastiche lungo i profili nel sottosuolo.

## **2. CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA DEL SOTTOSUOLO: METODOLOGIA DI ANALISI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito, come detto in premessa, è stata eseguita un'indagine di sismica superficiale caratterizzata dalla combinazione tra la tecnica di sismica a rifrazione con onde di volume longitudinali (o onde P) e il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW che permette di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali.

### **2.1 Il metodo della sismica a rifrazione**

La prospezione sismica è un'indagine indiretta, che si occupa dell'esplorazione del sottosuolo attraverso lo studio della propagazione di onde elastiche generate in superficie. Tali perturbazioni sono generalmente provocate da vibrazioni impresse al terreno con mezzi meccanici o da esplosioni. Le discontinuità ricercate mediante la prospezione sono di natura fisico-elastica e pertanto la ricostruzione della geometria e natura del sottosuolo possono essere legate sia a reali variazioni litologiche sia a variazioni rinvenibili nell'ambito di uno stesso litotipo. Il metodo della sismica a rifrazione si basa sul concetto di bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito di un fronte d'onda conico. Data quindi una sorgente di onde elastiche (massa battente, martello a percussione, piccola esplosione) e dato uno stendimento di trasduttori velocimetrici (geofoni) posizionati lungo un determinato allineamento, giungeranno ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde birifratte (head wave). Le onde birifratte sono quelle analizzate attraverso il metodo della sismica a rifrazione. Tali perturbazioni giungono sulla superficie di separazione tra due mezzi elastici (2 litologie differenti) con un angolo di incidenza critico (legge di Snell), si propagano parallelamente alla superficie di discontinuità (prima rifrazione con angolo di  $90^\circ$ ), e si rifrangono nuovamente verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza.

Successivamente alla registrazione dei dati, la prima operazione svolta è consistita nell'individuazione dei primi arrivi sui singoli sismogrammi (picking). Dall'acquisizione dei tempi di primo arrivo, conoscendo le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (interspazio geofonico), è stato ottenuto un diagramma tempi-distanze (dromocrona), attraverso il quale, applicando diverse metodologie, è stato possibile determinare le velocità di propagazione delle onde nel mezzo sottostante e i relativi spessori dei sismostrati attraversati dalla radiazione elastica. Per le analisi interpretative, è stato utilizzato il software Rayfract (versione 3.21) che ha permesso di ottenere l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità.

### **2.2 Metodo M.A.S.W.**

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of SurfaceWaves) è una tecnica di indagine non invasiva, utile a definire l'azione sismica di progetto, che individua il profilo delle velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  nei primi trenta metri di profondità a partire dal piano campagna, sulla base della misura delle onde superficiali in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo più importante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, le uniche onde utilizzate nell'indagine MASW, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. L'impiego di tali onde è giustificato dalle proprietà che possiedono, infatti, trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente (scoppio) e allontanandosi da essa (scoppio) subiscono



un'attenuazione geometrica inferiore rispetto a quella che eventualmente avrebbero le onde P ed SV, propagandosi, conseguentemente, a profondità più grandi.

Il metodo M.A.S.W. può essere suddiviso in quattro fasi fondamentali (Roma, 2002):

- calcolo della curva di dispersione sperimentale;
- calcolo della curva di dispersione apparente numerica;
- calcolo della curva di dispersione effettiva numerica;
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Il calcolo della curva di dispersione sperimentale, si ottiene dalle misure effettuate in situ. Essa si estrae dallo spettro del dominio frequenza – numero d'onda applicando una doppia trasformata di Fourier al campo del moto nel dominio spazio-tempo.

Il calcolo delle curve di dispersione numeriche, apparente ed effettiva invece, si ricava applicando un'unica trasformata di Fourier alla funzione di Green. Per il calcolo della prima è stato utilizzato il metodo Roma (2001), mentre per il calcolo della seconda (curva di dispersione effettiva numerica) è stato utilizzato il metodo Lai-Rix (1998).

L'individuazione del profilo Vs, infine, è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato. Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

Per quanto riguarda, infine, la strumentazione necessaria all'esecuzione di tale indagine MASW, ci si è avvalsi delle seguenti componenti tecniche: registratore multicanale; geofoni o accelerometri da 4.5 Hz (almeno 12 canali); cavi per stendimenti sismici; sorgente energizzante composta da piastra metallica (per battuta) ed una massa battente di 5 - 10 Kg; bindella metrica per la disposizione geometricamente corretta dei geofoni con interasse compreso tra 0.5 e 5 metri.

### 2.3 Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata per la registrazione dei segnali è del tipo a 24 canali, modello DBS280 (anno 2012) della DOLANG interfacciato con un computer portatile.

L'attrezzatura è composta da:

- **un sistema di energizzazione:** la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 Kg battente verticalmente su piastra rettangolare in acciaio posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV;
- **un sistema di trigger:** consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.
- **un sistema di ricezione:** costituito da 24 geofoni verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa, con frequenza di acquisizione 4,5 Hz.
- **un sistema di acquisizione dati:** con memoria dinamica a 16 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali per un totale di 24 canali, 2 cavi sismici a 12 take-outs ciascuno spaziato a 5 metri, notebook PC Windows XP con software DBS280 Versione 5.1 della DOLANG

### 3. ATTIVITÀ DI CAMPO

L'indagine in loco è consistita come detto nella realizzazione di n.7 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigle: GG'-HH'-II'-LL'-MM'-NN'-OO') e nell'esecuzione di n.7 prospezioni sismiche con metodo M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of SurfaceWaves) sulle stesse tracce delle sezioni tomografiche, al fine di ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica dell'allineamento.

Gli stendimenti sismici hanno tutti lunghezza di 24 metri e sono ubicati come riportato nella seguente figura (Fig.1).

Gli stendimenti sismici sono stati posizionati in relazione all'ubicazione delle pale eoliche ed alla sottostazione di servizio.

Le informazioni di correlazione sono riportate nella seguente tabella.

Sigla Stendimento sismico	GG'	HH'	II'	LL'	MM'	NN'	OO'
Sigla impianto	WTG 1	WTG 2	WTG 5	WTG 6	WTG 4	WTG 3	SOTTOSTAZIONE
Lunghezza [m]	24	24	24	24	24	24	24

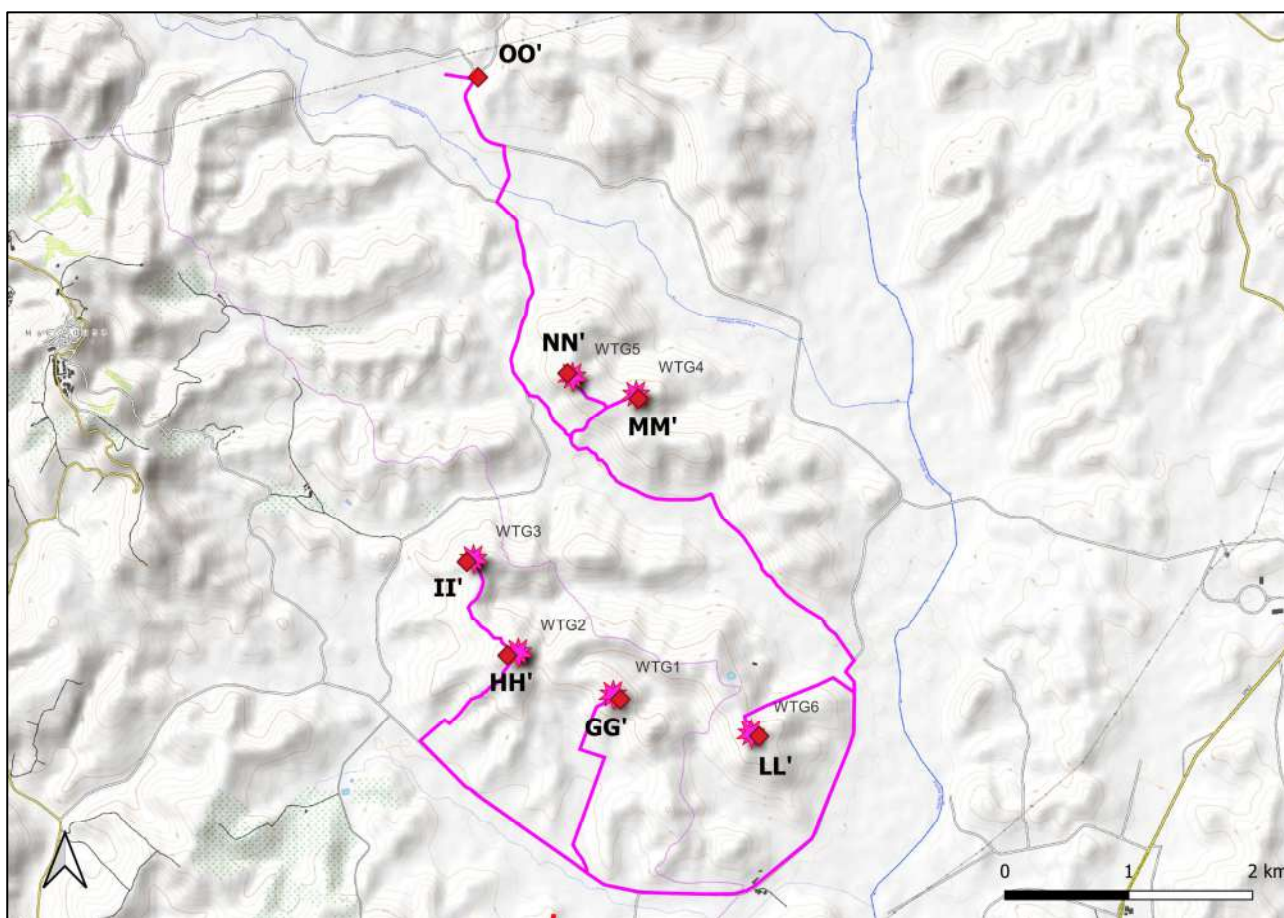


Fig. 1 – Corografia delle prospezioni geofisiche

## 4. ANALISI DI SISMICA A RIFRAZIONE

### 4.1 Stendimento sismico GG': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione GG' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata SE/NW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

G – 663385.0 – 4318571.1 | G' – 663400.2 – 4318595.0

Lo stendimento GG' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.2).



Fig. 2 – Ubicazione dello stendimento sismico GG' su ortofoto

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.3).

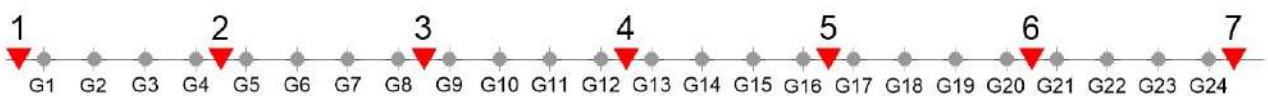


Fig.3 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione GG'



L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 4 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).

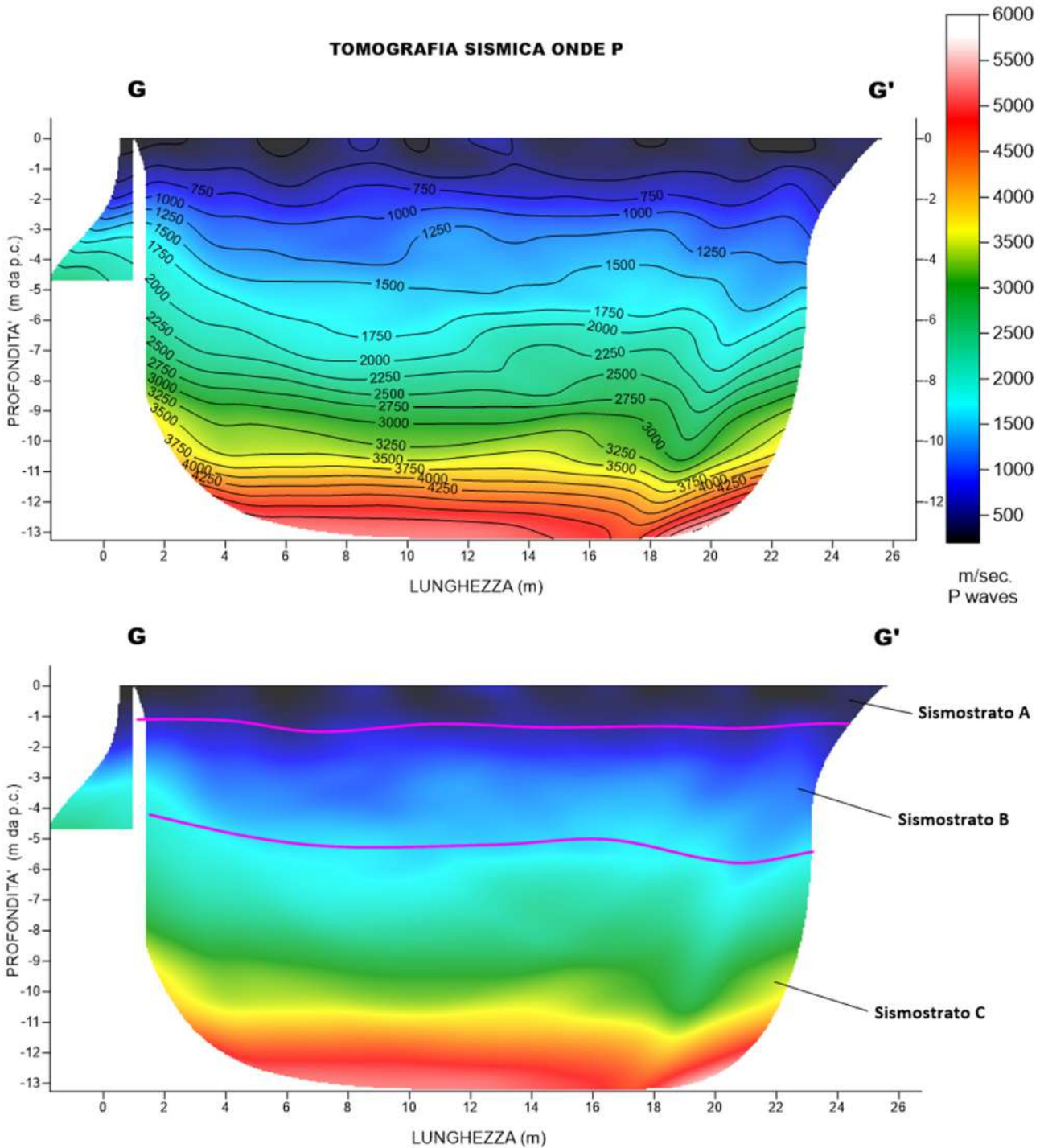


Fig. 4 – Sezione tomografica del profilo GG' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **3 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di circa 1 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il sismostrato B invece, è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1500 m/s, che crescono in modo continuo fino a raggiungere una profondità di circa 5 metri dal piano campagna. Il sismostrato C infine, è caratterizzato da valori di velocità delle onde P che aumentano gradualmente con la profondità fino a raggiungere la profondità investigata di circa 13 m dal p.c.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B e C, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

#### 4.2 Stendimento sismico HH': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione HH' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata SE/NW e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

H – 662589.5 -4318858.0 H' – 662604.9 – 4318876.5

Lo stendimento HH' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.5).

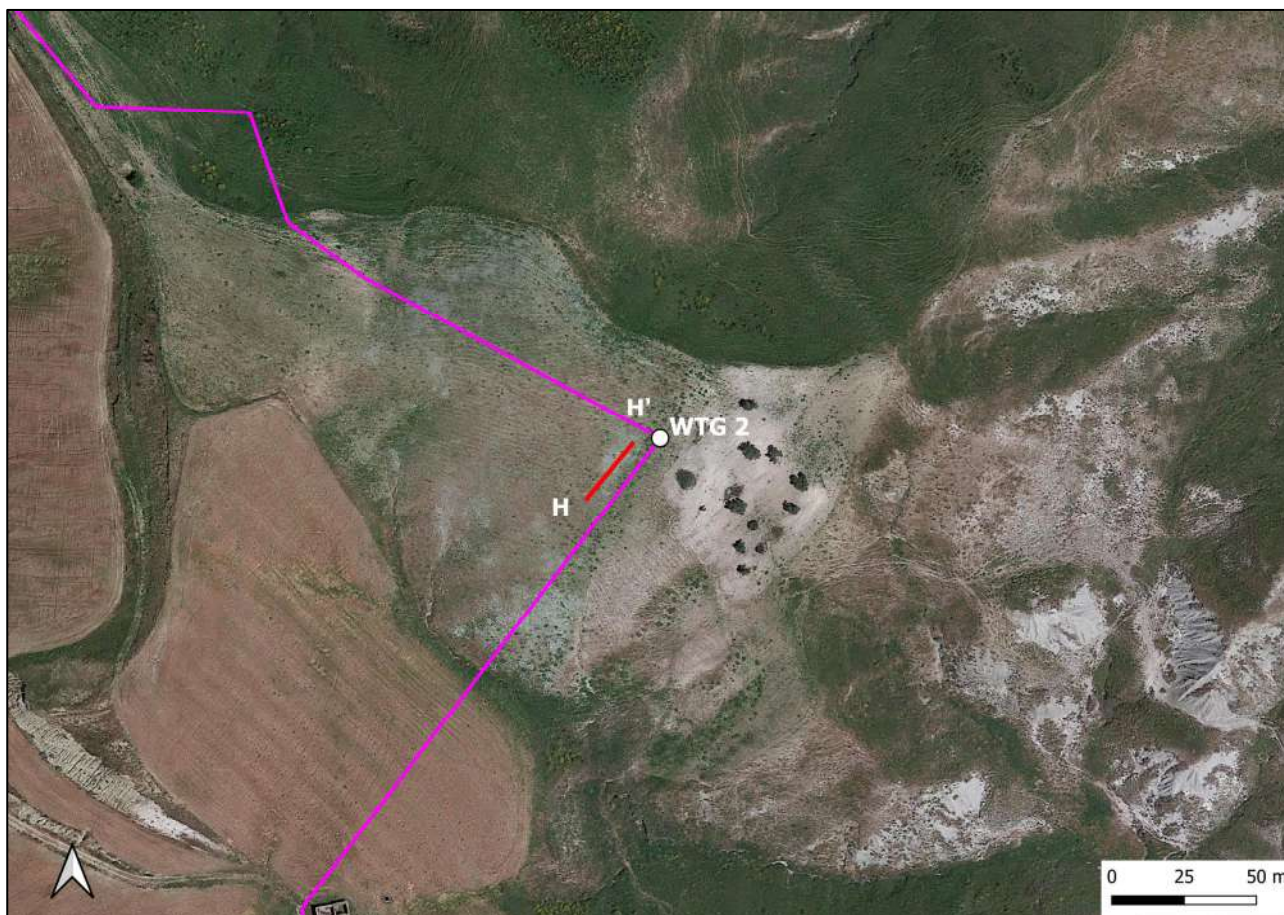


Fig. 5 – Ubicazione dello stendimento sismico HH' su Ortofoto

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.6).



Fig.6 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione HH'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 7 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).



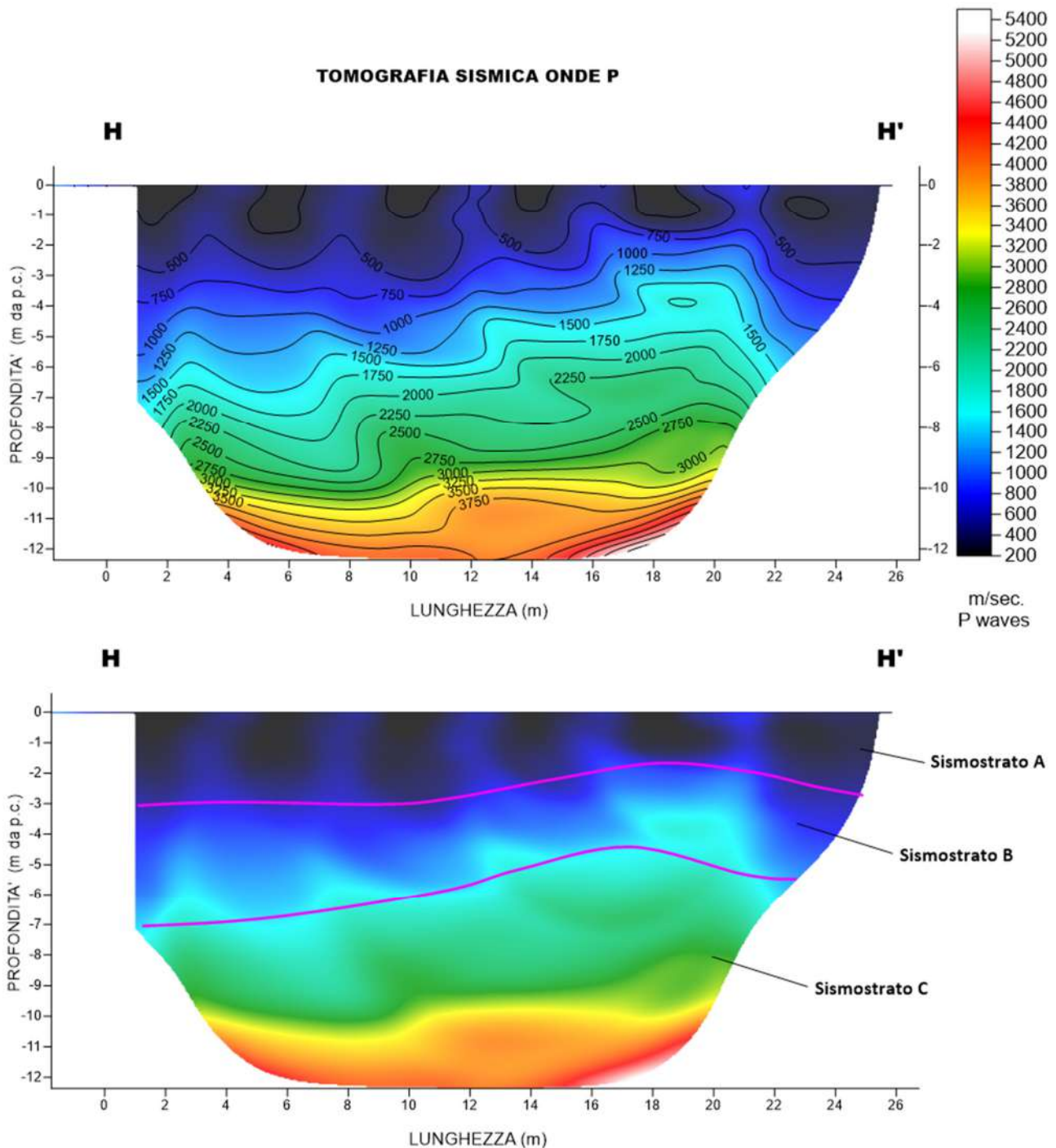


Fig. 7 – Sezione tomografica del profilo HH' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **3 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di circa 3 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il sismostrato B invece, è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1500 m/s, che crescono in modo continuo fino a raggiungere

una profondità di circa 6/7 metri dal piano campagna. Il sismostrato C infine, è caratterizzato da valori di velocità delle onde P che aumentano gradualmente con la profondità fino a raggiungere la profondità investigata di circa 12 m dal p.c.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B e C, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

### 4.3 Stendimento sismico II': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione II' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata NW/SE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

I – 662207.2 – 4319613.2 I' – 662222.9 – 4319592.6

Lo stendimento II' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.8).



Fig. 8 – Ubicazione dello stendimento sismico II' su Ortofoto

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.9).



Fig.9 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione CC

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 10 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).



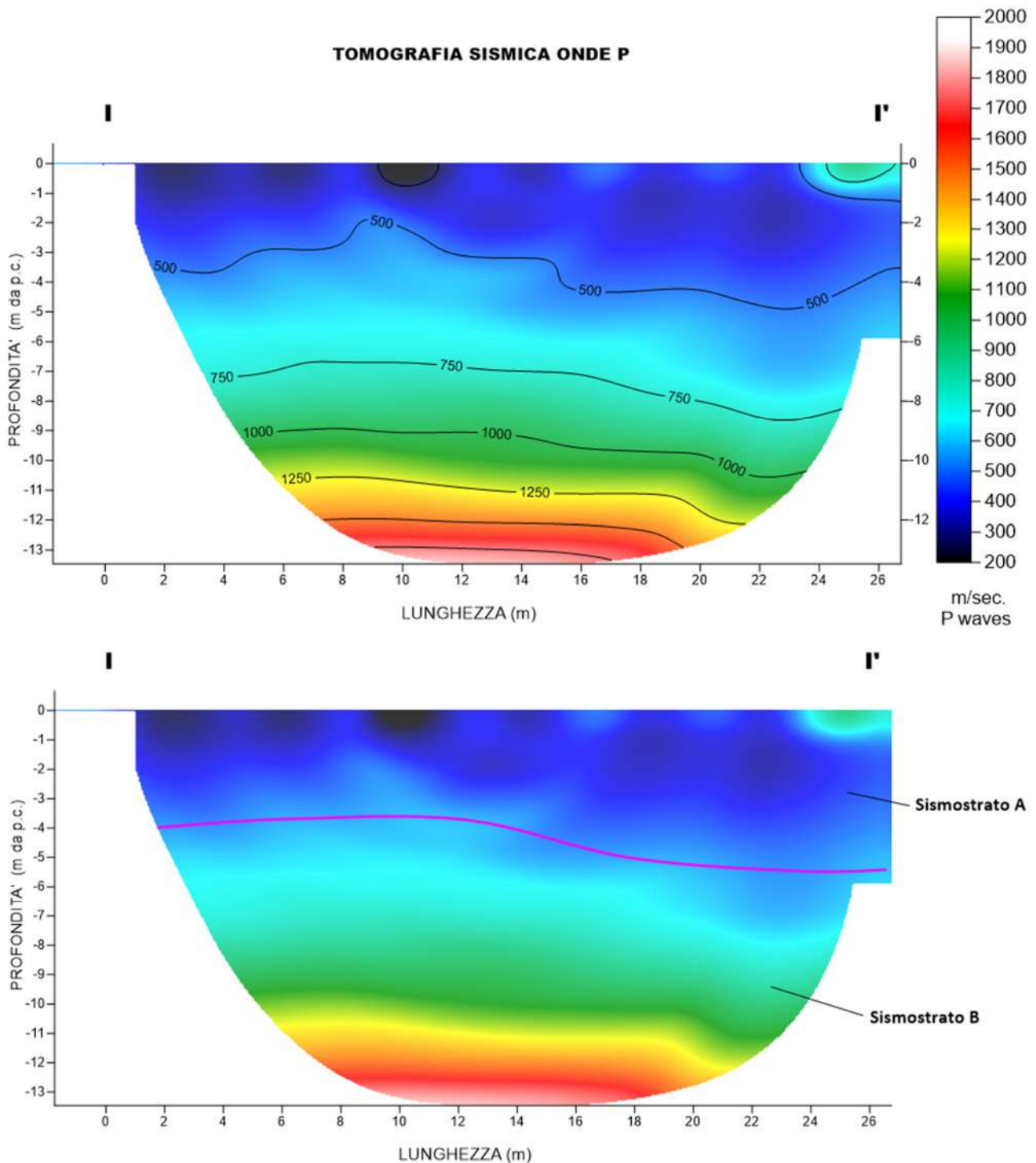


Fig. 10 – Sezione tomografica del profilo II' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **2 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di 4/5 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il secondo sismostrato invece, è

caratterizzato da un incremento delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 1500 m/s alle profondità indagate, ossia circa 12 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

#### 4.4 Stendimento sismico LL': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione LL' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata W/E e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

L – 664518.5 – 4318280.4 L' – 664542.3 – 4318281.2

Lo stendimento LL' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.12).

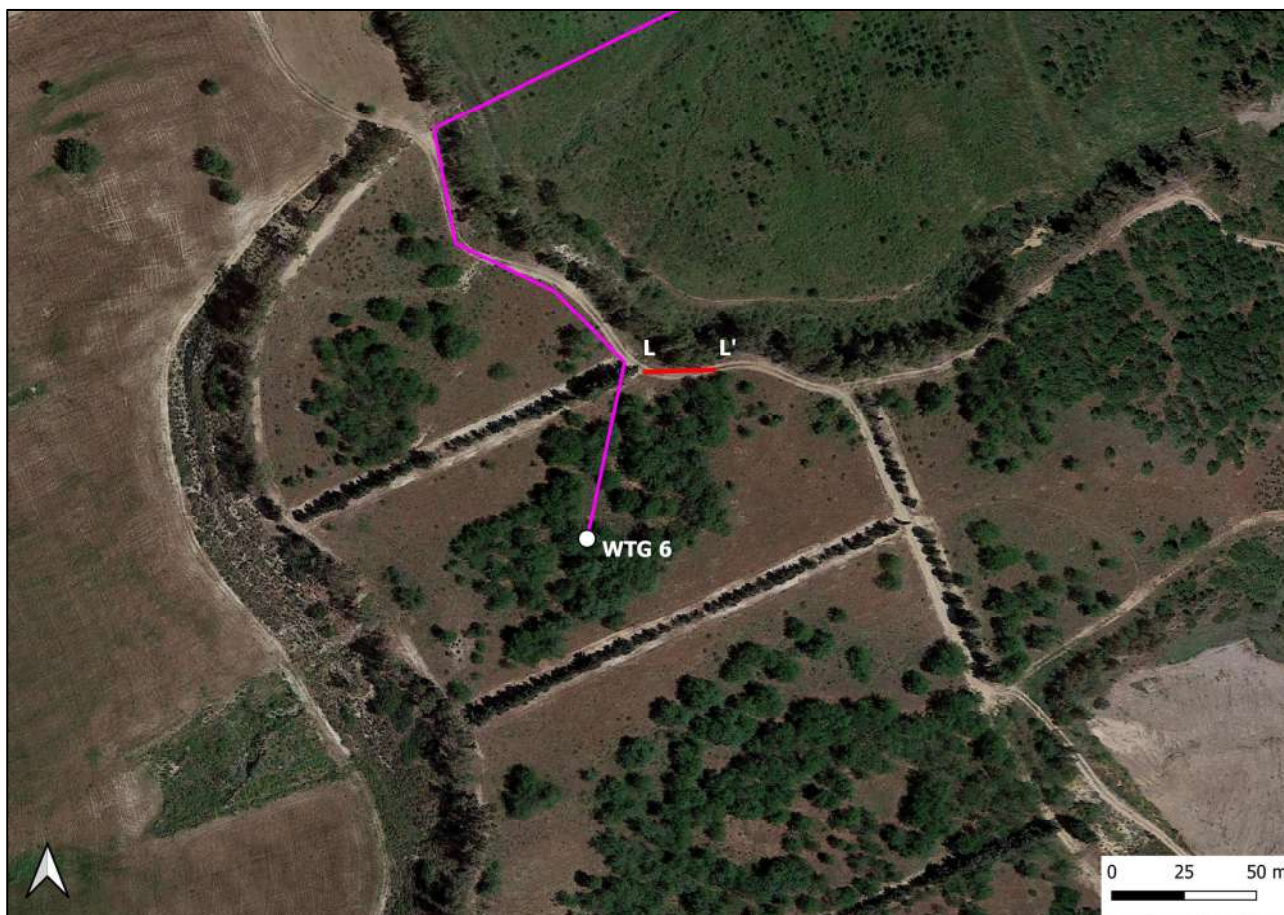


Fig. 12 – Ubicazione dello stendimento sismico LL' su Ortofoto

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.13).



Fig.13 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione LL'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 14 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).



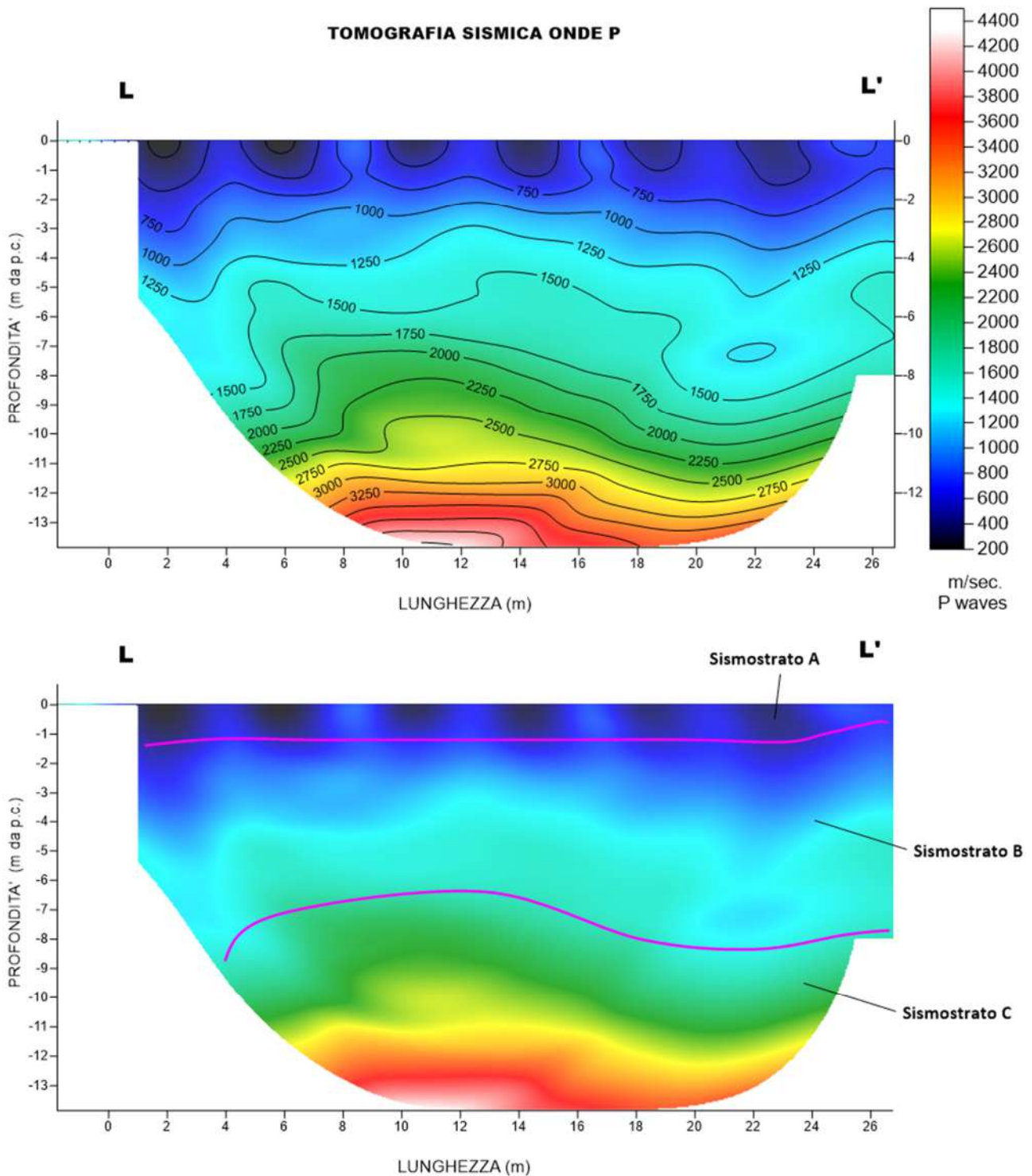


Fig. 14 – Sezione tomografica del profilo LL' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **3 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di circa 1 metro, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il sismostrato B invece, è

caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1500 m/s, che crescono in modo continuo fino a raggiungere una profondità di circa 7/9 metri dal piano campagna. Il sismostrato C infine, è caratterizzato da valori di velocità delle onde P che aumentano gradualmente con la profondità fino a raggiungere la profondità investigata di circa 13 m dal p.c.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B e C, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

#### 4.5 Stendimento sismico MM': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione MM' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata SW/NE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

M – 663545.8 – 4320934.9 M' – 663547.4 – 4320946.7

Lo stendimento MM' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.15).



Fig. 15 – Ubicazione dello stendimento sismico MM' su Ortofoto

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.16).

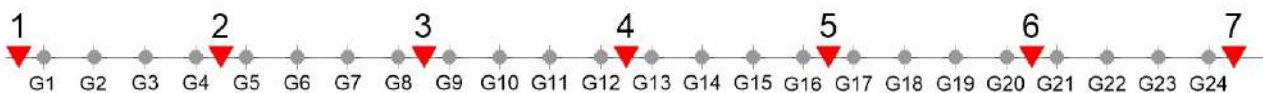


Fig.16 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione MM'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 17 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).



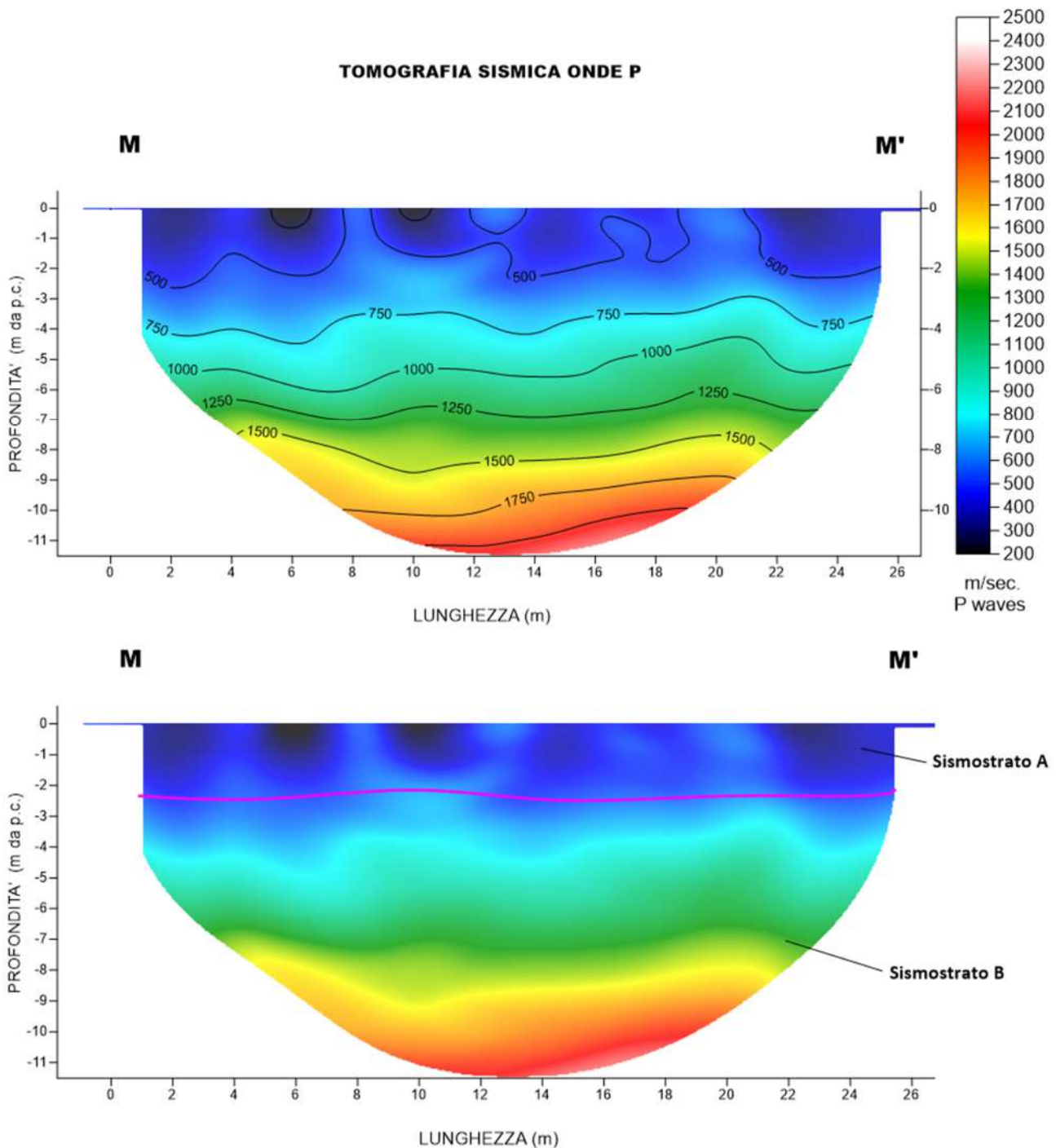


Fig. 17 – Sezione tomografica del profilo MM' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **2 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di 2 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il secondo sismostrato invece, è caratterizzato da un incremento delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 1750 m/s alle profondità indagate, ossia circa 11 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

#### 4.6 Stendimento sismico NN': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione NN' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N.NW/S.SE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

N – 663059.0 – 4321132.4 N' – 663054.0 – 4321110.2

Lo stendimento NN' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.18).

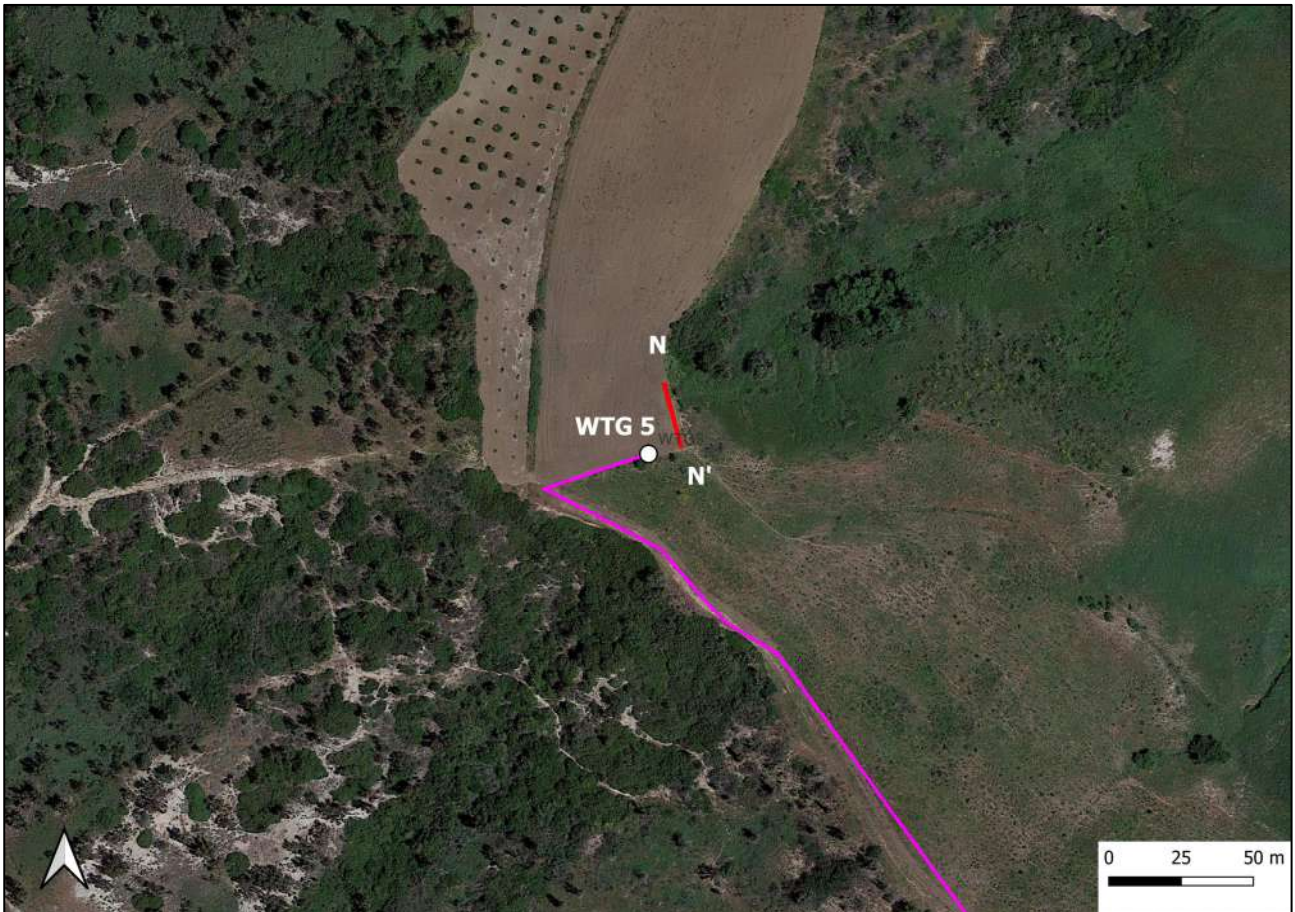


Fig. 18 – Ubicazione dello stendimento sismico NN' su Ortofoto

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.19).

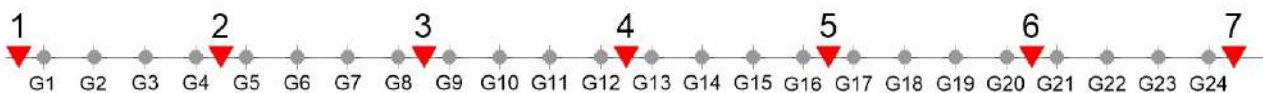


Fig.19 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione NN'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 20 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).



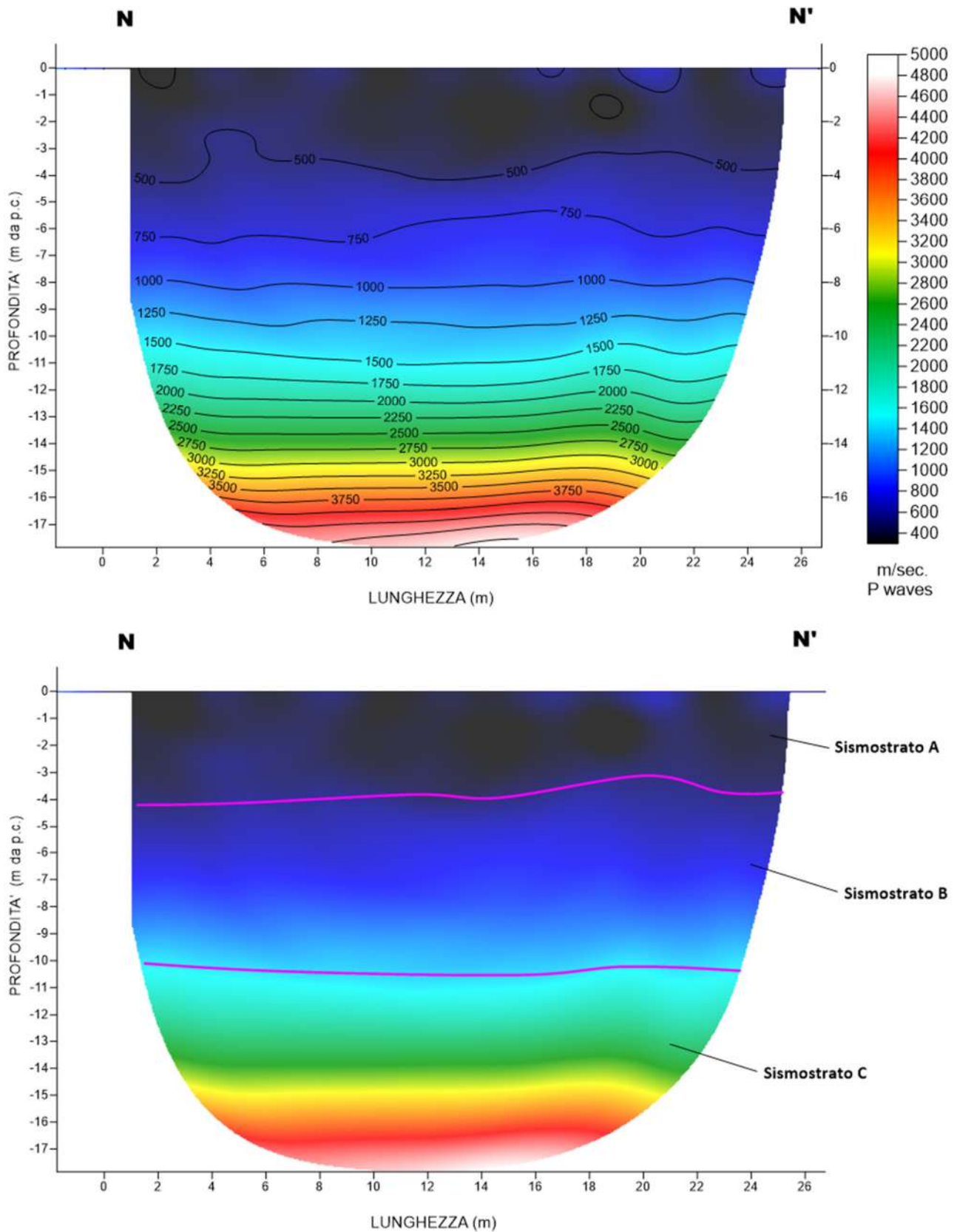


Fig. 20 – Sezione tomografica del profilo NN' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **3 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di circa 4 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il sismostrato B invece, è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1500 m/s, che crescono in modo continuo fino a raggiungere una profondità di circa 10 metri dal piano campagna. Il sismostrato C infine, è caratterizzato da valori di velocità delle onde P che aumentano gradualmente con la profondità fino a raggiungere la profondità investigata di circa 16 m dal p.c.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B e C, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

#### 4.7 Stendimento sismico OO': interpretazione dei dati

Il profilo di sismica a rifrazione OO' ha una lunghezza di 24 metri lineari con interspazio geofonico di 1.0 m, direttrice orientata N.NW/S.SE e i due punti estremi hanno le seguenti coordinate (WGS84):

G – 662252.8 – 4323560.8 G' – 662259.8 – 4323535.3

Lo stendimento OO' è stato ubicato come riportato nella seguente figura (Fig.21).

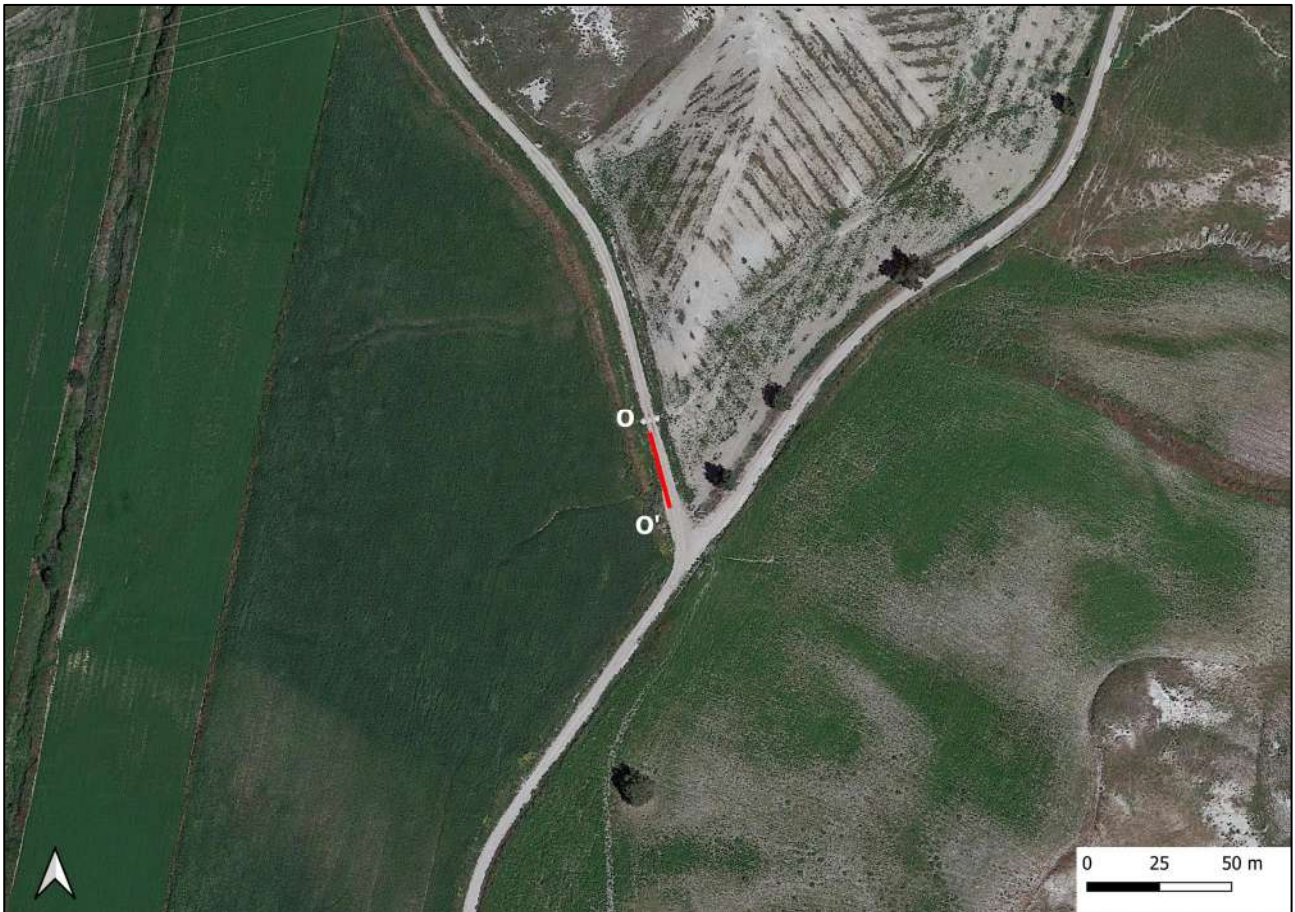


Fig. 21 – Ubicazione dello stendimento sismico OO' su Ortofoto

La configurazione adottata è a 7 shots così distribuiti: 2 end – shots, posti a 0.5 metro dai geofoni esterni (S1 e S7); 4 intermedi, posti rispettivamente tra il 4° e 5° (S2), tra 8° e 9° (S3), tra 16° e 17° (S5), tra 20° e 21° (S6); 1 centrale tra il 12° e il 13° geofono (S4) (Fig.22).

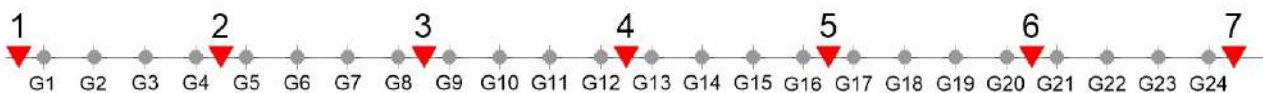


Fig.22 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico a rifrazione OO'

L'analisi interpretativa ha permesso di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde P con la profondità, così come mostrato nella Figura 23 (sezione sismostratigrafica ed interpretazione).



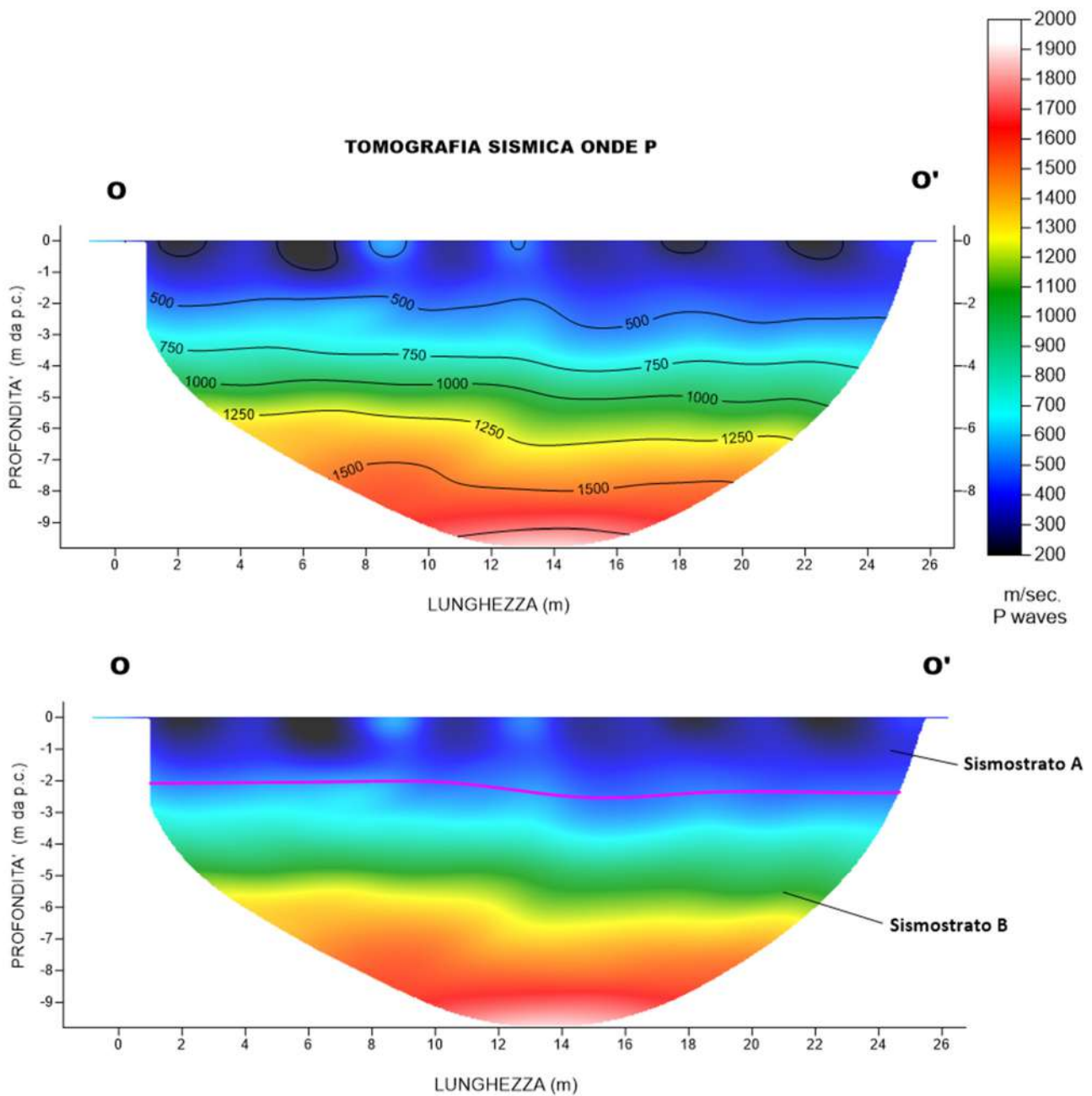


Fig. 23 – Sezione tomografica del profilo OO' (a). Interpretazione sezione tomografica (b)

Dal risultato dell'analisi sismica eseguita è possibile rilevare la presenza di **2 sismostrati** con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P.

Nel primo sismostrato, che dal piano campagna si spinge fino ad una profondità di 2 metri, sono stati riscontrati valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali P comprese tra 250 m/s e 500 m/s. Il secondo sismostrato invece, è caratterizzato da un incremento delle velocità delle onde P con la profondità, che raggiungono valori di circa 1750 m/s alle profondità indagate, ossia circa 10 metri di profondità dal piano campagna.

Assimilando le velocità sismiche riscontrate, alla geologia dell'area, è possibile assimilare i sedimenti del sismostrato A ad una coltre di argille marnose alterate e poco coese, mentre i sedimenti del sismostrato B, sono riferibili ad argille ma il cui grado di compattazione aumenta con la profondità.

## 5. ANALISI MASW

L'indagine geofisica è stata completata con l'esecuzione di n.9 indagini MASW per la determinazione della categoria di suolo di fondazione e la stima del fattore di amplificazione sismica dell'area, sulla stessa traccia dei profili precedenti.

### 5.1 Stendimento sismico GG': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.45).

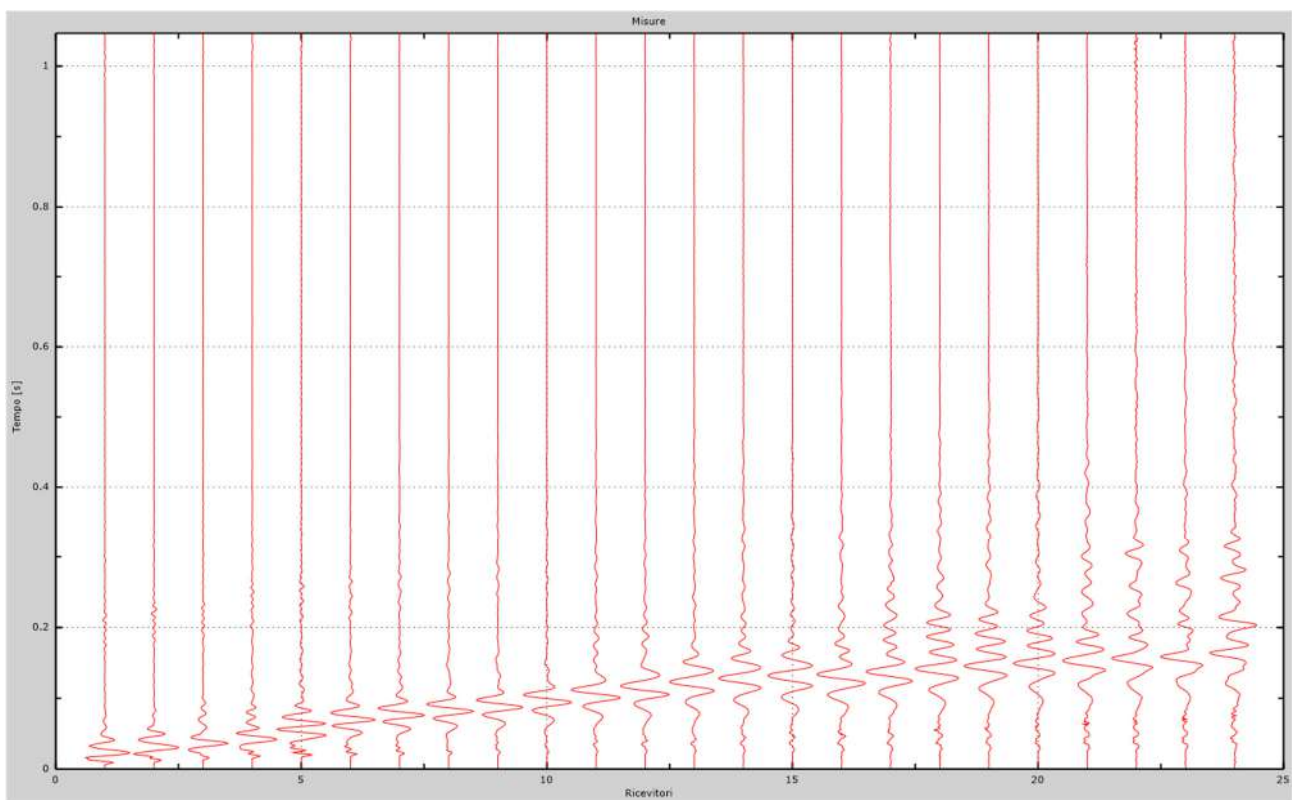


Fig. 45 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo GG'

L'individuazione del profilo  $V_s$  in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.46) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.47). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio  $V_s$  in funzione della profondità (Fig.48). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.



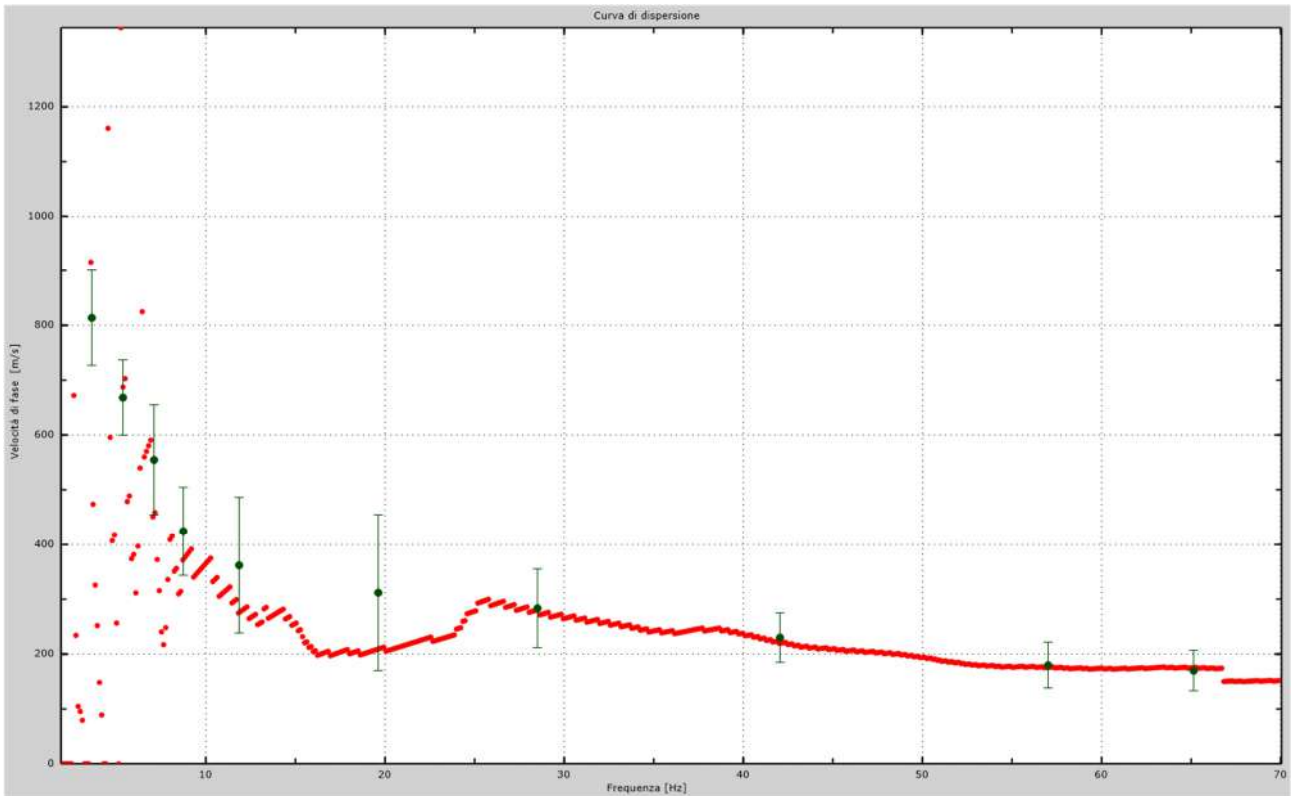


Fig.46 - Curva di dispersione sperimentale.

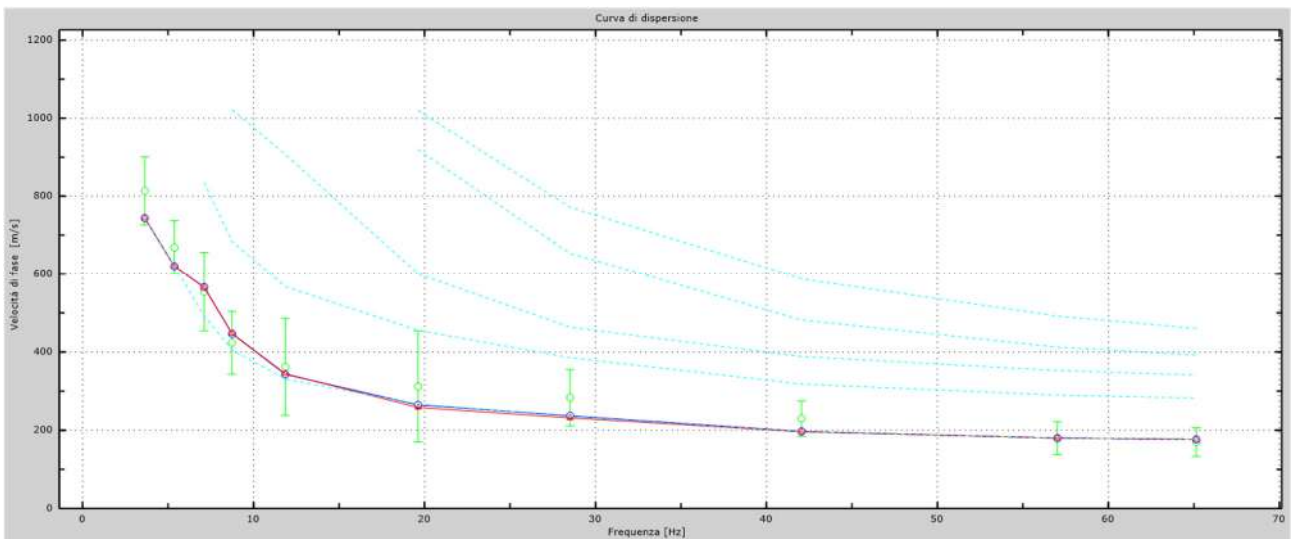


Fig.47 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

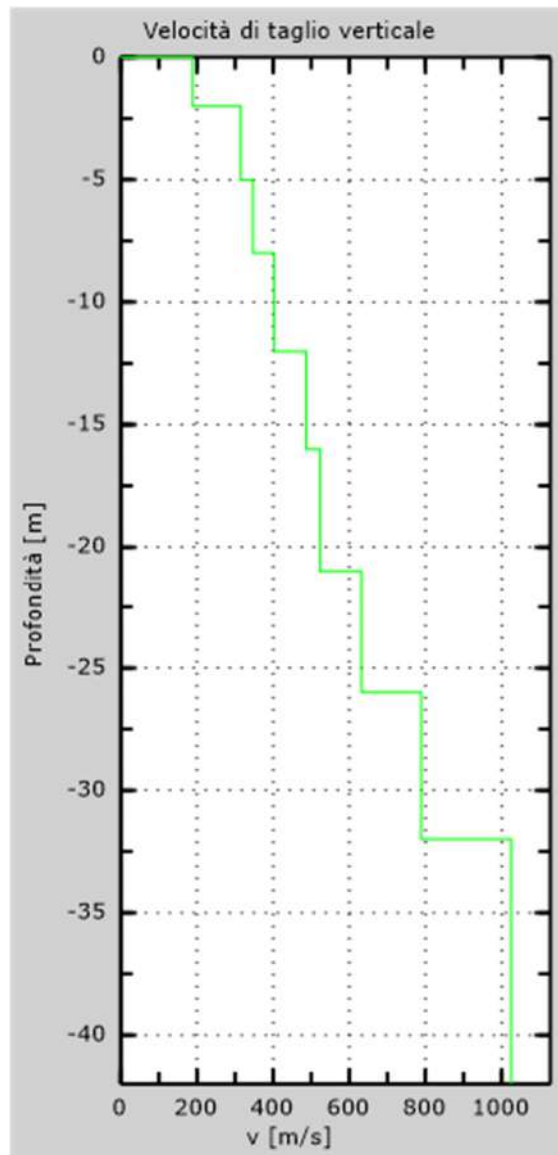


Fig. 48 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

## 5.2 Stendimento sismico HH': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.49).

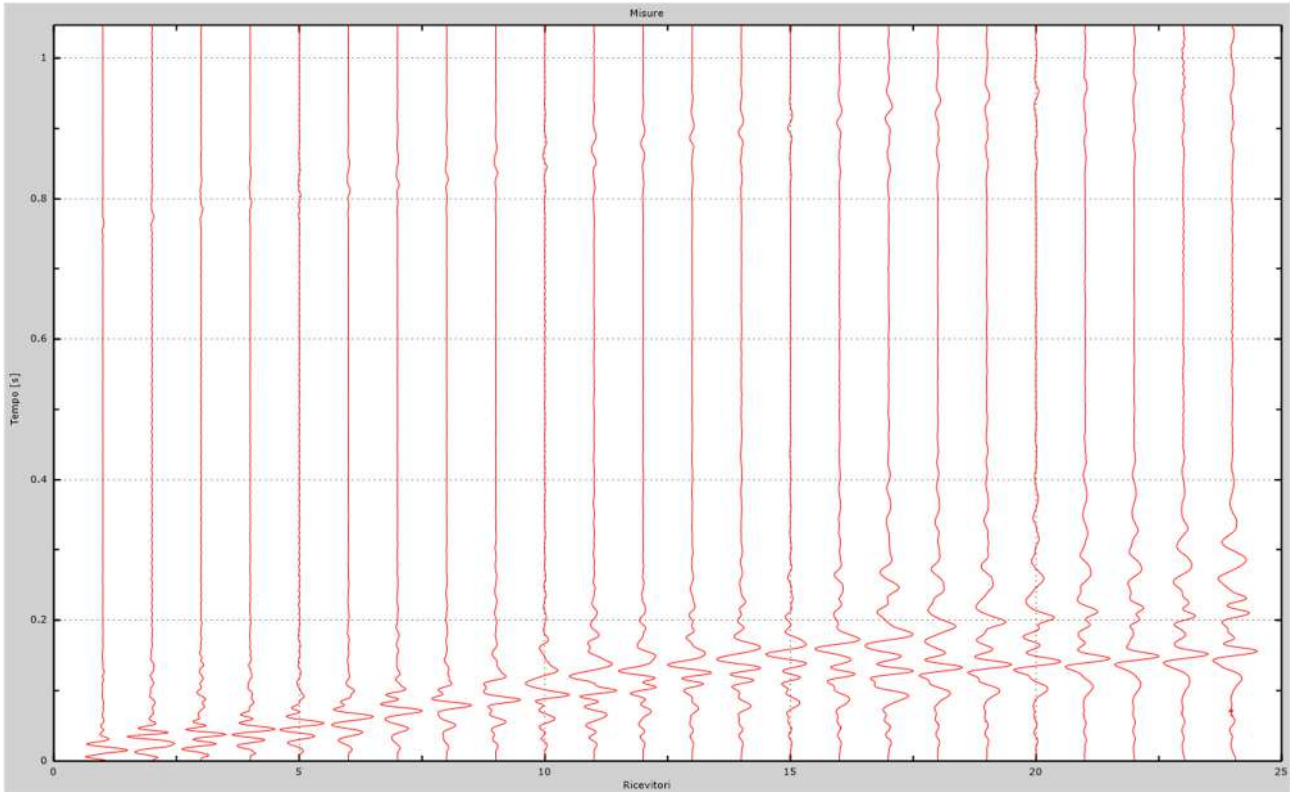


Fig. 49 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo HH'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.50) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.51). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità (Fig.52). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.



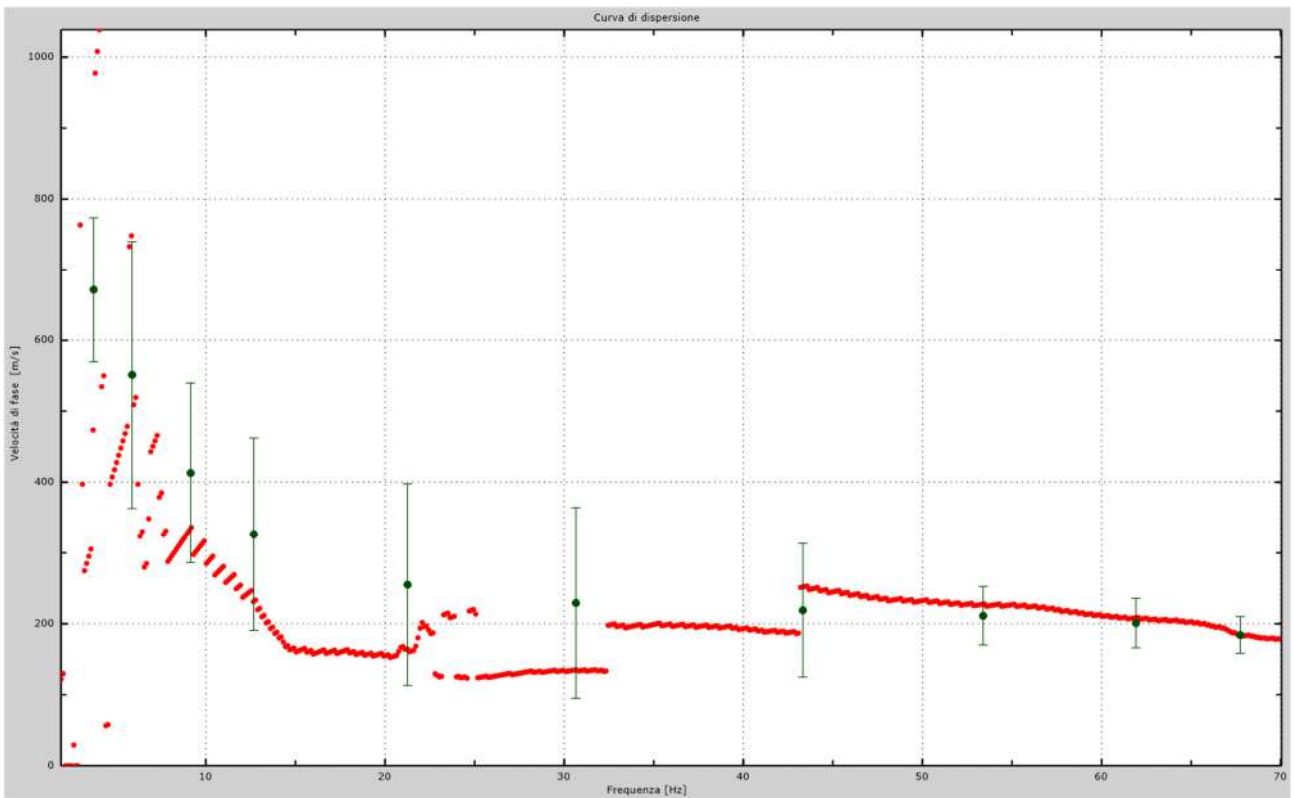


Fig.50 - Curva di dispersione sperimentale.

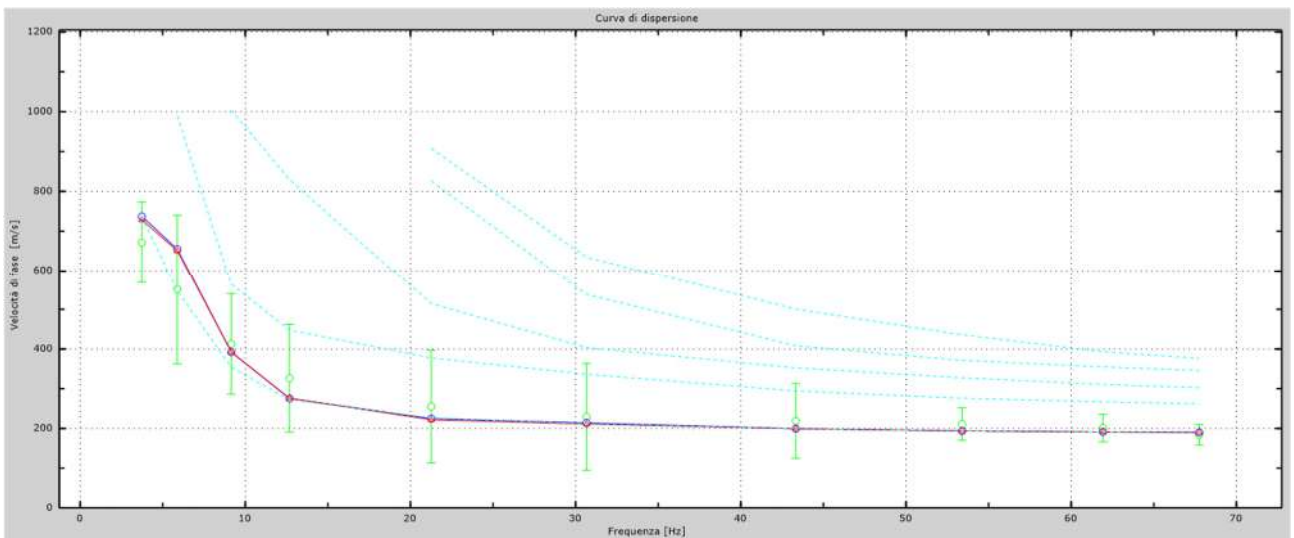


Fig.51 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

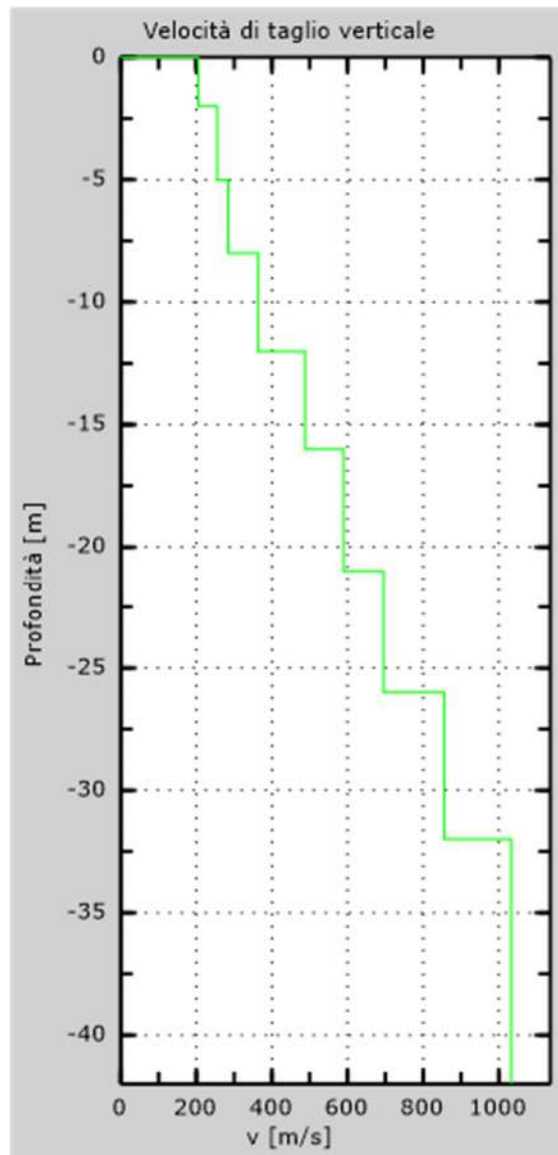


Fig. 52 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

### 5.3 Stendimento sismico II': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.53).

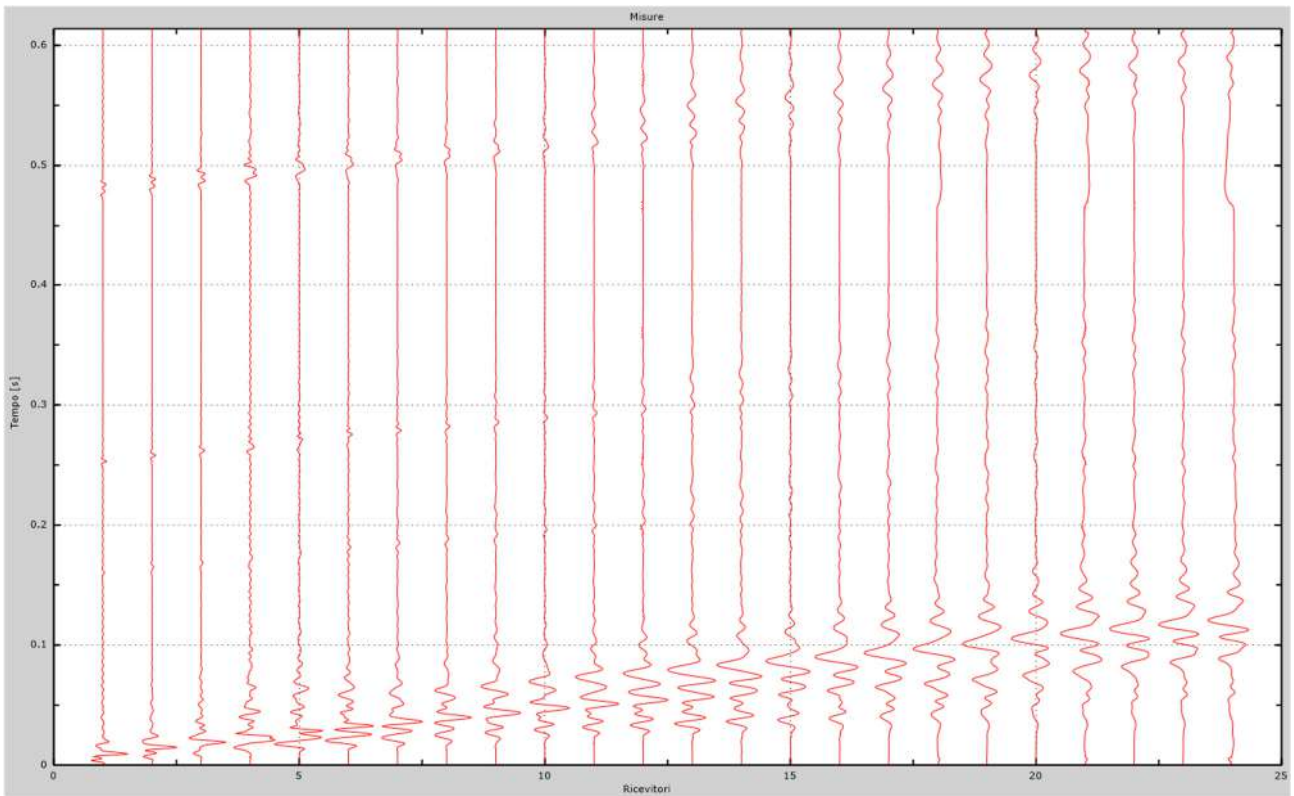


Fig. 53 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo II'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.54) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.55). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità (Fig.56). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.



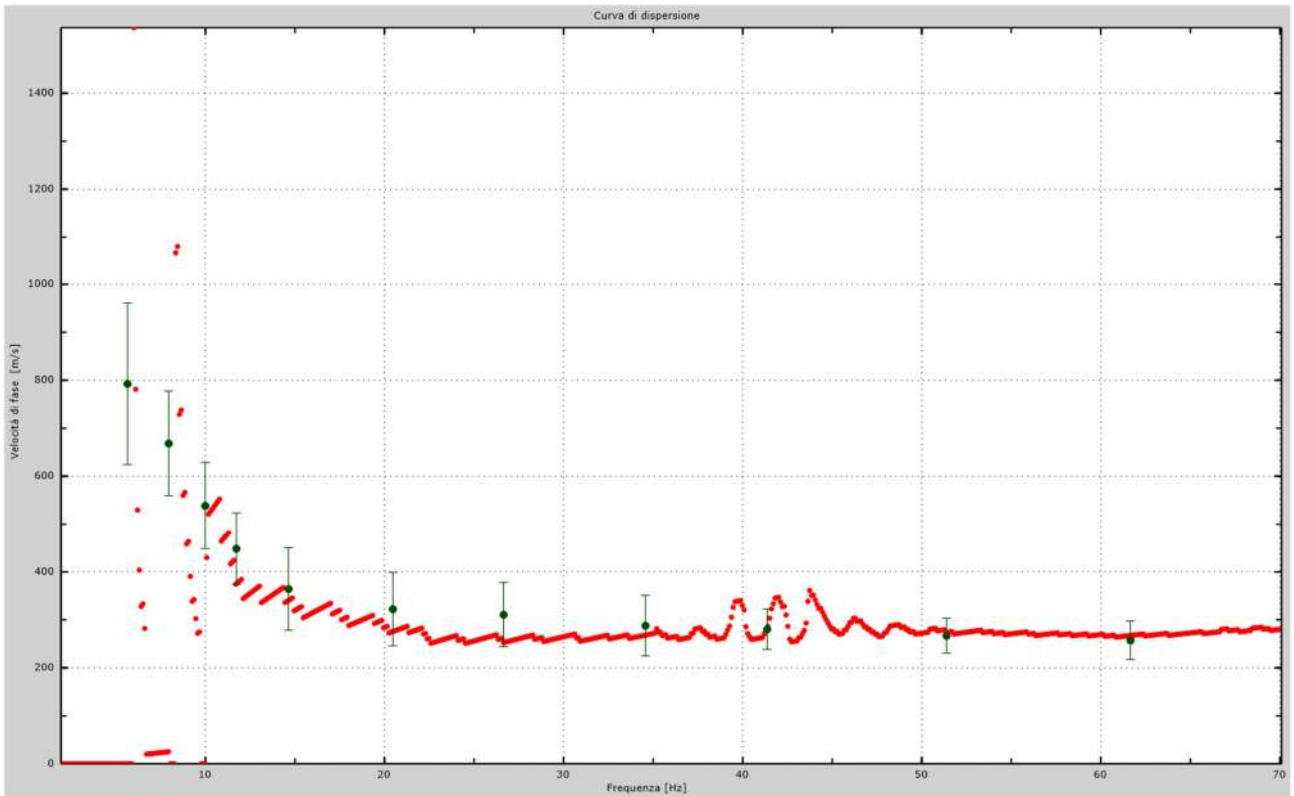


Fig.54 - Curva di dispersione sperimentale.

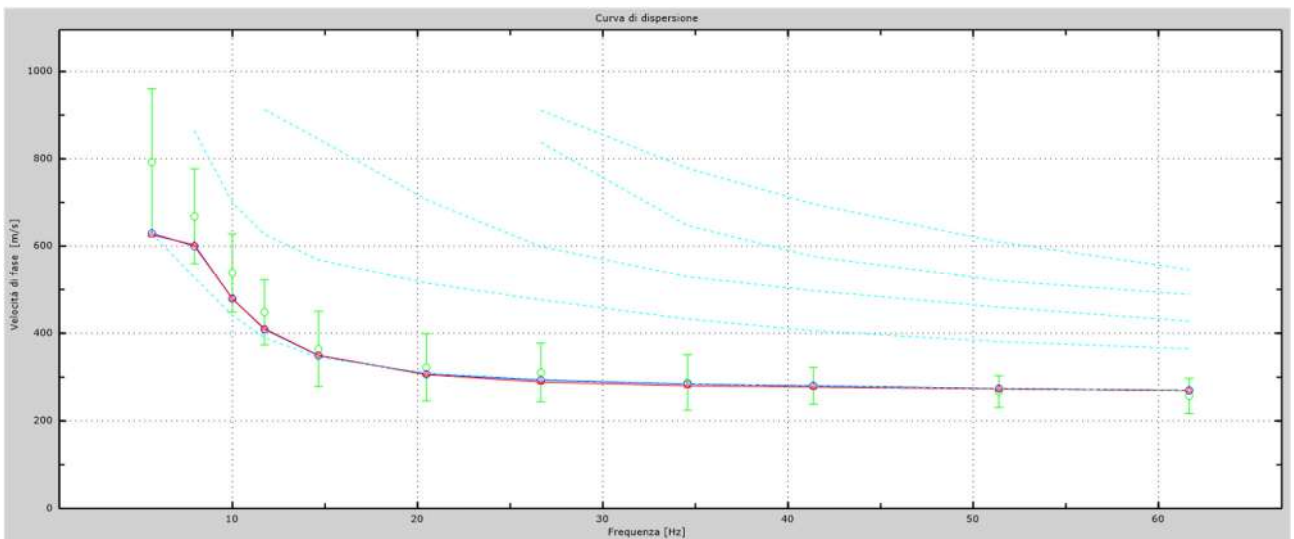


Fig.55 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

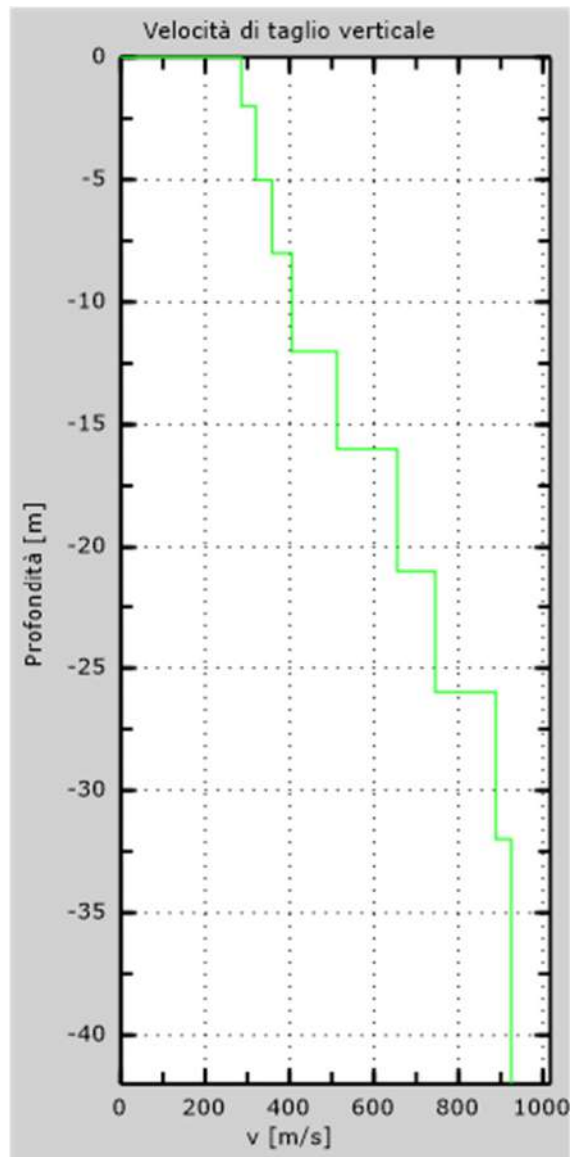


Fig. 56 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

## 5.4 Stendimento sismico LL': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.57).

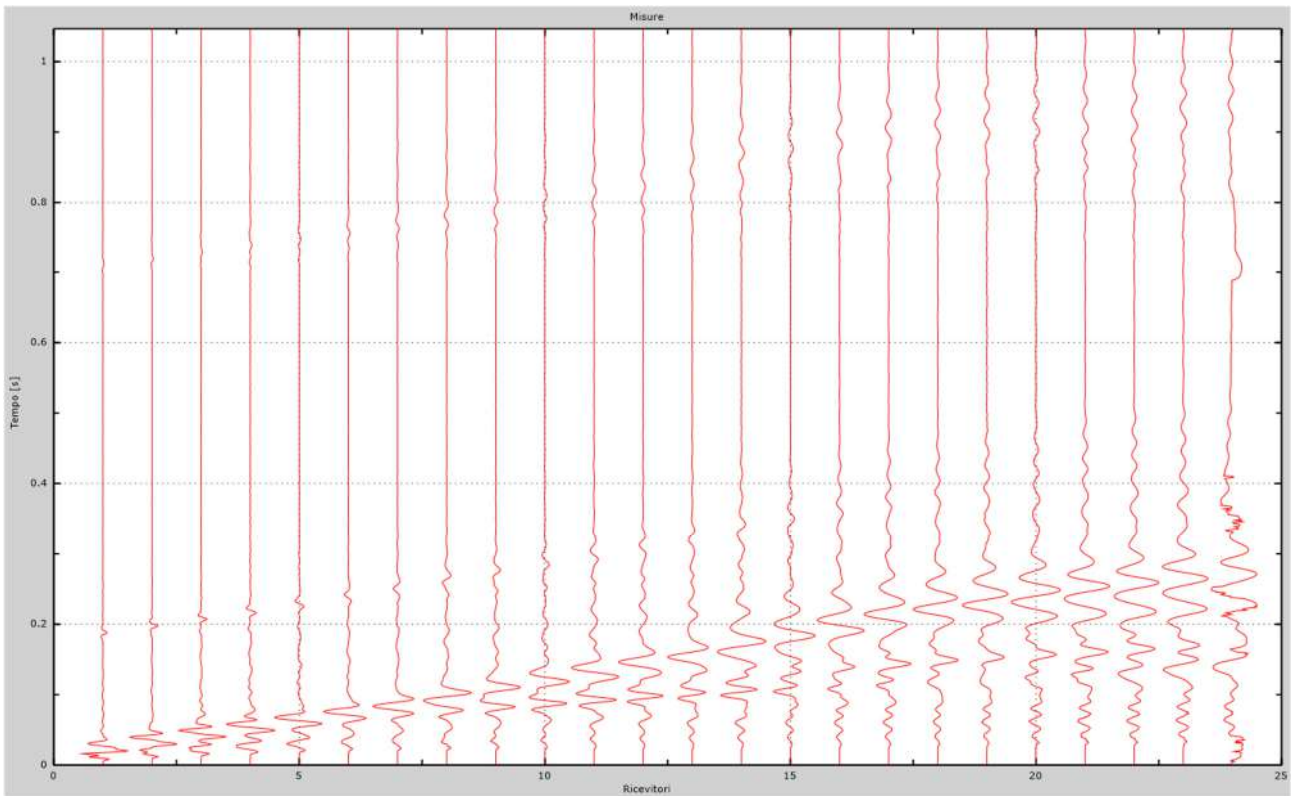


Fig. 57 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo LL'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.58) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.59). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità (Fig.60). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.



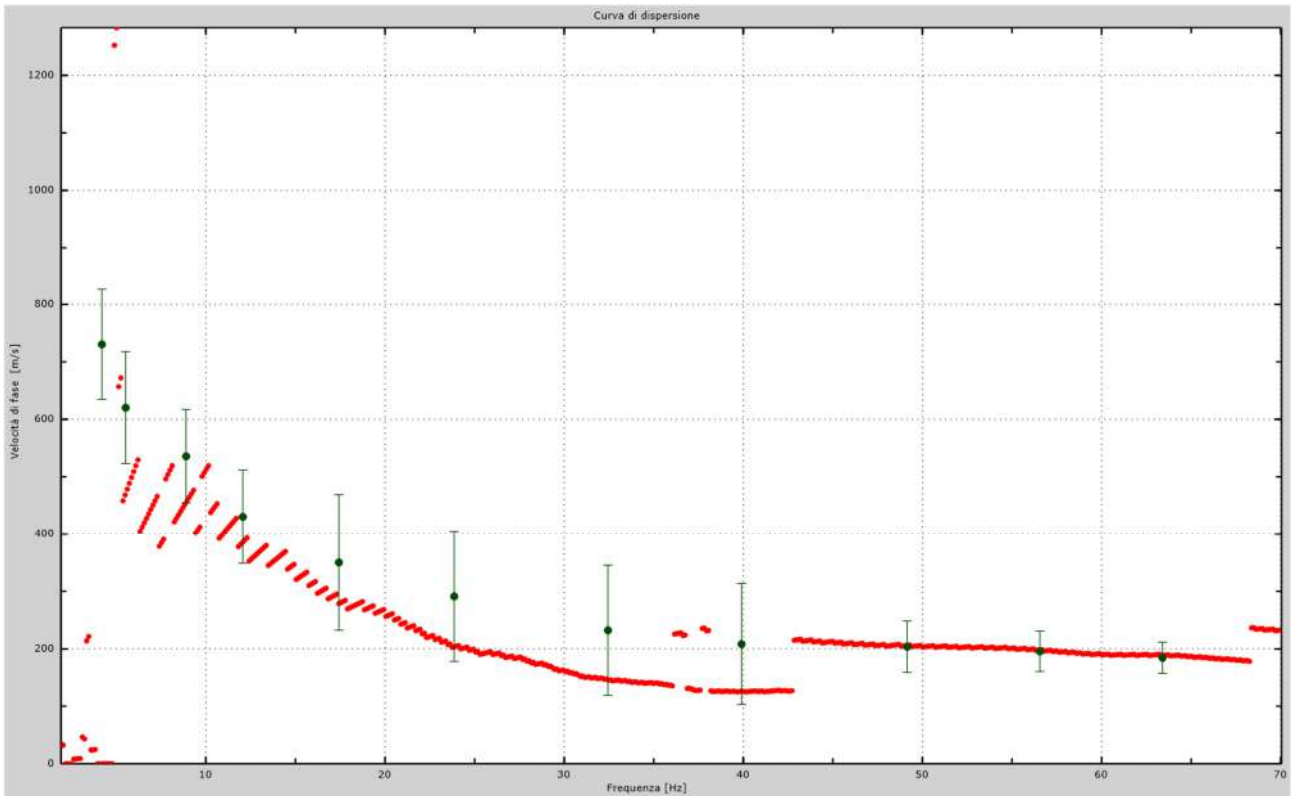


Fig.58 - Curva di dispersione sperimentale.

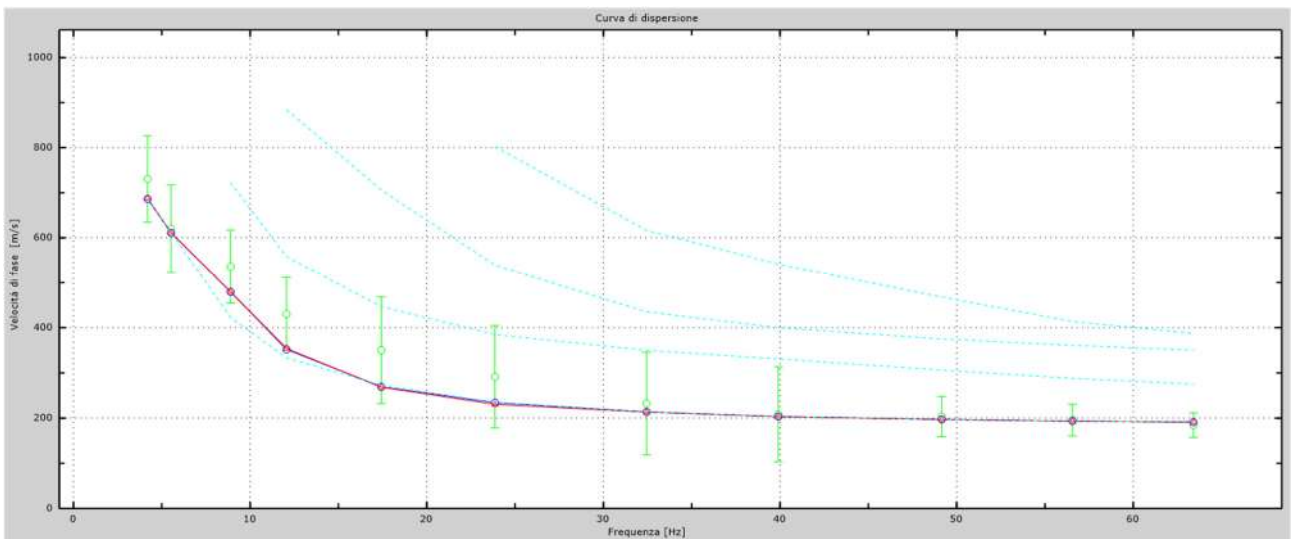


Fig.59 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

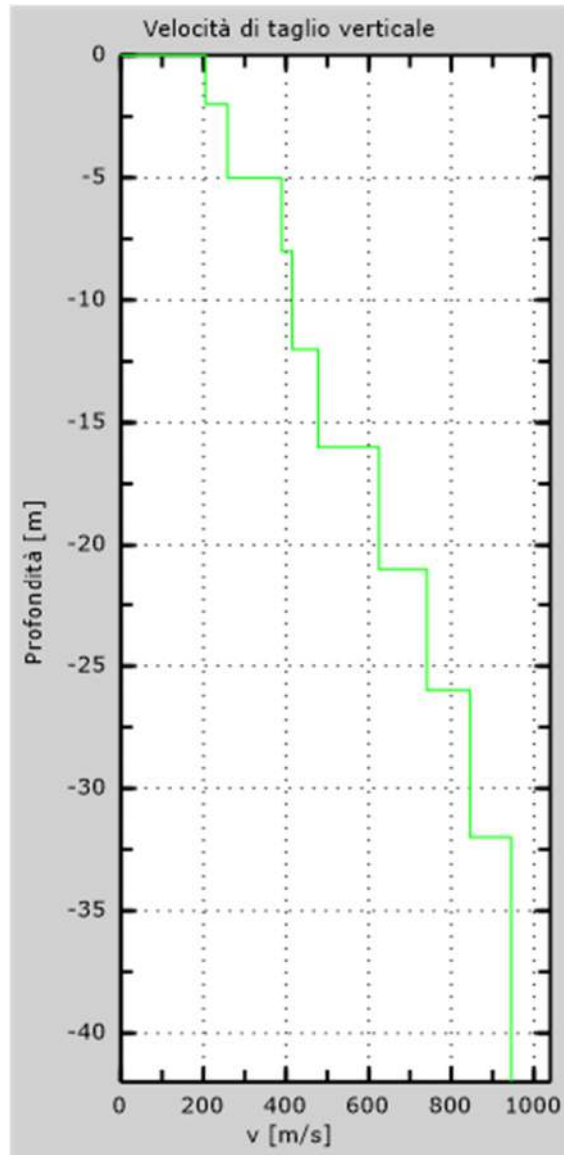


Fig. 60 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

## 5.5 Stendimento sismico MM': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.61).

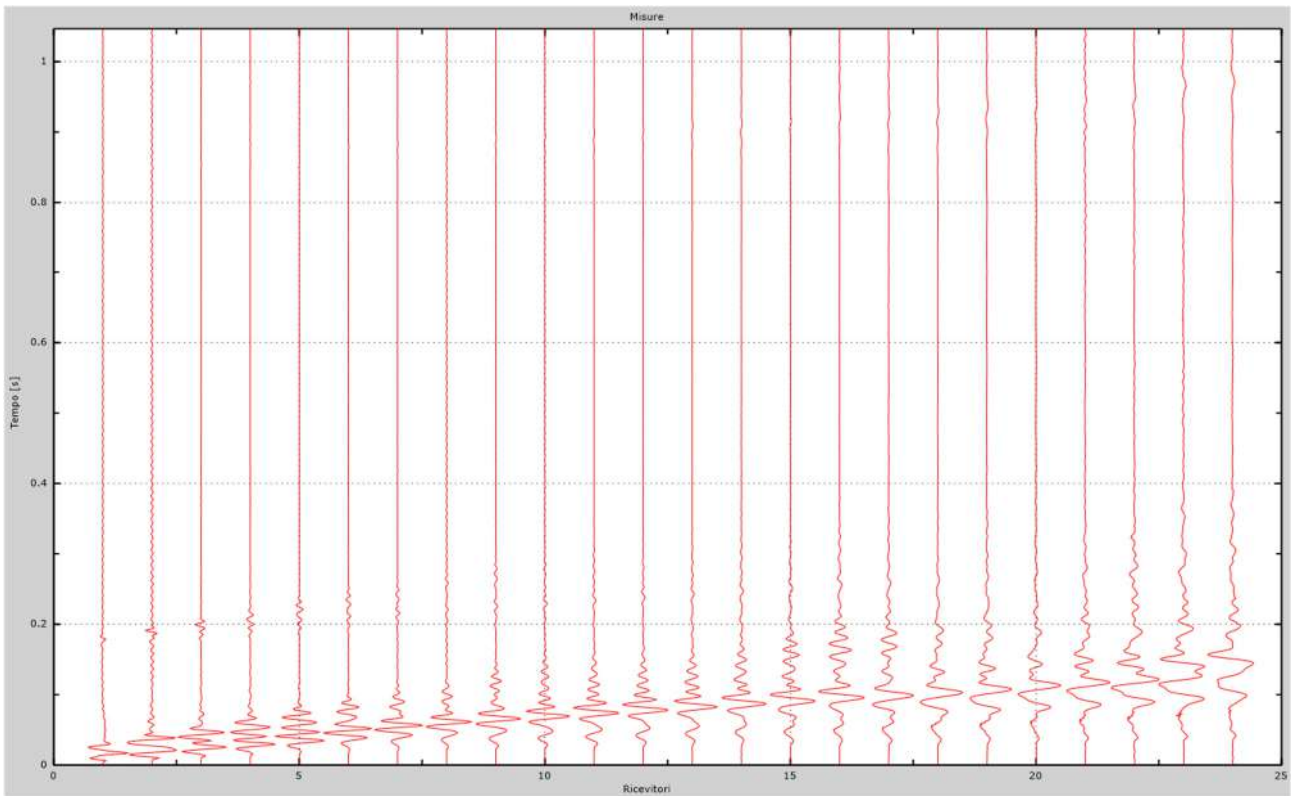


Fig. 61 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo MM'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.62) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.63). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità (Fig.64). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.



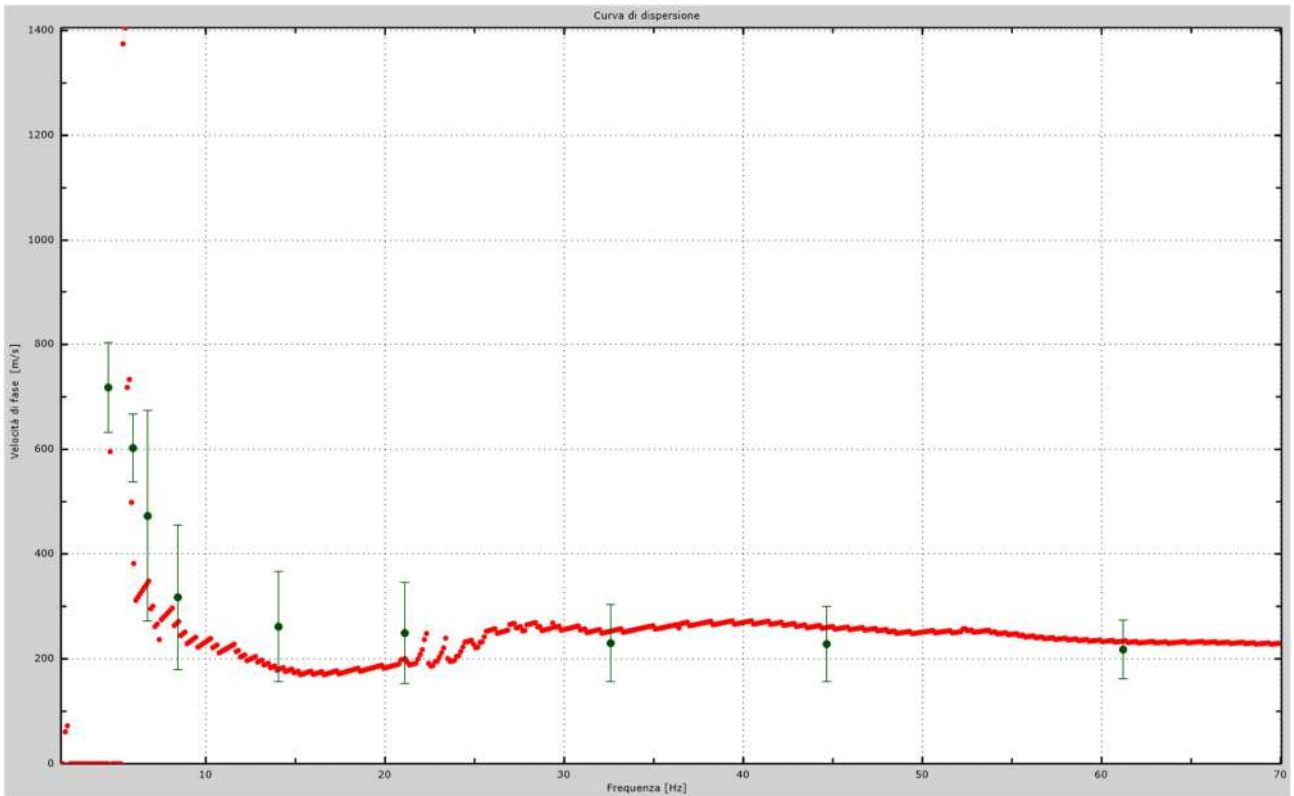


Fig.62 - Curva di dispersione sperimentale.

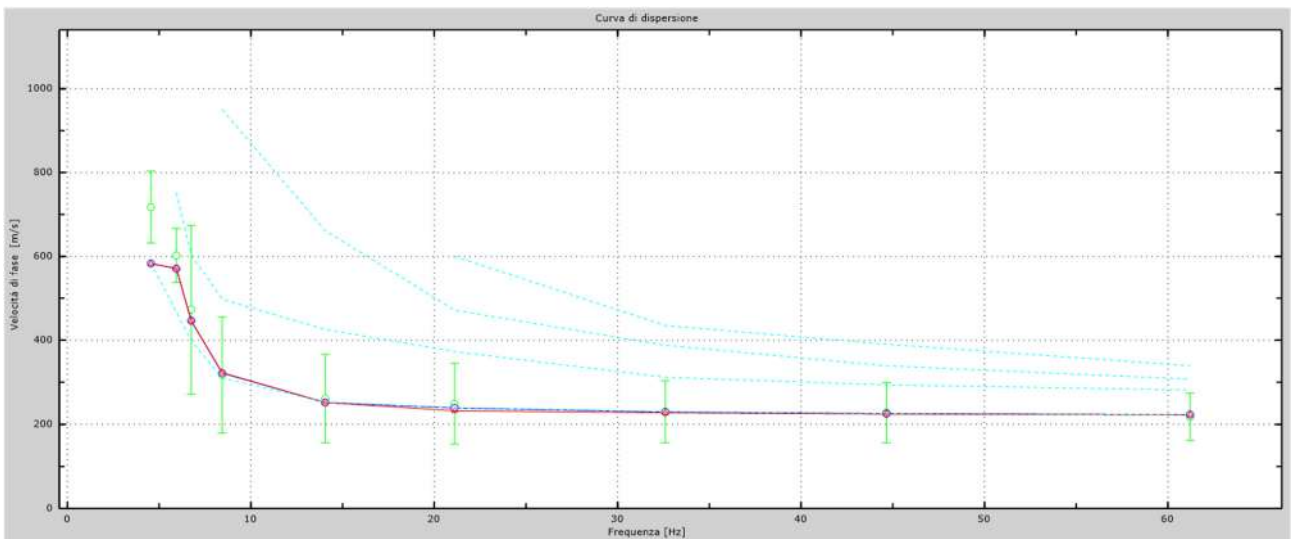


Fig.63 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

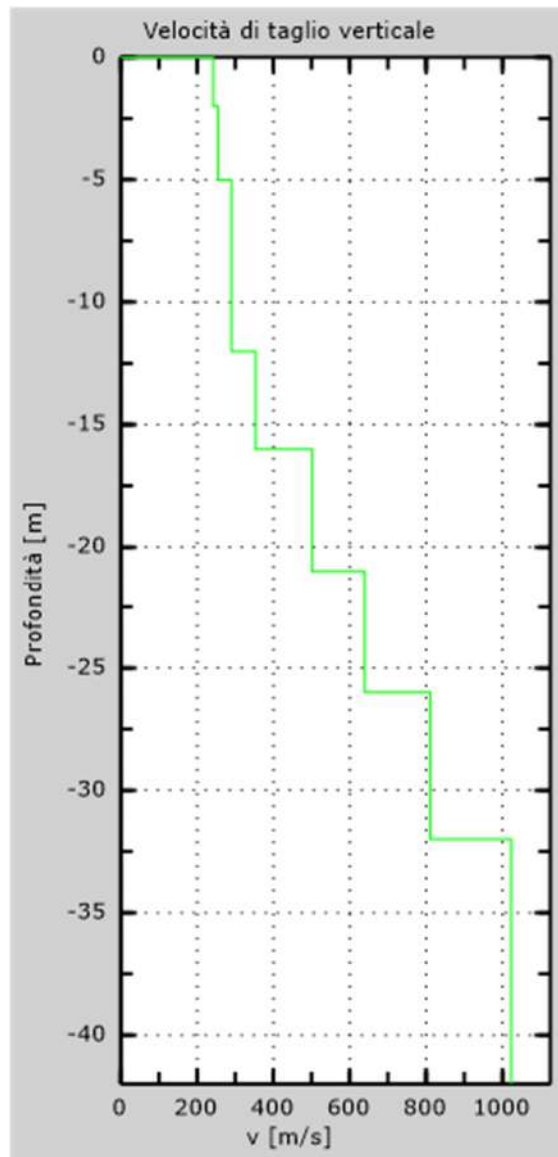


Fig. 64 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

## 5.6 Stendimento sismico NN': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.65).

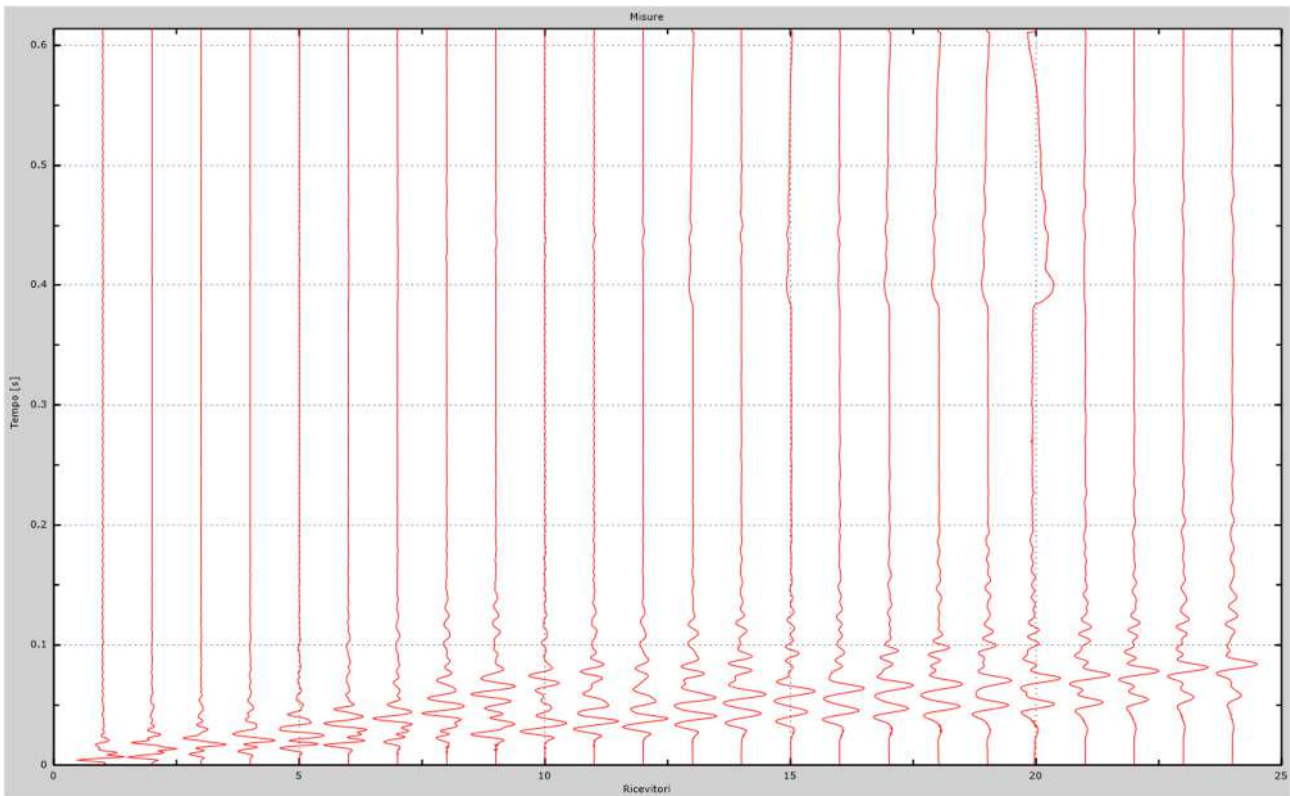


Fig. 65 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo NN'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.66) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.67). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità (Fig.68). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.



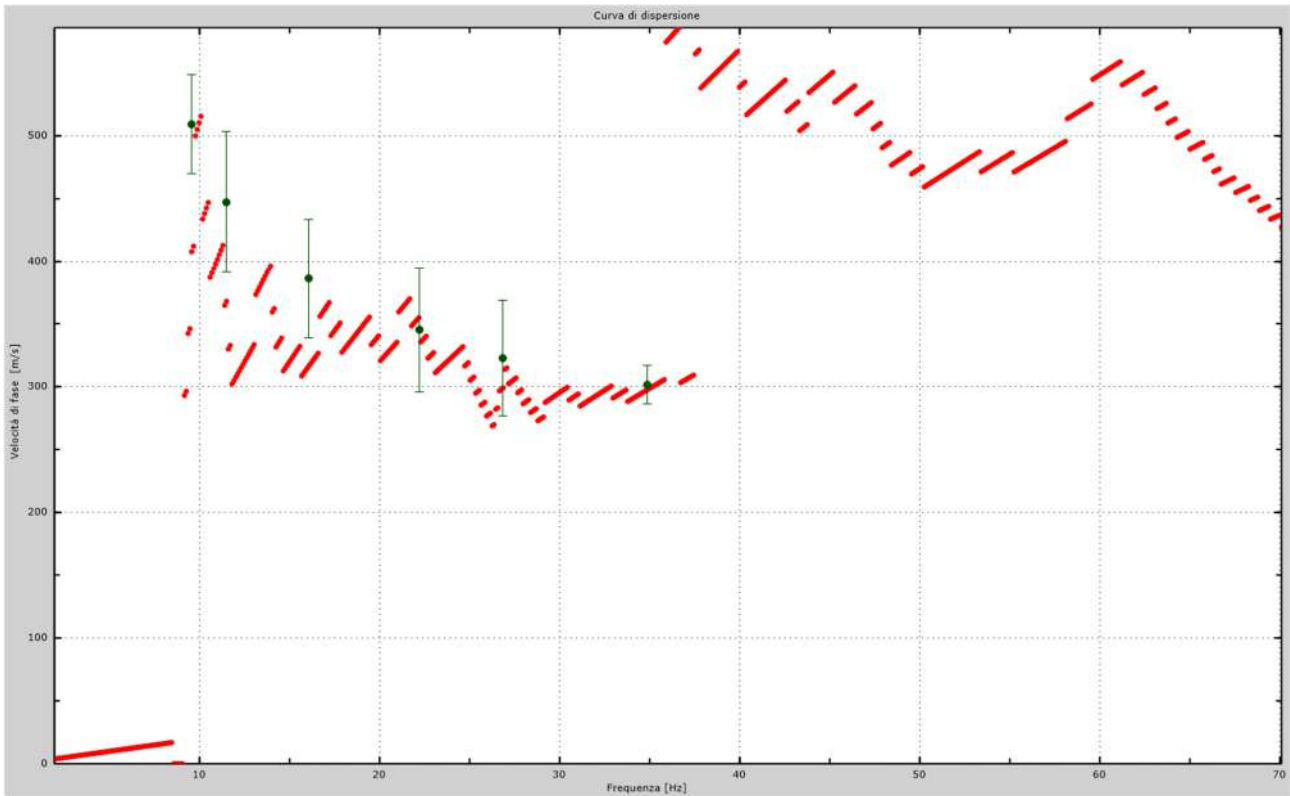


Fig.66 - Curva di dispersione sperimentale.

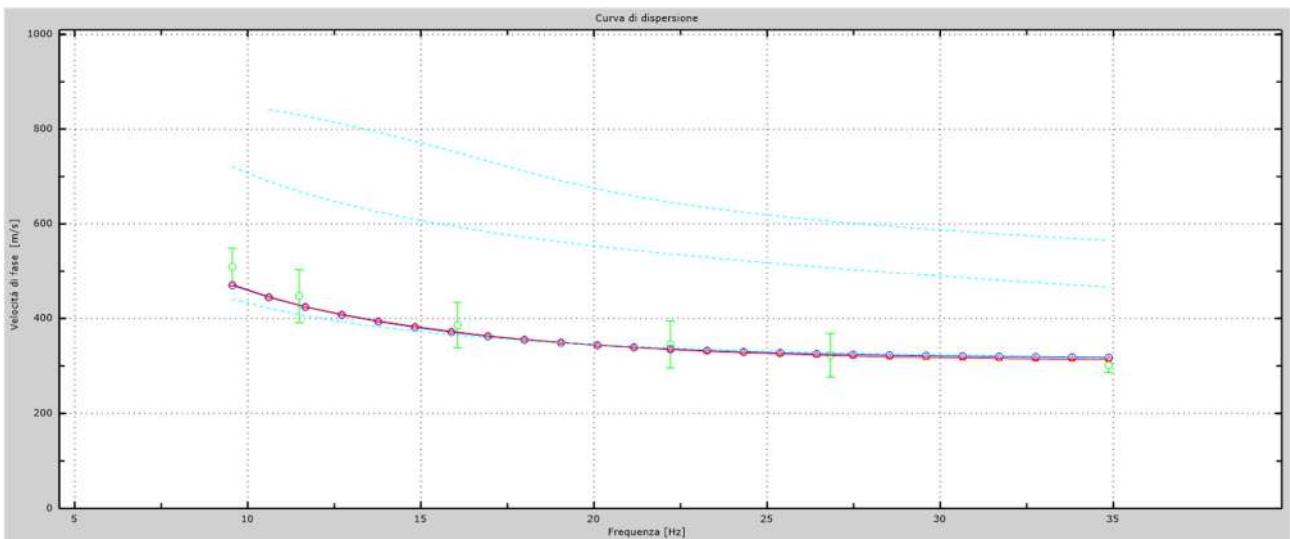


Fig.67 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

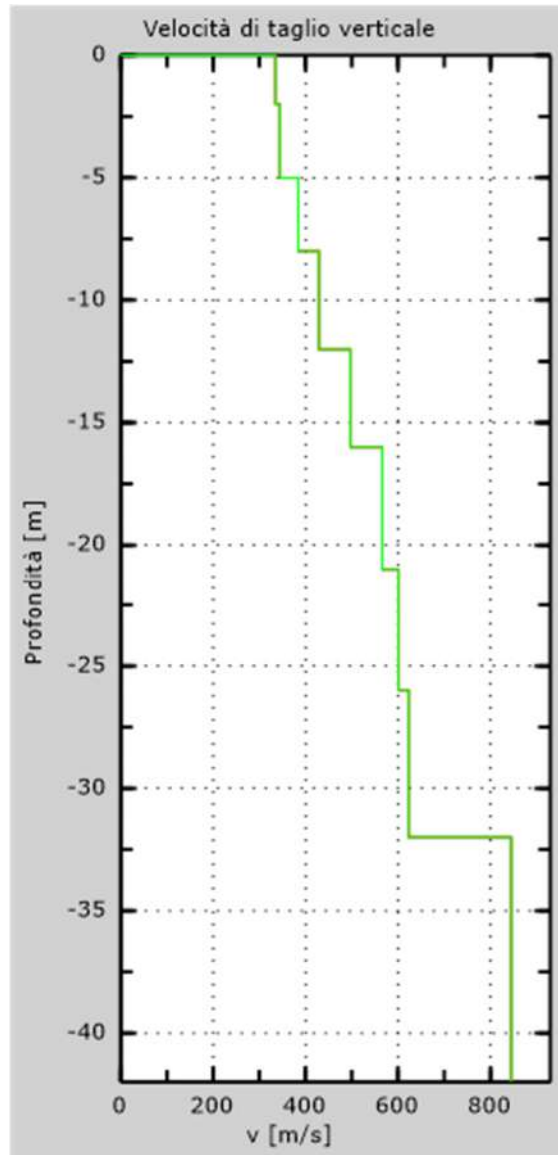


Fig. 68 - Profilo VS – calcolato a partire dall'attuale p.c.

## 5.7 Stendimento sismico 00': interpretazione dei dati

Per il profilo in questione sono stati eseguiti alcuni scoppi effettuati a 1.0 m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono. Il treno di onde generato da ciascun colpo di massa battente è stato campionato con intervallo temporale di 2.44 secondi (Fig.69).

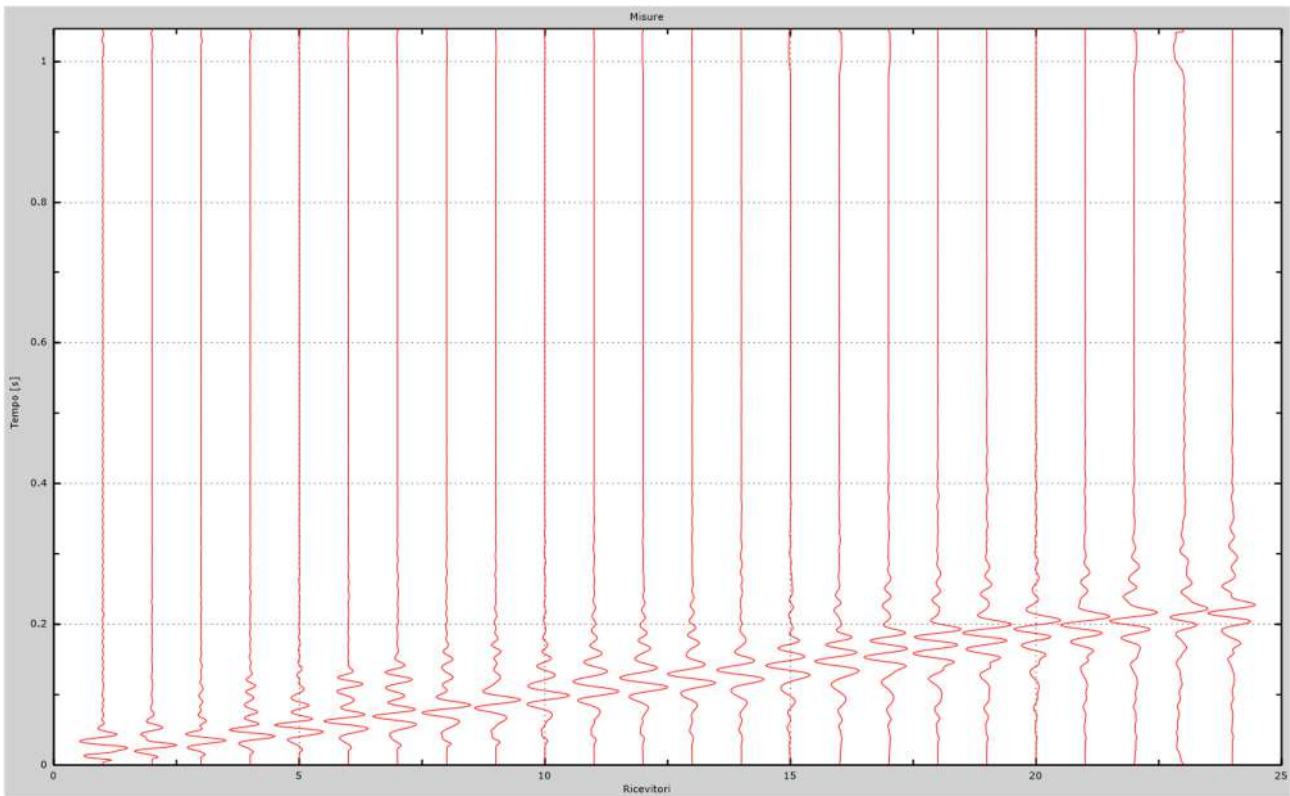


Fig. 69 – Sismogrammi dello scoppio considerato per l'analisi MASW del profilo OO'

L'individuazione del profilo Vs in funzione della profondità è stato desunto individuando la differenza (errore massimo) tra la curva di dispersione sperimentale (Fig.70) e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato (Fig.71). Minore appare tale imprecisione, maggiore risulta la probabilità che il profilo delle onde di taglio individuato sia quello giusto.

L'analisi dello spettro "velocità di fase -frequenza" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità (Fig.72). Si precisa infine che, come esposto sinteticamente nel paragrafo inerente la metodologia M.A.S.W., il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità rilevata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione.

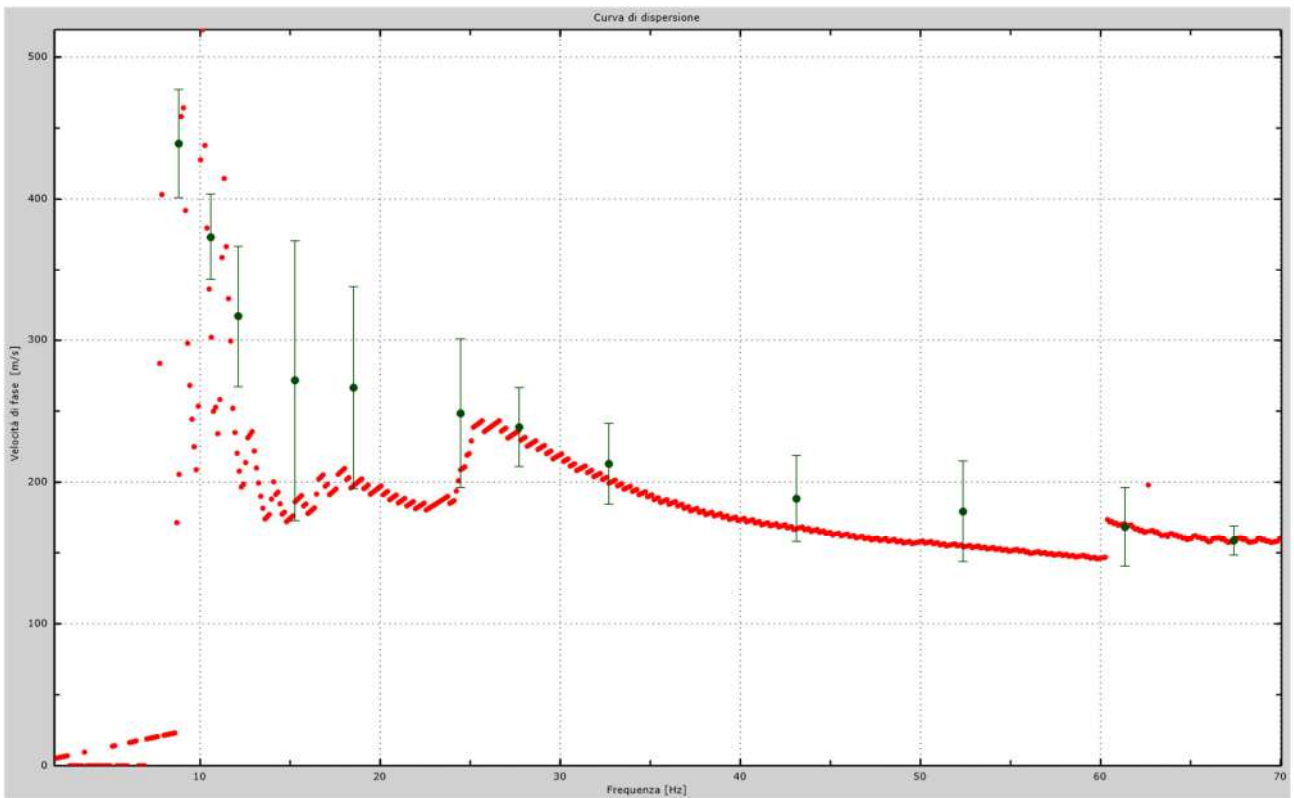


Fig.70 - Curva di dispersione sperimentale.

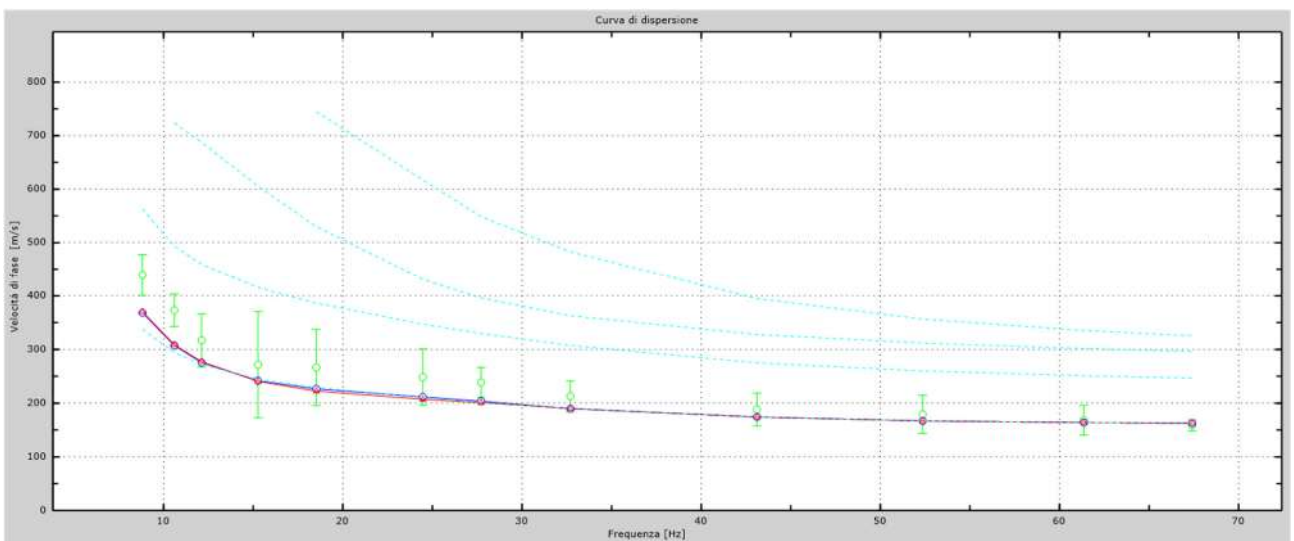


Fig.71 - Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).



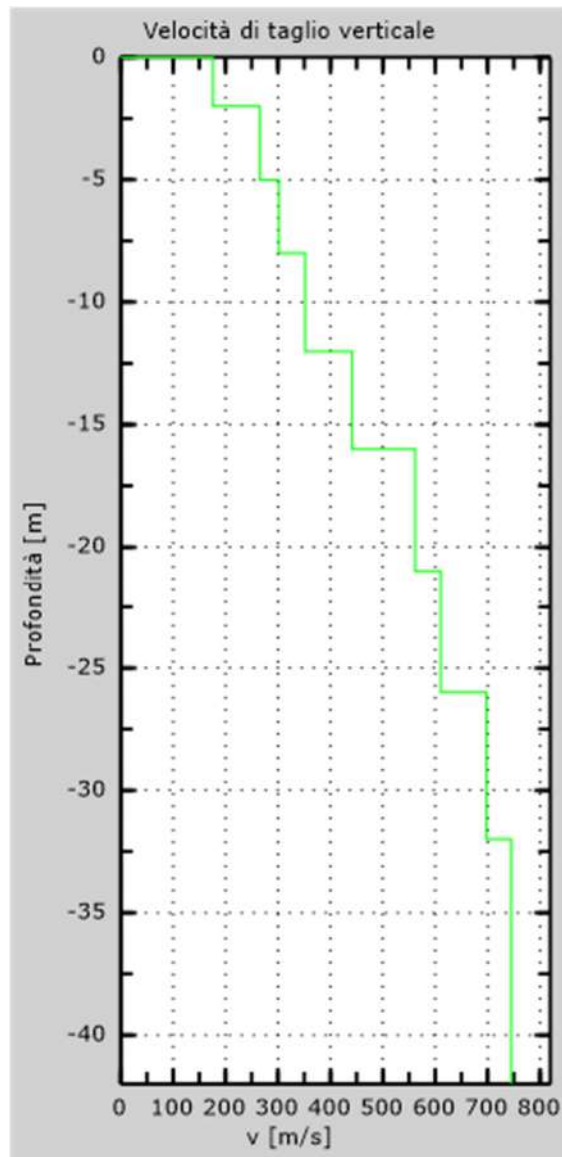


Fig. 72 - Profilo Vs – calcolato a partire dall'attuale p.c.

## 6. CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

Sulla base delle risultanze dell'indagine MASW condotte nell'area oggetto di studio, il sottosuolo di fondazione è stato classificato ai sensi delle normative che attualmente regolano il settore (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, e dalle modifiche allo stesso portate dal Consiglio dei ministri con ordinanza n.3431 del 03.05.2005, DM 17/01/2018).

L'indagine M.A.S.W. ha consentito la stima dei valori delle velocità medie delle onde sismiche di taglio e, da queste, il calcolo della  $V_{s,eq}$  risultante, applicando la seguente formula:

$$V_{s,eq} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

in cui  $V_{s,i}$  e  $h_i$  indicano la velocità delle onde di taglio (in m/s) e lo spessore (in m) del sismostrato i-esimo per un totale di N sismostrati presenti.

## 6.1 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo GG'

Per l'acquisizione GG', sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Dati

Numero di strati

Profondità piano di posa  m

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	2.00	189
2	3.00	315
3	3.00	347
4	4.00	402
5	4.00	487
6	5.00	523
7	5.00	632
8	6.00	789

- +

Profondità complessiva  m

V<sub>s,eq</sub>  m/s

Categoria del suolo

**V<sub>s,eq</sub> 431.93 m/s**  
**Categoria del suolo B**

Sulla base della  $V_{s,eq}$  calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

## 6.2 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo HH'

Per l'acquisizione HH', sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Dati

Numero di strati

Profondità piano di posa  m

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	2.00	205
2	3.00	255
3	3.00	284
4	4.00	363
5	4.00	488
6	5.00	589
7	5.00	695
8	6.00	856

- +

Calcola

Profondità complessiva  m

Vs, eq  m/s

Categoria del suolo

**Vs, eq** **388.16 m/s**  
**Categoria del suolo** **B**

Sulla base della  $V_{s,eq}$  calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*



### 6.3 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo II'

Per l'acquisizione II', sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Dati

Numero di strati   
 Profondità piano di posa  m

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	2.00	286
2	3.00	320
3	3.00	358
4	4.00	405
5	4.00	512
6	5.00	655
7	5.00	745
8	6.00	888

- +

Calcola

Profondità complessiva  m  
 Vs, eq  m/s  
 Categoria del suolo

**s, eq 457.89 m/s**  
**Categoria del suolo B**

Sulla base della  $V_{s,eq}$  calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

#### 6.4 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo LL'

Per l'acquisizione LL', sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Dati

Numero di strati

8

Profondità piano di posa

0

m

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	2.00	205
2	3.00	258
3	3.00	389
4	4.00	415
5	4.00	478
6	5.00	625
7	5.00	741
8	6.00	845

- +

Calcola

Profondità complessiva

32

m

V<sub>s,eq</sub>

420.37

m/s

Categoria del suolo

B

**V<sub>s,eq</sub>**

**420.37 m/s**

**Categoria del suolo**

**B**

Sulla base della V<sub>s,eq</sub> calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

## 6.5 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo MM'

Per l'acquisizione MM', sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Dati

Numero di strati

Profondità piano di posa  m

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	2.00	242
2	3.00	255
3	3.00	340
4	4.00	352
5	4.00	412
6	5.00	501
7	5.00	639
8	6.00	811

- +

**Calcola**

Profondità complessiva  m

Vs, eq  m/s

Categoria del suolo

**Vs, eq** **383.88 m/s**  
**Categoria del suolo** **B**

Sulla base della  $V_{s,eq}$  calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

## 6.6 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo NN'

Per l'acquisizione NN', sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Dati

Numero di strati

Profondità piano di posa  m

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	2.00	335
2	3.00	344
3	3.00	384
4	4.00	429
5	4.00	497
6	5.00	566
7	5.00	601
8	6.00	623

- +

Calcola

Profondità complessiva  m

Vs, eq  m/s

Categoria del suolo

**Vs, eq** **472.81 m/s**  
**Categoria del suolo** **B**

Sulla base della  $V_{s,eq}$  calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*



## 6.7 Categoria di sottosuolo di fondazione: Profilo OO'

Per l'acquisizione OO', sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Dati

Numero di strati

Profondità piano di posa  m

Nr.	Spessore [m]	Velocità [m/s]
1	2.00	176
2	3.00	265
3	3.00	302
4	4.00	352
5	4.00	441
6	5.00	562
7	5.00	611
8	6.00	698

- +

**Calcola**

Profondità complessiva  m

Vs, eq  m/s

Categoria del suolo

**Vs, eq** **418.46 m/s**  
**Categoria del suolo** **B**

Sulla base della  $V_{s,eq}$  calcolata, è possibile assegnare il sottosuolo di fondazione alla Categoria 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.*

## 7. CARATTERIZZAZIONE ELASTICO-MECCANICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Nel dettaglio quindi si riporta una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per per gli stendimenti sismici realizzati. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalla prova MASW. I parametri elaborati sono i seguenti:  $g$  = densità sismica calcolata mediante la seguente formula:  $0.51 V_p^{0.19}$ ;  $G_0$  = Modulo di taglio;  $K$  = Modulo di volume;  $E$  = Modulo di Young;  $M$  = Modulo di contrasto;  $IS$  = Impedenza sismica;  $\mu$  = modulo di Poisson.

### Stendimento sismico GG'

Prof. (m da p.c.)	Unità	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	$g$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$G_0$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$K$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$M$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\mu$	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	IS (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
0.50	A - TETTO	250.00	156.00	1.46	358.6	442.9	847.2	921.0	0.18	1.60	227.15
1.00	A - LETTO	500.00	255.00	1.66	1093.1	2745.2	2895.1	4202.7	0.32	1.96	423.56
1.00	B - TETTO	500.00	255.00	1.66	1093.1	2745.2	2895.1	4202.7	0.32	1.96	423.56
5.00	B - LETTO	1500.00	695.00	2.05	10004.9	33264.5	27279.8	46604.4	0.36	2.16	1422.37
5.00	C - TETTO	1500.00	695.00	2.05	10004.9	33264.5	27279.8	46604.4	0.36	2.16	1422.37
13.00	C - LETTO	4000.00	856.00	2.47	18286.3	374917.3	53981.3	399299.0	0.48	4.67	2110.74

### Stendimento sismico HH'

Prof. (m da p.c.)	Unità	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	$g$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$G_0$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$K$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$M$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\mu$	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	IS (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
0.50	A - TETTO	250.00	132.00	1.46	256.8	578.7	671.1	921.0	0.31	1.89	192.20
3.00	A - LETTO	500.00	284.00	1.66	1355.9	2394.9	3421.9	4202.7	0.26	1.76	471.73
3.00	B - TETTO	500.00	284.00	1.66	1355.9	2394.9	3421.9	4202.7	0.26	1.76	471.73
6.00/7.00	B - LETTO	1500.00	589.00	2.05	7185.8	37023.3	20247.5	46604.4	0.41	2.55	1205.43
6.00/7.00	C - TETTO	1500.00	589.00	2.05	7185.8	37023.3	20247.5	46604.4	0.41	2.55	1205.43
12.00	C - LETTO	3500.00	856.00	2.40	17828.2	274283.7	52350.3	298054.6	0.47	4.09	2057.86

### Stendimento sismico II'

Prof. (m da p.c.)	Unità	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	$g$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$G_0$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$K$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$M$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\mu$	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	IS (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
0.50	A - TETTO	250.00	135.00	1.46	268.6	562.9	695.2	921.0	0.29	1.85	196.57
4.00/5.00	A - LETTO	500.00	286.00	1.66	1375.1	2369.3	3456.5	4202.7	0.26	1.75	475.05
4.00/5.00	B - TETTO	500.00	286.00	1.66	1375.1	2369.3	3456.5	4202.7	0.26	1.75	475.05
12.00	B - LETTO	1500.00	745.00	2.05	11496.3	31276.0	30724.3	46604.4	0.34	2.01	1524.70

### Stendimento sismico LL'

Prof. (m da p.c.)	Unità	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	g (gr/cm <sup>3</sup> )	G <sub>0</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	K (Kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	M (kg/cm <sup>2</sup> )	μ	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	IS (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
0.50	A - TETTO	250.00	142.00	1.46	297.1	524.8	749.9	921.0	0.26	1.76	206.76
1.00	A - LETTO	500.00	258.00	1.66	1119.0	2710.7	2950.9	4202.7	0.32	1.94	428.54
1.00	B - TETTO	500.00	258.00	1.66	1119.0	2710.7	2950.9	4202.7	0.32	1.94	428.54
7.00/9.00	B - LETTO	1500.00	741.00	2.05	11373.1	31440.2	30448.0	46604.4	0.34	2.02	1516.51
7.00/9.00	C - TETTO	1500.00	741.00	2.05	11373.1	31440.2	30448.0	46604.4	0.34	2.02	1516.51
13.00	C - LETTO	3250.00	845.00	2.37	17130.0	230562.8	50148.1	253402.8	0.46	3.85	2003.02

### Stendimento sismico MM'

Prof. (m da p.c.)	Unità	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	g (gr/cm <sup>3</sup> )	G <sub>0</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	K (Kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	M (kg/cm <sup>2</sup> )	μ	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	IS (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
0.50	A - TETTO	250.00	142.00	1.46	297.1	524.8	749.9	921.0	0.26	1.76	206.76
2.00	A - LETTO	500.00	255.00	1.66	1093.1	2745.2	2895.1	4202.7	0.32	1.96	423.56
2.00	B - TETTO	500.00	255.00	1.66	1093.1	2745.2	2895.1	4202.7	0.32	1.96	423.56
11.00	B - LETTO	1750.00	639.00	2.11	8709.0	53707.2	24787.1	65319.1	0.42	2.74	1346.63

### Stendimento sismico NN'

Prof. (m da p.c.)	Unità	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	g (gr/cm <sup>3</sup> )	G <sub>0</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	K (Kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	M (kg/cm <sup>2</sup> )	μ	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	IS (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
0.50	A - TETTO	250.00	142.00	1.46	297.1	524.8	749.9	921.0	0.26	1.76	206.76
4.00	A - LETTO	500.00	335.00	1.66	1886.6	1687.3	4123.1	4202.7	0.09	1.49	556.44
4.00	B - TETTO	500.00	335.00	1.66	1886.6	1687.3	4123.1	4202.7	0.09	1.49	556.44
10.00	B - LETTO	1500.00	601.00	2.05	7481.6	36628.9	21014.0	46604.4	0.40	2.50	1229.99
10.00	C - TETTO	1500.00	601.00	2.05	7481.6	36628.9	21014.0	46604.4	0.40	2.50	1229.99
16.00	C - LETTO	3500.00	811.00	2.40	16003.0	276717.3	47101.0	298054.6	0.47	4.32	1949.68

### Stendimento sismico OO'

Prof. (m da p.c.)	Unità	V <sub>Pi</sub> (m/sec)	V <sub>Si</sub> (m/sec)	g (gr/cm <sup>3</sup> )	G <sub>0</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	K (Kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	M (kg/cm <sup>2</sup> )	μ	V <sub>p</sub> /V <sub>s</sub>	IS (t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> )
0.50	A - TETTO	250.00	156.00	1.46	358.6	442.9	847.2	921.0	0.18	1.60	227.15
2.00	A - LETTO	500.00	265.00	1.66	1180.5	2628.7	3080.5	4202.7	0.30	1.89	440.17
2.00	B - TETTO	500.00	265.00	1.66	1180.5	2628.7	3080.5	4202.7	0.30	1.89	440.17
9.00	B - LETTO	1500.00	698.00	2.05	10091.5	33149.1	27485.4	46604.4	0.36	2.15	1428.51



## 8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

STENDIMENTO GG'





STENDIMENTO HH'







STENDIMENTO II'





STENDIMENTO LL'





STENDIMENTO MM'





STENDIMENTO NN'





STENDIMENTO OO'



**Alberobello, 15.03.2023**

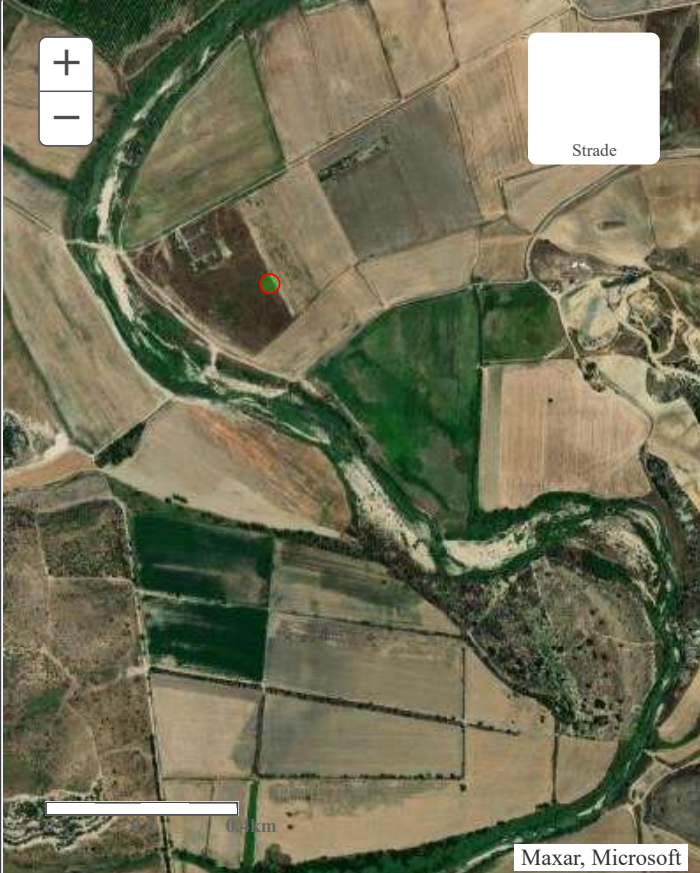


**ALLEGATO 2**

**Pozzi censiti nell'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/1984)**

 <p><b>ISPRA</b> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>	 <p>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</p>	<p><b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b></p>
---	--	--

**Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)**

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p><b>Codice:</b> 174749  <b>Regione:</b> CALABRIA  <b>Provincia:</b> CROTONE  <b>Comune:</b> CUTRO  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO IDROPOTABILE (ACQUEDOTTISTICO)  <b>Profondità (m):</b> 50,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 14,00  <b>Anno realizzazione:</b> 2000  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 50,000  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 45,000  <b>Numero falde:</b> 1  <b>Numero filtri:</b> 1  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> SI  <b>Numero strati:</b> 3  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 16,914619  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 38,983400  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 16° 54' 52.63" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 38° 59' 00.25" N</p> <p>(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

**DIAMETRI PERFORAZIONE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	50,00	50,00	700

**FALDE ACQUIFERE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	14,00	30,00	16,00

**POSIZIONE FILTRI**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	10,00	30,00	20,00	400

**MISURE PIEZOMETRICHE**



Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
dic/2000	14,00	21,00	7,00	45,000

**STRATIGRAFIA**


<b>Progr</b>	<b>Da profondità (m)</b>	<b>A profondità (m)</b>	<b>Spessore (m)</b>	<b>Età geologica</b>	<b>Descrizione litologica</b>
1	0,00	20,00	20,00	QUATERNARIO (OLOCENE)	SABBIE MEDIO-FINI E SILTS CON CIOTTOLI
2	20,00	35,00	15,00	QUATERNARIO (OLOCENE)	SABBIE E GHIAIE GROSSOLANE
3	35,00	50,00	15,00	TERZIARIO (PLIO INF MED)	ARGILLE, ARGILLE MARNOSE GRIGIO-AZZURRE

ISPRA - Copyright 2018



 <p><b>ISPRA</b> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>  <p>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</p>	<p><b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b></p>
---	--

**Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)**

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p><b>Codice:</b> 174804  <b>Regione:</b> CALABRIA  <b>Provincia:</b> CROTONE  <b>Comune:</b> SCANDALE  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 160,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 125,00  <b>Anno realizzazione:</b> 1993  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> ND  <b>Portata esercizio (l/s):</b> ND  <b>Numero falde:</b> 5  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 0  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 12  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 16,972669  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 39,140350  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 16° 58' 21.61" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 39° 08' 25.26" N</p> <p>(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

**DIAMETRI PERFORAZIONE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	160,00	160,00	500

**FALDE ACQUIFERE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
2	65,00	70,00	5,00
1	20,00	60,00	40,00
3	73,00	80,00	7,00
5	145,00	160,00	15,00
4	84,00	104,00	20,00

**STRATIGRAFIA**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	17,00	17,00		SABBIE
2	17,00	20,00	3,00		ARGILLITI
3	20,00	60,00	40,00		SABBIE
4	60,00	65,00	5,00		SABBIE

5	65,00	70,00	5,00		ARGILLITI
6	70,00	73,00	3,00		ARGILLITI
7	73,00	80,00	7,00		SABBIE
8	80,00	84,00	4,00		ARGILLITI
9	84,00	104,00	20,00		SABBIE
10	104,00	140,00	36,00		ARGILLITI
11	140,00	145,00	5,00		SABBIE
12	145,00	160,00	15,00		ARGILLITI

ISPRA - Copyright 2018