



# REGIONE PUGLIA

Provincia di TA(Taranto)  
TARANTO, FAGGIANO, LIZZANO



OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI  
COMUNI DI TARANTO, FAGGIANO E LIZZANO IN LOCALITA'  
TORREVECCHIA

COMMITTENTE



Wind Energy Lizzano Srl - Via Caravaggio, 125 - 65125  
Pescara (PE)  
Tel. +39085388801 - Fax +390853888200  
PEC: windenergylizzano@legalpec.it  
Email: info@carlomaresca.it  
P.IVA: 02372060687  
Reg. Imp. Pescara - Cap. Soc. € 10.000 i.v.  
Società soggetta all'attività e coordinamento della "Carlo Maresca Spa" www.carlomaresca.it

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 23\_10\_EO\_TAB



PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90  
74121 - Taranto  
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285  
e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

Direttore Tecnico: **Dott. Ing. Angelo Micolucci**

Consulenza Specialistica: **Dott. Geologo Antonio Fusco**



00	Marzo 2023	PRIMA EMISSIONE	AF	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA E  
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	TAB	CIV	REL	023	00	TAB-CIV-REL-023_00	

## INDICE

PREMESSA.....	3
RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
UBICAZIONE DEL SITO.....	6
GEOLOGIA DELL' AREA.....	9
CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	12
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE.....	15
Idrologia Superficiale.....	15
Falde Sotterranee.....	15
Falda Idrica Profonda .....	15
INQUADRAMENTO PAI.....	18
SISMICITÀ DELL' AREA IN ESAME .....	19
INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	34
CONCLUSIONI.....	38

## PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 9 aerogeneratori ognuno da 6,6 MW nominali, nello specifico le torri WTG01 e WTG02 da 6,6 MW mentre le altre torri da WTG03 a WTG09 da 6,4 MW, per un totale di 58 MW da installare nei comuni di Taranto (TA), Faggiano (TA) e Lizzano (TA) in località "Torrevecchia" e opere di connessione ricadenti nei medesimi comuni. Il progetto prevede in oltre la realizzazione di una nuova stazione RTN nel comune di Taranto denominata "Taranto 380".

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato. A partire dall'impianto eolico in progetto è prevista la posa di un cavidotto interrato per il collegamento dello stesso alla cabina di raccolta per poi collegare quest'ultima alla stazione elettrica tramite cavidotto esterno MT 36/380 kV di progetto.

La stazione di trasformazione è identificata catastalmente al Fg. 1 Particelle n.15, 16, 17, 18, 97, 96, 95, 19, 99, 117, 103, 106, 107, 108, 112, 101, 105, 111.

La sottostazione sarà condivisa e, tramite un cavidotto interrato in alta tensione, si collegherà allo stallo AT della SE, prospiciente a quella in progetto.

L'aerogeneratore preso in considerazione per tale progetto è il Modello SG 170-6,6 da 6,6 MW con altezza Mozzo 115 m e diametro 170 m.

Il lavoro è stato realizzato in tre fasi distinte e successive:

- prima fase di analisi in cui è stata svolta un'ampia ricerca bibliografica sul territorio in esame;
- seconda fase di campagna in cui è stato effettuato un sopralluogo e rilievi in sito con lo scopo di accertare le caratteristiche del suolo e sottosuolo;
- terza fase di diagnosi e sintesi, durante la quale i dati ottenuti in fase di analisi e di rilievo sono stati elaborati al fine di evidenziare i parametri caratteristici più significativi dal punto di vista geologico idrogeologico e geotecnico.

Al fine di acquisire le seguenti informazioni:

- definizione della stratigrafia dei terreni;
- determinazione dello spessore delle diverse litologie incontrate;
- determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche delle diverse litologie interessate;

**sono state svolte le seguenti indagini geognostiche e geofisiche:**

- **n. 9 profili sismici a rifrazione della lunghezza di 33 mt lineari;**
- **n. 2 profili sismici MASW.**

Le aree d'impianto sono servite dalla viabilità esistente costituita da strade statali, provinciali, comunali e da strade interpoderali e sterrate.

Sono state definite le caratteristiche litostratigrafiche locali, così come previsto dalla normativa vigente.

Il seguente lavoro prende in considerazione i fattori geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area in oggetto al fine di valutare:

- il locale assetto dei terreni;
- le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti;
- le condizioni di stabilità delle aree interessate;
- il modello geologico del terreno interessato dall'intervento.

## **RIFERIMENTI NORMATIVI**

La relazione è stata redatta in conformità con le seguenti normative:

- D.M. 11.03.88 "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.....;"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 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 di cui al D.M. 17 Gennaio 2018;
- Circolare n. 7 del 21.01.2019.

## UBICAZIONE DEL SITO

Il progetto prevede l'installazione di 9 aerogeneratori di potenza pari a 6,6 MW per le torri WTG01 e WTG02 e di potenza pari a 6,4 MW per le torri da WTG03 a WTG09 per una capacità complessiva di 58 MW.

Gli aerogeneratori ricadono:

- Nel comune di Faggiano la torre WTG01,
- Nel comune di Taranto le torri WTG02, WTG03, WTG04, WTG05
- Nel comune di Lizzano le torri WTG06, WTG07, WTG08, WTG09

Le aree d'impianto sono servite dalla viabilità esistente costituita da strade statali, provinciali, comunali e da strade interpoderali e sterrate.

Il tracciato del cavidotto esterno attraversa il territorio dell'agro di Faggiano, Taranto, Lizzano in provincia di Taranto.

La sottostazione di trasformazione e la stazione ricadono sul territorio di Taranto (TA).

Gli aerogeneratori ricadono su un'area posta a sud del centro urbano del Comune di Faggiano ad una distanza di circa 2,8 km (WTG01), in agro del Comune di Taranto (WTG02, 03, 04, 05), a nord-est del Comune di Lizzano ad una distanza di circa 1,8 km (WTG06, 07) e ad est dal Comune di Lizzano ad una distanza di circa 2 km in linea d'aria (WTG08, 09).

Il parco eolico è circoscritto dalle seguenti strade provinciali, regionali e statali:

- SP 118
- SP 112
- SP 110
- Strada Statale 7 ter
- Strada comunale per Palude Rotonda

L'accesso alle torri è garantito in particolare dalle Strade Provinciali SP110, SP114, SP115, SP116. La viabilità da realizzare non prevede opere di impermeabilizzazione. Sono inoltre previste piazzole in prossimità degli aerogeneratori.

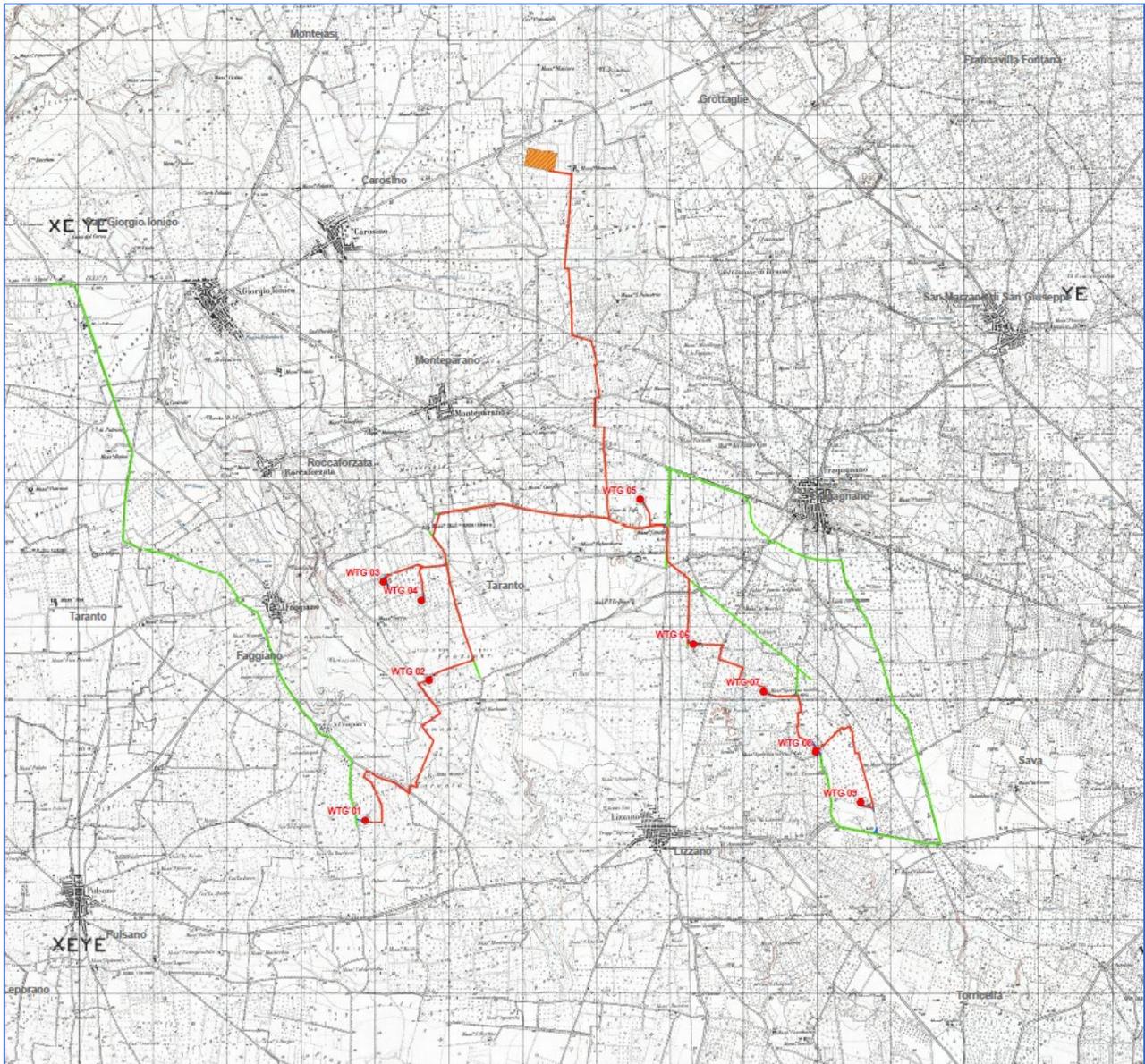


Figura 1 - Inquadramento su IGM

Gli aerogeneratori sono localizzabili alle seguenti coordinate, espresse con datum WGS84 e proiezione UTM 33 N:

<b>TURBINA</b>	<b>E (UTM WGS84 33N) [m]</b>	<b>N (UTM WGS84 33N) [m]</b>
WTG01	703809,506	4474168,947
WTG02	704673,863	4476077,405
WTG03	704056,006	4477428,563
WTG04	704568,764	4477174,465
WTG05	707535,295	4478550,189
WTG06	708255,619	4476583,487
WTG07	709207,854	4475921,003
WTG08	709917,071	4475104,931
WTG09	710527,742	4474417,888

Le turbine sono identificate ai seguenti estremi catastali:

<b>TURBIN A</b>	<b>COMUNE</b>	<b>FOGLIO</b>	<b>PARTICELLA</b>
WTG01	Faggiano (TA)	17	110
WTG02	Taranto (TA)	25	76
WTG03	Taranto (TA)	20	19
WTG04	Taranto (TA)	20	136
WTG05	Taranto (TA)	18	195
WTG06	Lizzano (TA)	1	93
WTG07	Lizzano (TA)	3	142
WTG08	Lizzano (TA)	8	74
WTG09	Lizzano (TA)	9	170

## GEOLOGIA DELL'AREA

Il territorio d'indagine è posto nella fascia delle Murge Tarantine, meridionali, area morfologicamente degradante verso il mare e geologicamente caratterizzata dalla sovrapposizione, per trasgressione, di una serie sedimentaria clastica pleistocenica su di un substrato mesozoico carbonatico, ampiamente affiorante nell'entroterra della stessa regione, a quote più elevate, sebbene di più antica genesi.

In particolare, (**Cfr. Stralcio della Carta Geologica**), la successione stratigrafica dei luoghi si compone, dal basso verso l'alto, di termini riferibili alle seguenti unità:

<b>a) "Calccare di Altamura"</b>	<b>( Senoniano )</b>
<b>b) "Calcareniti di Gravina"</b>	<b>(Pliocene sup.)</b>
<b>c) "Argille subappennine"</b>	<b>(Calabriano)</b>
<b>d) "Calcareniti di M.te Castiglione"</b>	<b>(Post-Calabriano)</b>

- I "**Calcari di Altamura**", di età senoniana, costituiscono il basamento delle rocce sedimentarie plio-pleistoceniche ed affiorano estesamente a Nord.

La roccia si presenta più o meno fratturata, a grana fine, ben stratificata, con spessori variabili da pochi cm ad oltre il metro, ed è rappresentata localmente da calcari detritici di colore dal bianco al grigio scuro, con frequenti intercalazioni di calcari dolomitici e dolomie grigiastre. A questi si associano termini residuali limoso-argillosi rossastri ("terre rosse"), sia di deposizione primaria (caratterizzati da geometrie lenticolari, da modesta estensione e da spessore raramente superiore a metri 1), sia di colmamento delle principali discontinuità strutturali della massa rocciosa. La genesi di tali discontinuità è imputabile a cause meccaniche ("fratturazione") e chimiche ("dissoluzione carsica").

L'intersezione di queste discontinuità strutturali con quelle di origine sedimentaria ("giunti di stratificazione") determina la scomposizione dell'ammasso roccioso in blocchi, a geometrie vagamente regolari, di volumetrie comprese tra pochi centimetri cubici e svariati decimetri cubici. Laddove più intensa è la sconnessione, le acque vadose acidulate hanno avuto modo di svolgere, nel tempo, una sensibile azione aggressiva nei confronti dei carbonati, sino a generare fenomenologie carsiche, esplicate in cavità sotterranee anche d'imponenti dimensioni. Le acque hanno sviluppo prevalentemente suborizzontali e sono organizzate in sistemi interconnessi che impegnano livelli ampiamente estesi.

La carsogenesi, particolarmente sviluppata nell'area delle Murge, presenta meccanismi evolutivi assai complessi, in diretto rapporto con la natura litologica e con l'assetto tettonico delle facies carbonatiche. Particolarmente sensibili sono i litotipi porosi (calcari biancastri) e quelli interessati da giunti di stratificazione e di fratturazione. Infatti, la direttrice principale di sviluppo dei vuoti carsici segue, in prevalenza, quella del sistema primario di fratturazione regionale, orientato da N-NO a S-SE.

Lo spessore complessivo dell'unità carbonatica è superiore a m 3000 ed è troncato in alto da una netta superficie di abrasione.

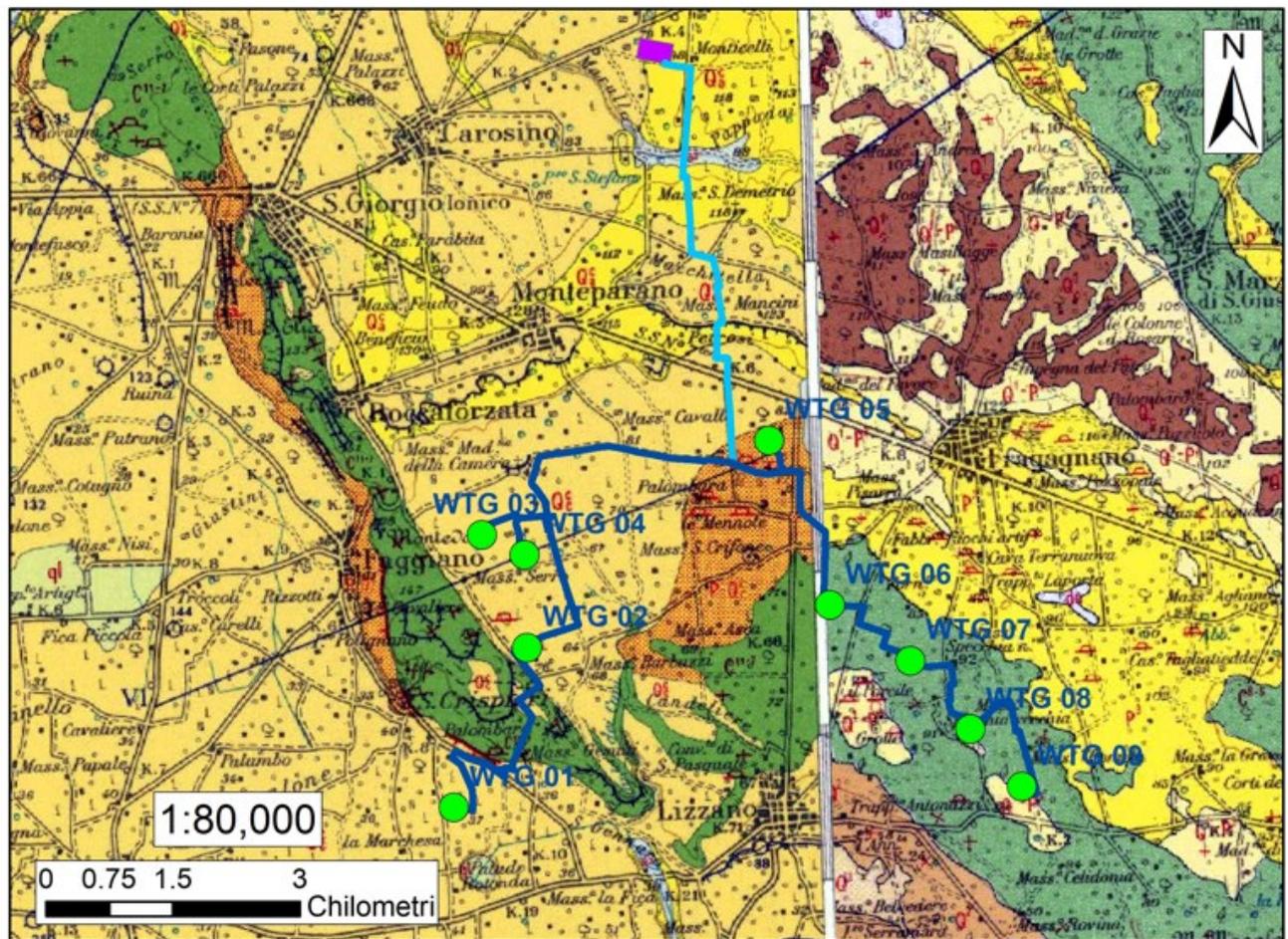
- Le "**Calcareniti di Gravina**" di età Pliocenica, affiorano in superficie estesamente a Sud dell'area studiata, trasgressive sul Calcare di Altamura. Si tratta di calcareniti organogene, variamente cementate, porose, bianco giallognole, costituite da clastici derivati dalla degradazione dei calcari cretacici nonché da frammenti fossiliferi; alla base della formazione si riscontra un conglomerato a ciottoli calcarei con matrice calcarea rossastra.

- Le "**Argille del Bradano**", di età calabriana, affiorano in superficie lungo le incisioni delle lame e lungo la costa del Mar Piccolo, poggiando in continuità di sedimentazione sulle Calcareniti di Gravina.

Sono depositi di solito alquanto marnosi, a volte con componenti siltoso-sabbiosi, di colore grigio-azzurro e sono impermeabili.

- Le "**Calcareniti di M.te Castiglione**", di età post-calabriana, sono costituite da calcareniti per lo più grossolane, compatte e da calcari grossolani tipo "panchina", di colore grigio-giallastre, dello spessore intorno a 2-4 m stratigraficamente succedono alle Argille del Bradano.

STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (UNIONE Foglio 203 e 202)



**Legenda**

- WTG\_REV1
- Cavidotto MT interno\_REV1
- Cavidotto MT esterno
- SE

## CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'attuale morfologia della zona in esame è strettamente condizionata da numerosi fattori sia di ordine litologico-strutturale (diversa resistenza all'erosione), climatico-vegetazionali che antropici, fattori tutti che esercitano un significativo controllo sulla velocità dei fenomeni di superficie e sulla capacità evolutiva degli agenti demolitori sui terreni affioranti.

I sopralluoghi effettuati nella zona in esame e le osservazioni compiute nelle aree limitrofe hanno consentito di rilevare una certa variabilità nella morfologia dei luoghi esaminati essenzialmente legata alla differente costituzione litologica e granulometrica dei versanti.

Le forme ondulate del terreno, che si susseguono dolcemente e regolarmente, sono quasi sempre da imputare alle ampie pieghe a largo raggio di curvatura che interessano i calcari; viceversa, i bruschi e netti salti di quota, generalmente non superiori ad una decina di metri che talvolta spiccano sulla piatta morfologia del terreno, sono dovuti alla presenza di faglie che hanno determinato nei calcari la formazione di gradoni.

Subito al di sotto dell'altopiano murgiano, raccordate da grossi conoidi di deiezione e da falde di detrito, si estendono le ampie zone pianeggianti costituite da lembi sedimentari, residui correlabili all'ultima azione del mare in fase di colmamento.

Queste zone risultano fittamente incise sui bordi meridionali da profondi valloni aventi in alto, dove affiorano terreni di natura conglomeratica, pareti molto ripide ed in basso pendii via via meno ripidi al passaggio alle sabbie ed infine alle argille. Nelle aree dove predominano le argille la morfologia è abbastanza dolce e si presenta con basse colline dai pendii debolmente inclinati.

La resistenza all'erosione delle formazioni arenacee, più o meno cementate, ha determinato forme poco o nulla pronunciate, ampi tratti pianeggianti e versanti debolmente inclinati; in questi terreni forme caratteristiche sono le cosiddette "lame", profondi solchi di erosione, a decorso molto tortuoso, che in alcune zone arrivano ad incidere i sottostanti calcari cretacei.

Il rilevamento di campagna nell'area in esame, con l'ausilio delle osservazioni effettuate sulle carte geologiche, ha consentito di rilevare la presenza di segnali ed evidenze morfologiche che testimoniano il verificarsi, sui versanti in studio, di fenomeni di erosione differenziale, di erosione lineare e di dilavamento dovuto alle acque di precipitazione meteorica, soprattutto sui terreni sciolti plio-quadernari. Sono ben visibili, infatti, strati sporgenti di sabbie e conglomerati cementati rispetto ai livelli argillosi ed agli strati di sabbie scarsamente cementate; questo fenomeno è largamente legato all'azione meccanica correlabile alla pioggia battente ed alla grandine sul terreno. Inoltre, sono presenti cavità e canalicoli dovuti a fenomeni di "erosione sottocutanea" (soffusione o piping) dovute all'abbondante infiltrazione di acqua nel terreno poroso, la quale riesce a trovare vie di scorrimento in cui passare con velocità abbastanza sostenuta, trascinando materiale verso l'esterno e scavando i suddetti canalicoli.

L'erosione dovuta al ruscellamento superficiale, nei terreni di natura sabbioso-conglomeratica, dipende anche dal tipo di evento piovoso, per cui è massima in occasione di eventi piovosi brevi ma intensi (temporali estivi, grandinate, ecc.) mentre è più ridotta negli altri casi (piogge

meno violente e neve), poiché la natura porosa dei terreni consente alle acque meteoriche di infiltrarsi rapidamente nel sottosuolo, riducendone notevolmente le capacità erosive.

L'evoluzione morfologica dei versanti che segnano il passaggio dall'altopiano verso valle, e su cui è ubicata l'area in esame, è determinata dai processi di dilavamento e di erosione areale nonché da fenomeni di *creep* e di *soliflusso* che, sui versanti argillosi, non sono mai completamente assenti.

Laddove le pendenze sono più accentuate si innescano fenomeni di erosione lineare rimontante che esercitano un'azione di richiamo verso il basso delle pendici sovrastanti e tendono ad approfondire continuamente i solchi ed i canali esistenti. In definitiva si può dire che la velocità dei cambiamenti geomorfologici, date le caratteristiche litologiche e strutturali del sito è abbastanza varia talvolta può essere anche abbastanza rapida ed è legata prevalentemente a fenomeni naturali. Un fattore di primaria importanza che interviene nei cambiamenti morfologici dei luoghi in esame, oltre alla natura litologica, è sicuramente individuabile nell'azione delle acque di scorrimento superficiali.

La rete idrografica dell'area in studio, pur essendo abbastanza sviluppata e ramificata, è povera di deflussi perenni, essendo il regime dei torrenti legato esclusivamente all'apporto delle acque meteoriche. La mancanza di sorgenti e di corsi d'acqua a carattere perenne è evidentemente dovuta, oltre che a fattori climatici, ai caratteri geologico-litologici delle rocce che affiorano nell'area. Queste ultime, a seconda dei luoghi, possono presentarsi più o meno permeabili per fratturazione e carsismo, per cui l'infiltrazione e la circolazione delle acque in profondità può prodursi sia in maniera concentrata che diffusa, mentre solo dopo forti piogge le acque possono scorrere in superficie per brevi periodi, generalmente incanalate lungo le "lame".

Poiché la permeabilità delle rocce del calcare è alquanto irregolare, in profondità si può trovare una circolazione idrica più o meno attiva da zona a zona, ma non è tale da permettere la formazione di una falda acquifera superficiale.

All'interno della formazione calcarea non si rinviene, almeno nella situazione locale, una falda superficiale, mentre è presente la falda profonda, il cui regime non è molto variabile in quanto non è legato direttamente alle precipitazioni meteoriche.

La falda profonda è di tipo multistrato, è localizzata e circola al di sotto del livello del mare, confinata dai livelli rocciosi molto compatti. Il tetto dell'acquifero, molto variabile ed irregolare, è direttamente legato alla maggiore o minore incidenza della fratturazione e/o del carsismo, per cui la profondità della falda può variare notevolmente, anche entro brevi intervalli spaziali.

Il confinamento della falda al di sotto degli strati compatti di roccia e la bassa permeabilità d'insieme non esclude, proprio per la natura del substrato roccioso, che localmente si abbiano contatti diretti tra il reticolo idrografico superficiale e quello profondo e, di conseguenza, che lungo tali vie preferenziali di penetrazione costituite da inghiottitoi o "capivento" si registrino valori di permeabilità molto elevati. Alla categoria dei terreni mediamente o poco permeabili

per porosità appartengono i depositi conglomeratico-sabbiosi dei terrazzi, le sabbie di Monte Marano e le Calcareniti di Gravina. La potenza della falda che si rinviene in questi depositi è molto modesta in conseguenza della ridotta dimensione degli affioramenti e dello spessore esiguo della formazione nonché per le ridotte capacità di infiltrazione delle precipitazioni causata dalle alternanze di terreni aventi caratteristiche di permeabilità variabili in relazione alla presenza di lenti argillose e/o di livelli ben cementati all'interno delle formazioni conglomeratico-sabbiose.

Alla categoria delle rocce praticamente impermeabili, infine, appartengono le Argille subappennine. Alla luce di quanto detto finora l'area appare idonea ad accogliere il futuro insediamento del campo eolico con la prescrizione cautelativa di prevedere la realizzazione di una rete di raccolta e canalizzazione delle acque meteoriche analizzata più approfonditamente in fase di progettazione esecutiva.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

### Idrologia Superficiale

L'area di studio, data la sua morfologia prevalentemente subpianeggiante e la natura geolitologica delle formazioni affioranti, è costituita essenzialmente da sedimenti di natura calcarenitica più o meno fratturati e carsificati ed è priva di un vero e proprio reticolo idrografico superficiale

I processi morfodinamici possono coinvolgere fenomenologie erosive o di dilavamento delle coltri, nelle aree ove i gradienti topografici contribuiscono al deflusso ed al ruscellamento delle acque superficiali verso la linea di costa.

A tal proposito è immediato il riscontro di come l'idrografia superficiale sia poco sviluppata o del tutto assente; ciò deriva oltre che dalla conformazione morfologica predetta, anche dalla propensione delle acque superficiali ad essere assorbite da terreni e rocce costituenti il sottosuolo.

Queste ultime sono da ritenersi in genere dotate di permeabilità alta o media alta. I terreni sabbiosi ed i litotipi calcarenitici risultano permeabili per porosità (permeabilità di tipo primario) e tendono a favorire l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque superficiali, limitando a pochi minuti il ristagno in superficie delle stesse (in aree libere e non rese artificialmente impermeabili) a seguito di eventi meteorici di normale intensità. Parte di quest'acqua viene trattenuta più a lungo dai terreni per effetto dei fenomeni di adesione.

### Falde Sotterranee

La circolazione idrica sotterranea, nel territorio in esame, si esplica attraverso due livelli. La falda idrica superiore o "superficiale", circolante nei depositi calcarenitici pleistocenici è sostenuta dal letto dei depositi argillosi appartenenti alla formazione geologica delle argille Subappennine mentre l'acquifero di base, o "falda idrica profonda" è ospitata nell'ambito della formazione calcareo-dolomitica del Cretaceo.

Nei pressi dell'area di studio rinveniamo la presenza della sola falda artesianica Carsica.

### Falda Idrica Profonda

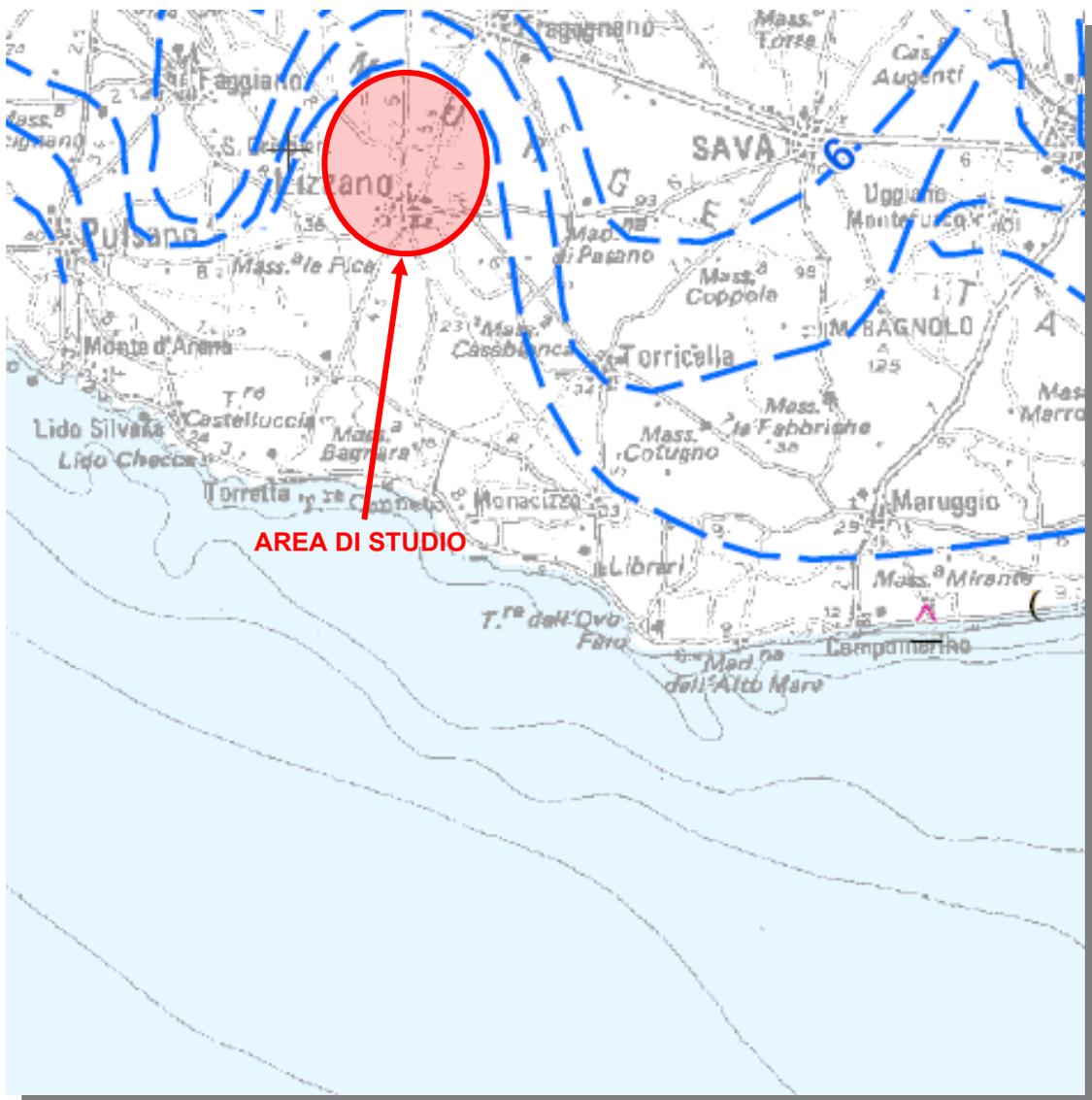
La formazione carbonatica ospita la falda idrica profonda. È l'acquifero più importante caratterizzato da un carico idraulico elevato rispetto ai valori che si riscontrano di norma lungo le coste. Tale fenomeno, ampiamente studiato, si verifica a causa della presenza di insediamenti argillosi impermeabili, sovrapposti all'acquifero carbonatico che mantengono la falda in pressione ad una profondità maggiore del livello del mare. Nell'area d'esame in particolare la falda profonda si rinviene a circa 55 metri dal p.c.

Localmente, proprio i livelli impermeabili anzidetti possono sostenere dei livelli idrici superficiali che comunque presentano scarsa rilevanza ai fini dell'approvvigionamento idrico. Tali livelli

possono essere alimentati dalle acque della falda profonda sottostante, laddove i sedimenti argillosi impermeabili presentano una maggiore percentuale di limo e permettono, quindi, una maggiore risalita delle acque di falda profonda.

Da quanto sopra esposto, risulta evidente che la contaminazione della falda presente nel sottosuolo della fascia costiera è legata all'assetto stratigrafico dell'area: la falda profonda contenuta nella formazione carbonatica, confinata ad una profondità superiore del livello medio-mare, per la presenza di sedimenti impermeabili di copertura, tende a miscelarsi con acque marine di base con arricchimento in sali.

Un altro motivo per cui la contaminazione marina è più accentuata in quest'area, è la presenza di una diffusa fratturazione, oltre che a fenomeni di dissoluzione carsica molto spinti che favoriscono la penetrazione nell'entroterra di acqua marina, in conseguenza delle oscillazioni periodiche dovute alle maree ed al moto ondoso.



Carta dell'Andamento della Superficie Piezometrica (P.T.A Puglia)

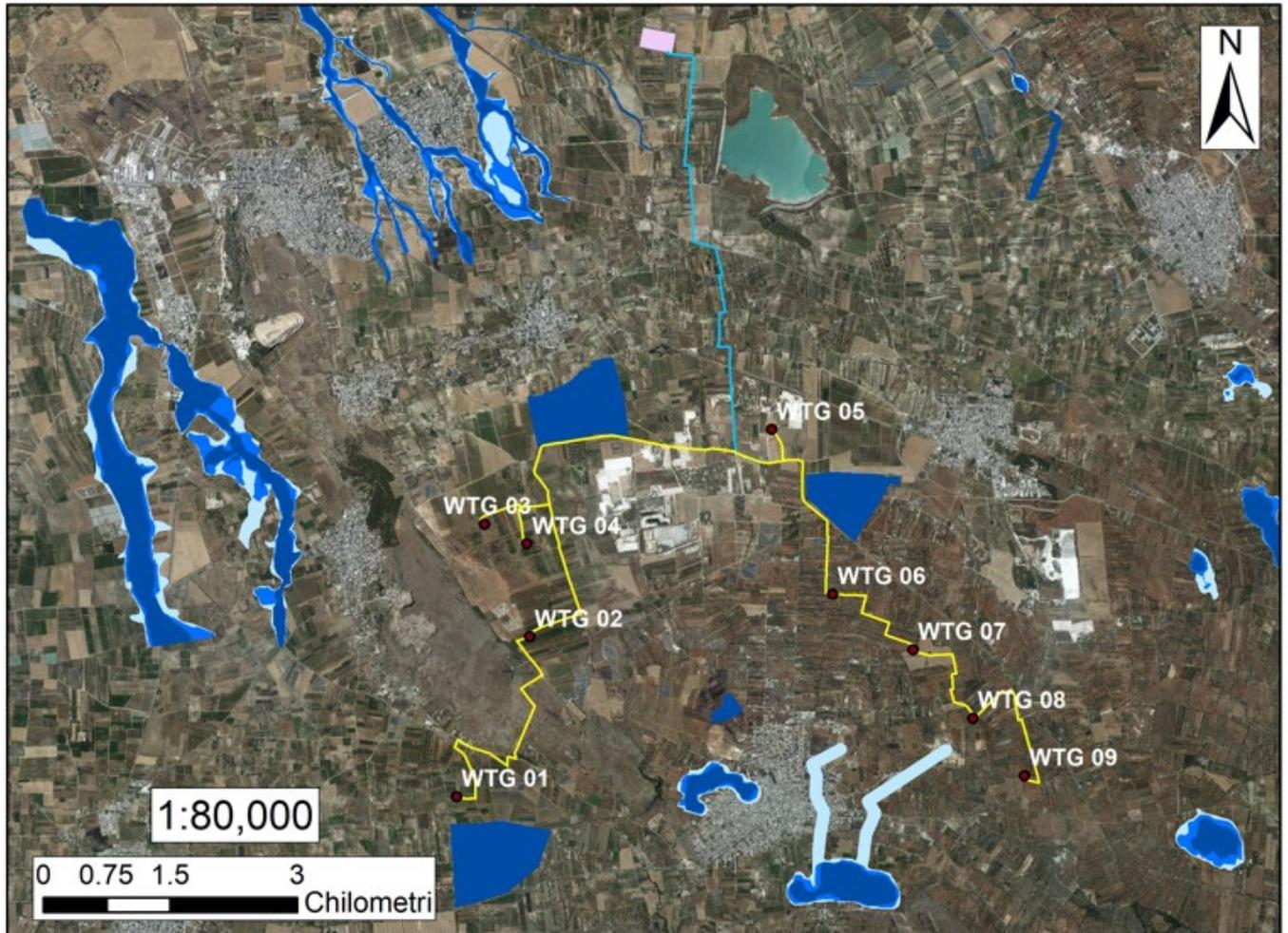
La superficie piezometrica della falda carsica ricalca, attenuandolo, il profilo topografico, con cadente mediamente pari all'1%.

Nel territorio di intervento, le quote piezometriche, risalgono, procedendo verso l'interno, sino a raggiungere circa m 6 s.l.m. in prossimità del sito in esame. Per quanto attiene agli aspetti qualitativi, le acque della falda carsica hanno contenuto salino di circa 0.5 g/l e si riferisce agli strati più superficiali dell'acquifero. Il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia si configura come lo strumento di partenza per la tutela e la corretta gestione della risorsa idrica della falda profonda

L'area in esame ubicata nella perimetrazione "**Aree interessate da Contaminazione Salina**" del corpo idrico "**Acquifero Carsico del Salento**", della Tav. B allegata al PTA della Puglia.

## INQUADRAMENTO PAI

Dalla cartografia PAI si evince che le aree interessate dal PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI COMUNI DI TARANTO (TA), FAGGIANO (TA), LIZZANO (TA) IN LOCALITA' "TORREVECCHIA" oltre alle aree interessate dalle opere di connessione e dalla sottostazione di trasformazione, sono escluse da qualsiasi tipo di pericolosità, sia IDRAULICA che GEOMORFOLOGICA.



### Legenda

- WTG\_REV1
- Cavidotto MT interno\_REV1
- Cavidotto MT esterno
- SE
- AP
- MP
- BP

## SISMICITÀ DELL'AREA IN ESAME

Con l'ordinanza n° 3274 del 20/03/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, modificata dall'OPCM n° 3431 del 03/05/2005 sono approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", nonché le connesse "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici", "Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti" e le "Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni".

Le nuove norme definiscono, dunque, i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche, ai sensi dell'art. 93, 1g) del D.L. 112/1998, ai fini della formazione e dell'aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone da parte delle Regioni, ai sensi dell'art. 94, 2a) del medesimo decreto.

### **Categorie di suolo di fondazione**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

**A** – *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

**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.

**C** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle

proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

**D** - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

**E** - *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme.

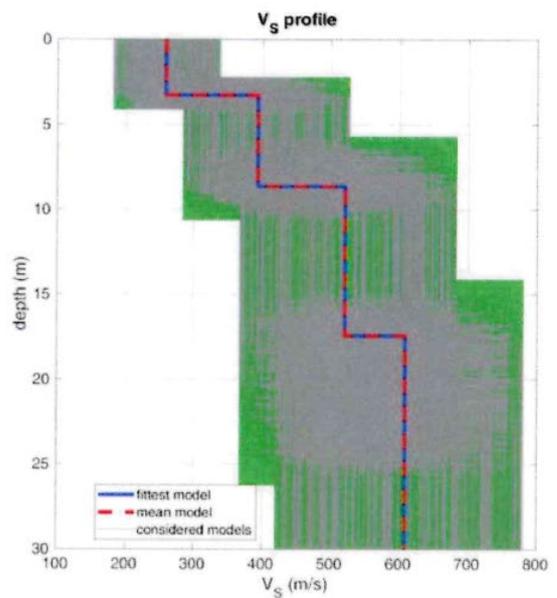
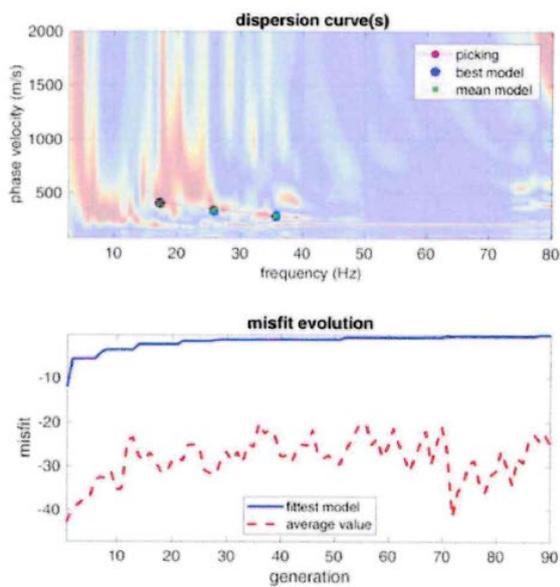
Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Dall'indagine MASW eseguita è stato ricavato l'andamento delle Vs e da qui calcolato il valore della Vs,eq.

Trovandosi in un'area di dimensioni estese, con caratteristiche geolitologiche differenti, raggruppabili in due macro-aree, sono state effettuate 2 indagini MASW nei due litotipi caratterizzanti le aree ovvero:

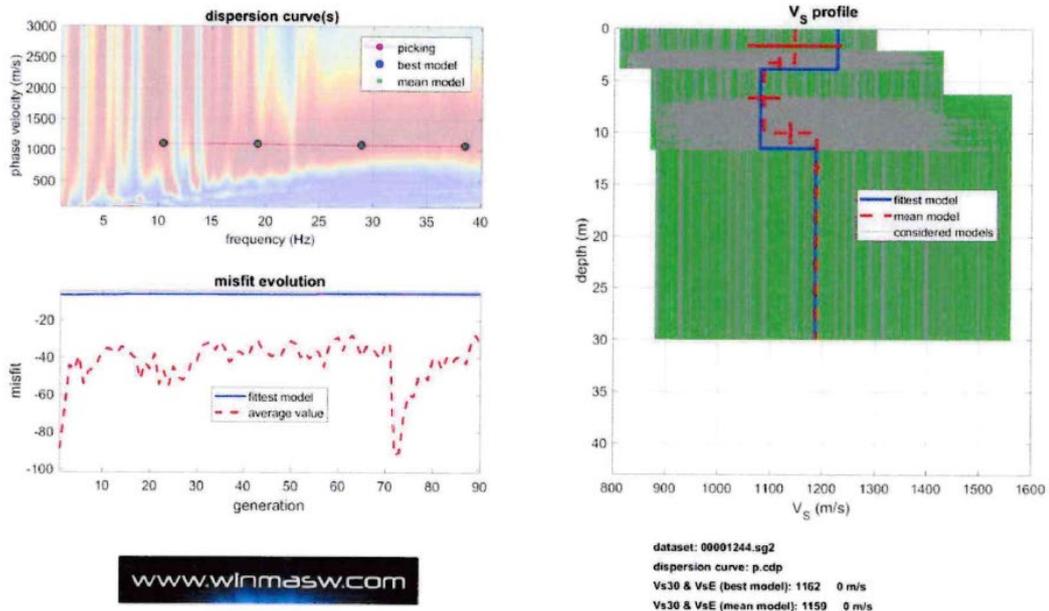
**MASW – Profilo 4** che raggruppa i terreni Sabbioso-calcarenitici relativamente agli **aerogeneratori 1, 2, 3, 4, 5** aventi caratteristiche geolitologiche simili

### Profilo MASW (4)



**MASW – Profilo 8** che raggruppa i terreni di Natura Calcarea relativamente agli **aerogeneratori 6, 7, 8, 9** aventi caratteristiche geolitologiche simili

### Profilo MASW (8)



Nel caso del profilo **MASW (4)** la **V<sub>s</sub>**, eq calcolata è pari a **470 m/sec**, mentre nel caso del profilo **MASW (8)** la **V<sub>s</sub>**, eq calcolata è pari a **1062 m/sec**, facendo rientrare il suolo di fondazione nel **primo caso nella categoria B**, mentre nel **secondo caso nella categoria A**.

### Calcolo dell'azione sismica

#### Zone sismiche

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. In tale quadro il territorio in esame ricade in zona sismica 4

L'O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 ha definito i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.1 08 del 11/05/2006)"

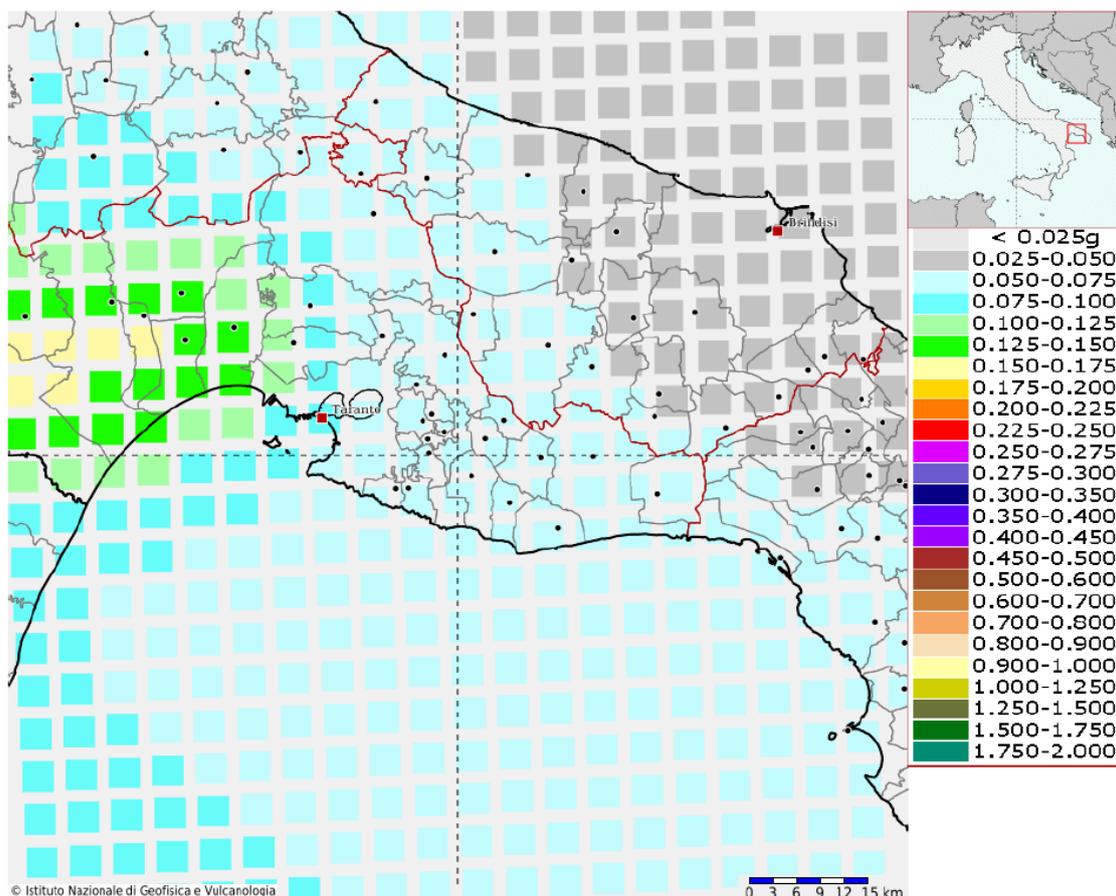
La mappa riportata di seguito individua la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi caratterizzati da  $V_{seq} > 800$  m/s (ovvero categoria A).

Nella seguente tabella è individuata ciascuna zona secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona	Valore di $a_g$
1	0,35g
2	0,25g
3	0.15g
4	0,05g

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

Informazioni sul nodo con ID: 34803 - Latitudine: 40.416 - Longitudine: 17.430



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

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID **34803** (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

## Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

**Tabella - Categorie topografiche**

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

L'area oggetto di studio rientra nella categoria T1 "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

## Descrizione dell'azione sismica

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastico di cui al punto successivo. Qualora siano eseguite determinazioni più accurate del moto sismico atteso, è consentito utilizzare spettri specifici per il sito purché le ordinate di tali spettri non risultino in nessun punto del campo di periodi di interesse inferiori all'80% delle ordinate dello spettro elastico standard applicabile in relazione alla categoria di suolo.

Per applicazioni particolari, il moto del suolo può essere descritto mediante accelerogrammi.

Il moto orizzontale è considerato composto da due componenti ortogonali indipendenti, caratterizzate dallo stesso spettro di risposta.

In mancanza di documentata informazione specifica, la componente verticale del moto sismico si considera rappresentata da uno spettro di risposta elastico diverso da quello delle componenti orizzontali.

### **Azione sismica valutata secondo il D.M. 17 Gennaio 2018**

Con D.M. 17 Gennaio 2018 il è stato approvato il testo aggiornato delle Norme tecniche per le costruzioni. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

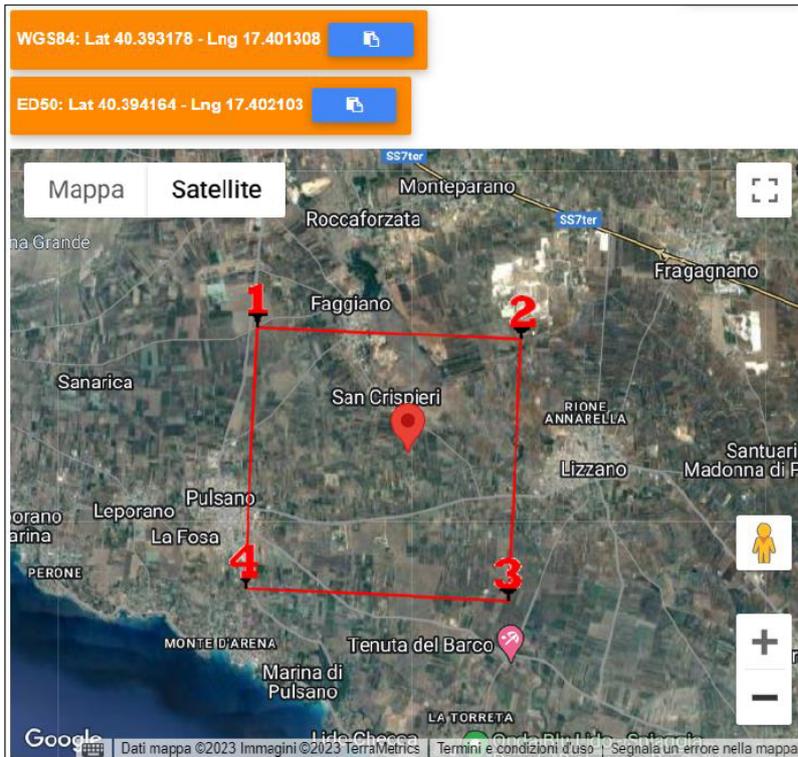
$F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

$T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla presente norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

## Parametri sismici (determinati con GeoStru PS)

WTG 01



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.022	2.400	0.227
Danno (SLD)	50	0.029	2.390	0.285
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.058	2.833	0.418
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.068	2.994	0.438
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

### Coefficienti sismici

Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

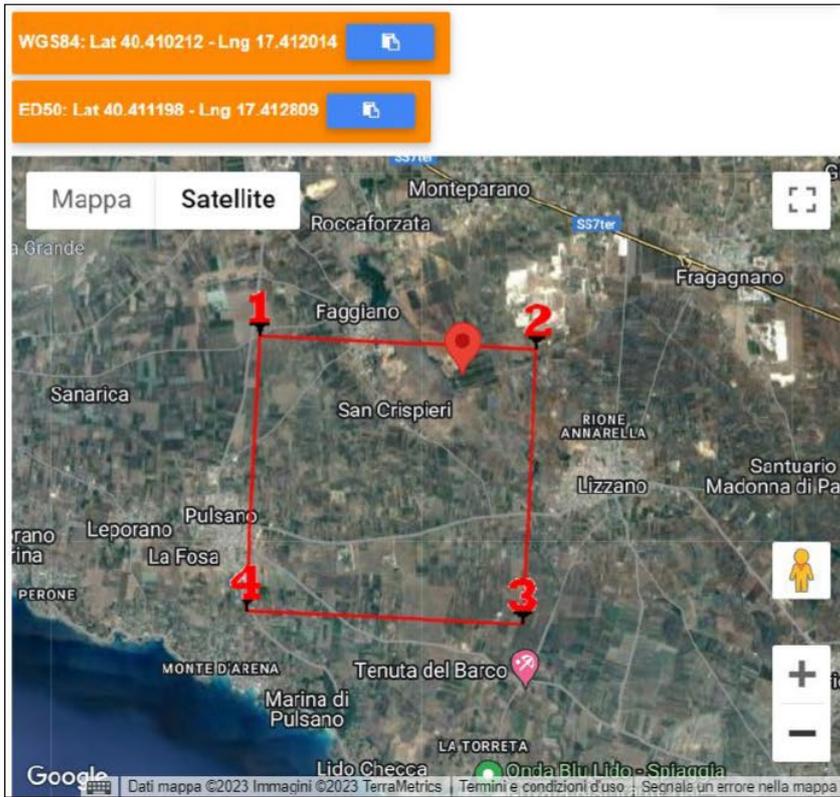
H (m) 1 us (m) 0.1

Cat. Sottosuolo B

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,48	1,41	1,31	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s <sup>2</sup> ]	0.6			
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.007	0.014	0.016
kv	0.003	0.004	0.007	0.008
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.263	0.343	0.685	0.804
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

WTG 02



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche ev...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.022	2.402	0.227
Danno (SLD)	50	0.029	2.388	0.285
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.058	2.832	0.418
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.068	2.993	0.437
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

### Coefficienti sismici

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 | us (m): 0.1

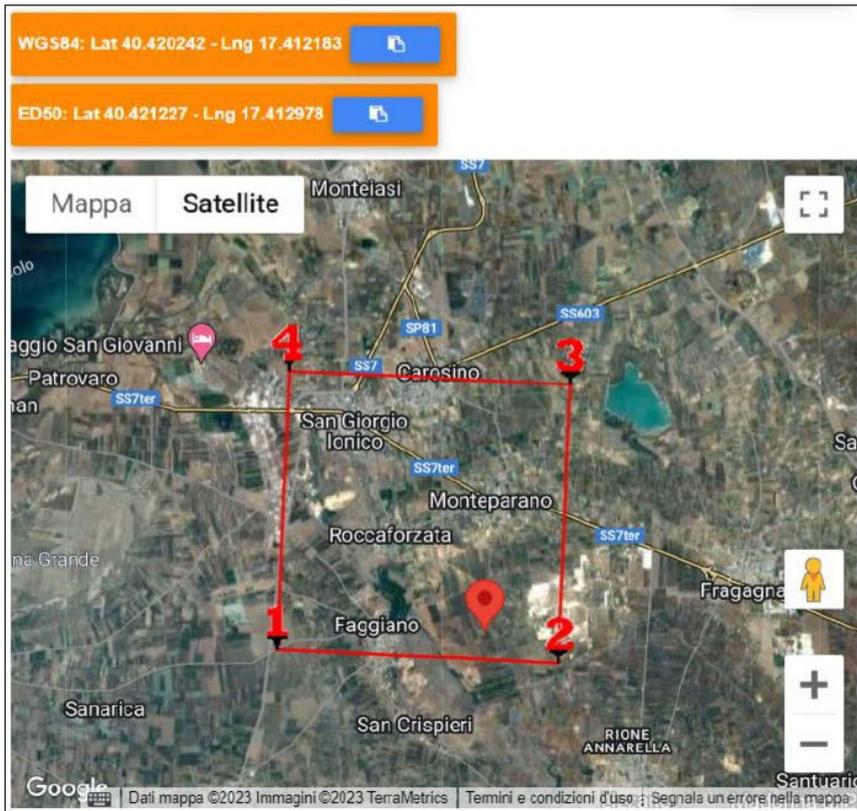
Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,48	1,41	1,31	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Acc.ne massima attesa al sito [mvs]	0.6			
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.007	0.014	0.016
kV	0.003	0.003	0.007	0.008
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.260	0.341	0.681	0.799
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200



WTG 04



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.022	2.403	0.226
Danno (SLD)	50	0.029	2.389	0.284
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.058	2.818	0.415
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.068	2.976	0.434

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 | us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

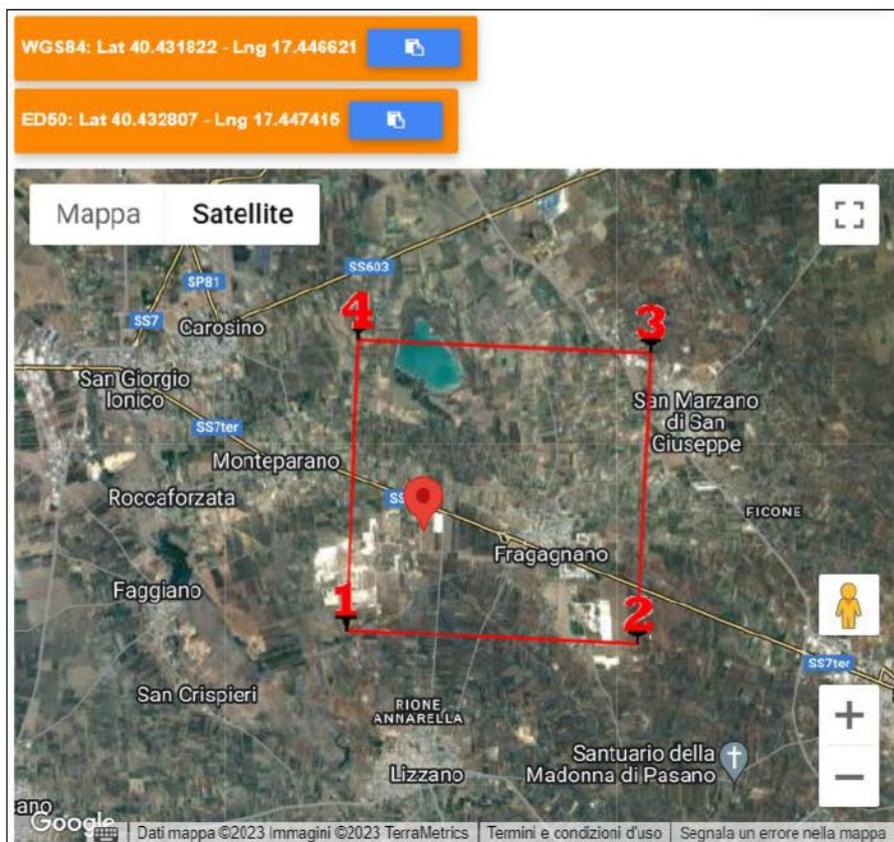
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,48	1,42	1,31	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.007	0.014	0.016
kv	0.003	0.003	0.007	0.008
Am <sub>max</sub> [m/s²]	0.260	0.341	0.685	0.805
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

WTG 05



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e...

Vita Normale 50

Interpolazione Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.021	2.414	0.223
Danno (SLD)	50	0.028	2.374	0.283
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.056	2.821	0.420
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.066	2.983	0.439
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

### Coefficienti sismici

Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

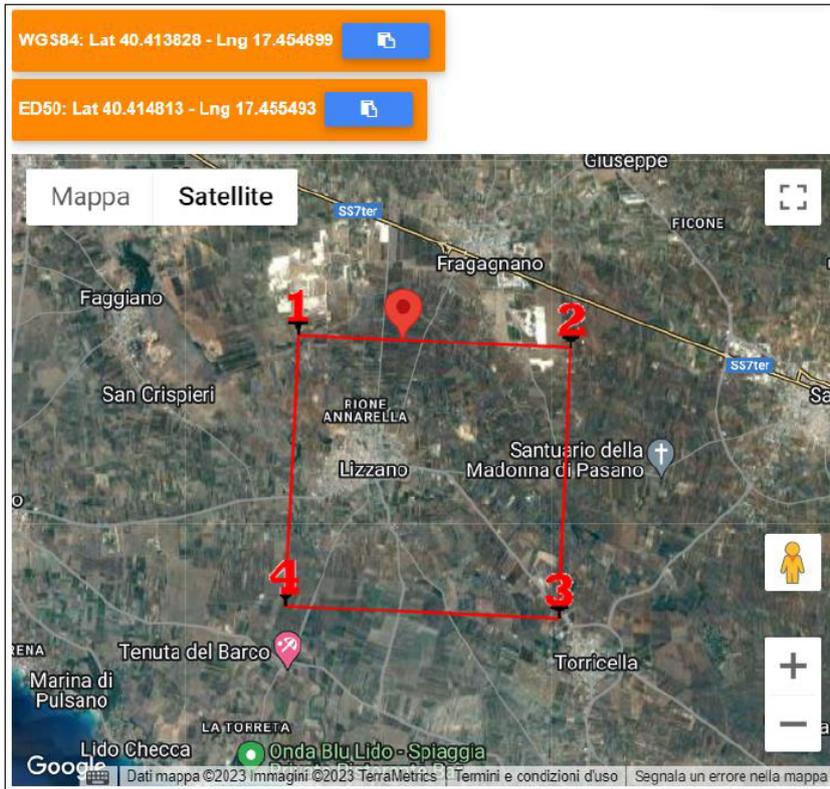
Cat. Sottosuolo B

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,49	1,42	1,31	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.007	0.013	0.016
kv	0.003	0.003	0.007	0.008
Am <sub>max</sub> [m/s²]	0.249	0.329	0.660	0.772
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.021	2.411	0.223
Danno (SLD)	50	0.028	2.372	0.284
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.056	2.831	0.423
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.065	2.996	0.443

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 |  $\mu_s$  (m): 0.1

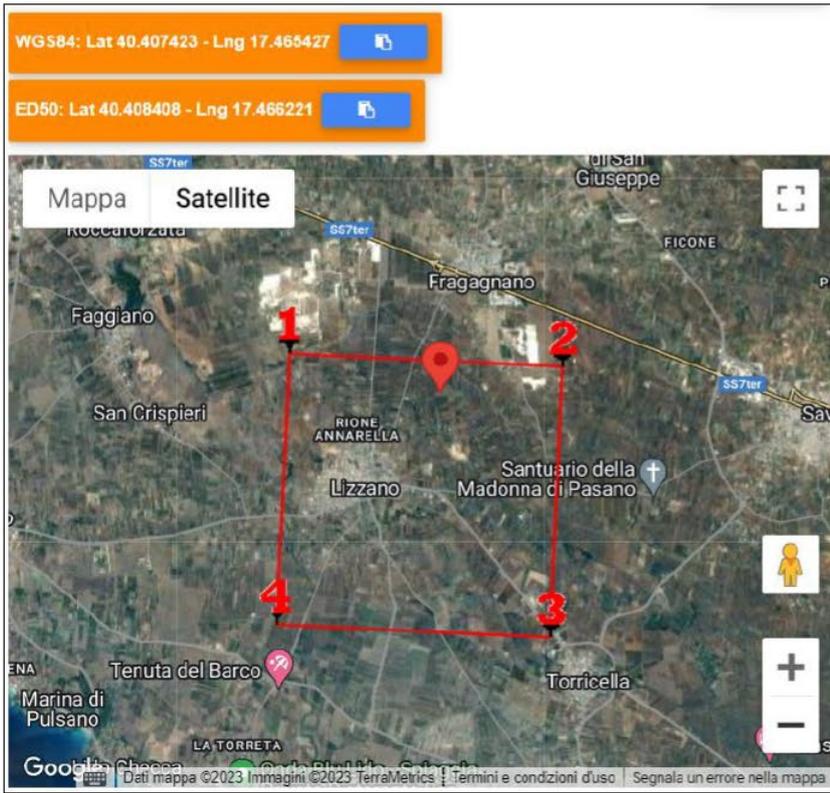
Cat. Sottosuolo: A

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz. categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0.004	0.006	0.011	0.013
$k_v$	0.002	0.003	0.006	0.007
$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.208	0.274	0.548	0.640
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.021	2.412	0.222
Danno (SLD)	50	0.028	2.369	0.284
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.056	2.830	0.424
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.065	2.995	0.444
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

### Coefficienti sismici

Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

Cat. Sottosuolo A

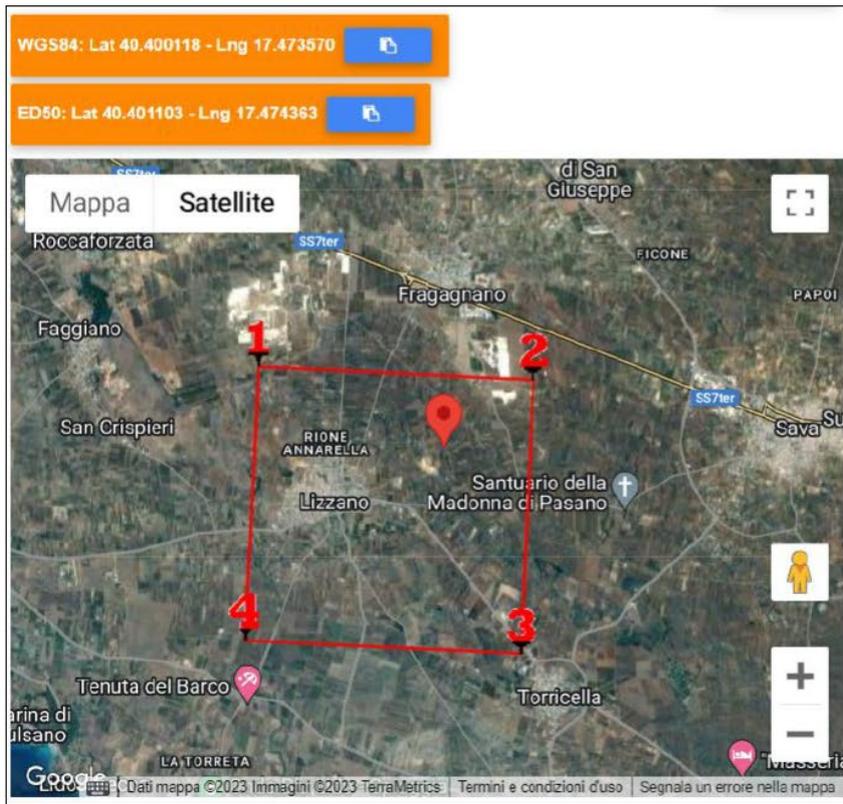
Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito (m/s²) 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.006	0.011	0.013
kv	0.002	0.003	0.005	0.006
Amax [m/s²]	0.206	0.272	0.545	0.636
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

WTG 08



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.021	2.412	0.222
Danno (SLD)	50	0.028	2.368	0.284
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.055	2.829	0.424
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.065	2.994	0.445
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

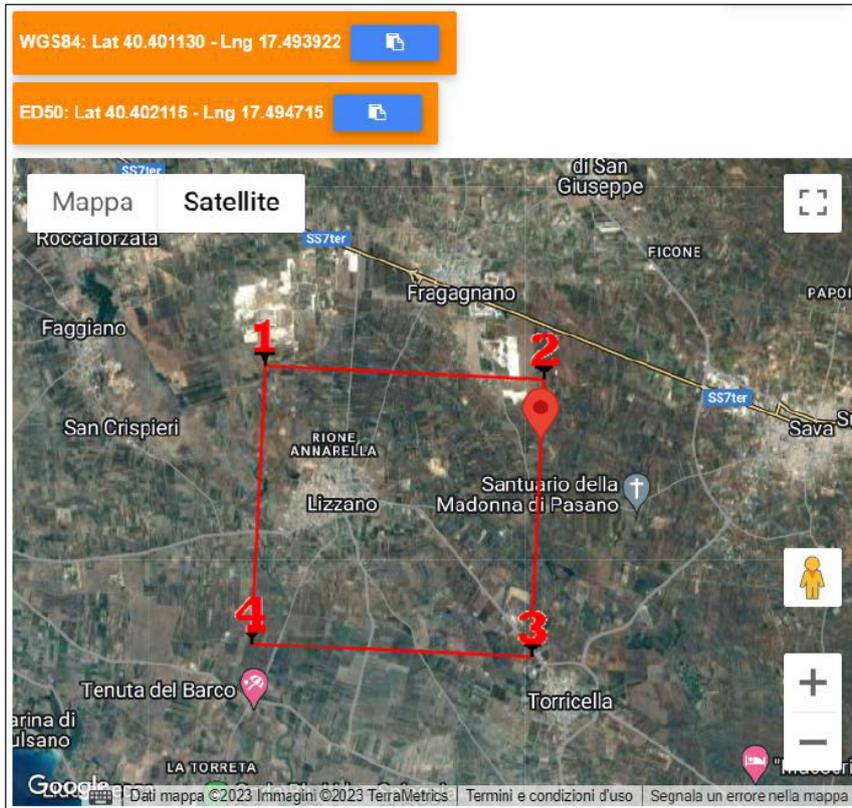
H (m): 1 | US (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: A

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]			0.6	
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.006	0.011	0.013
kv	0.002	0.003	0.006	0.006
Amax [m/s²]	0.206	0.271	0.543	0.634
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

WTG 09



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.021	2.414	0.221
Danno (SLD)	50	0.027	2.365	0.283
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.055	2.826	0.425
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.064	2.991	0.446
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

### Coefficienti sismici

Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

1 0.1

Cat. Sottosuolo A

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s <sup>2</sup> ]			0.6	
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.005	0.011	0.013
kv	0.002	0.003	0.006	0.006
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.204	0.269	0.540	0.630
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

## **INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

La raccolta dei dati dei principali parametri geotecnici, si è basata sull'analisi proveniente dalla campagna d'indagine geognostica effettuata sul sito e costituita da una serie di indagini sia di tipo diretto che indiretto.

Le indagini sono consistite in:

n. 2 indagine sismica Masw per l'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione;

n. 9 indagine sismica a rifrazione.

### ***Indagine sismica a rifrazione***

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità ( $V_p$ ) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

I dati, così ottenuti, si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

E' stato eseguito un profilo sismico coniugato, adottando una distanza tra i geofoni di 3.00 metri.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una mazza battente del peso di 5 kg che batte su una piastra rettangolare

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod. Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

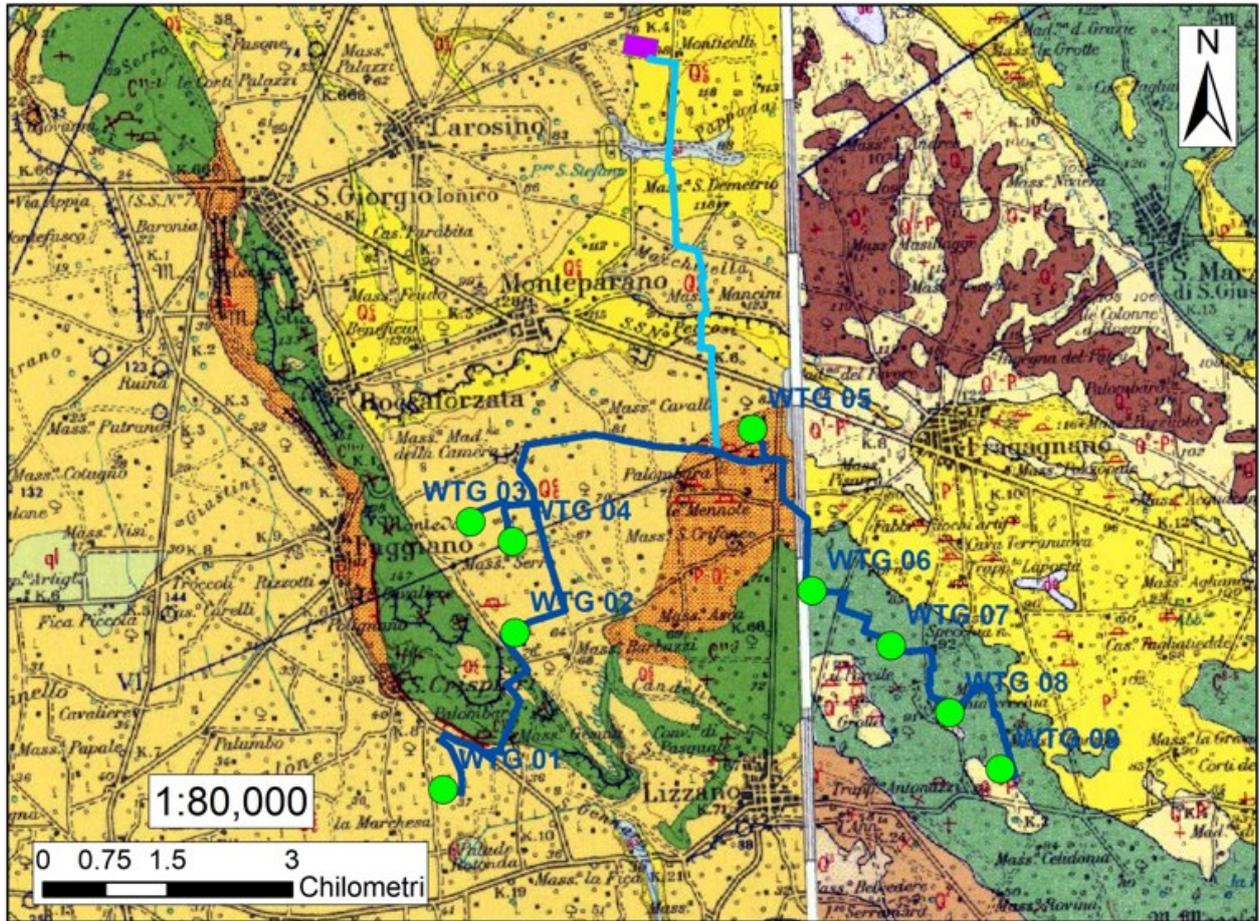
L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

### ***Per individuare la successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche del terreno fondale, si è proceduto con l'esecuzione di n° 9 profili di sismica a rifrazione.***

L'indagine cartografica preliminare ha permesso di individuare due macro aree differenti tra di loro per caratteristiche geologico-stratigrafiche;

ogni macro-area possiede delle caratteristiche geologiche omogenee

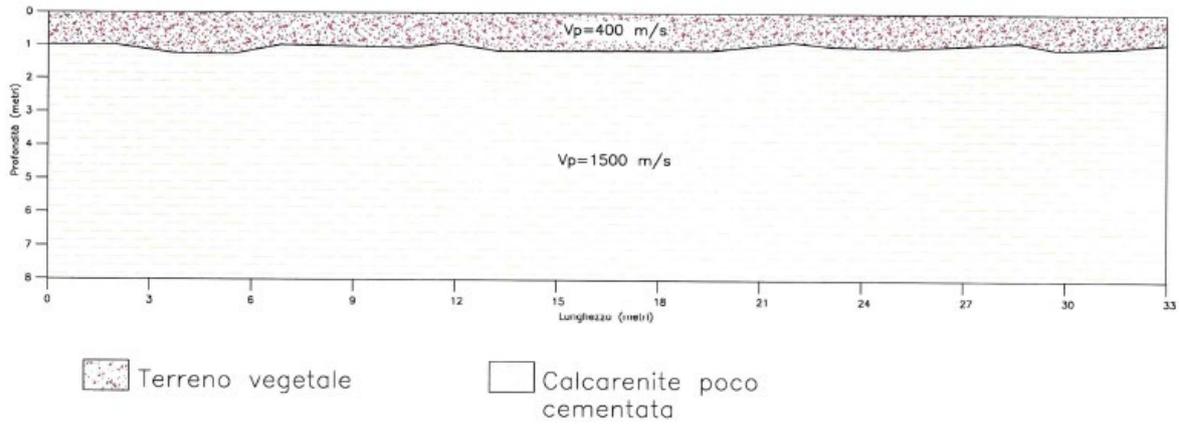
(cfr. Stralcio carta Geologica di seguito)



**Le torri eoliche n° 1,2,3,4 e 5** sono ubicate ella macro-area posizionata a Nord-Ovest del centro abitato di Lizzano, nella quale si rinvencono terreni di natura sabbioso-calcarenitica.

### PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO MEDIO RELATIVO ALLE TORRI 1-2-3-4-5

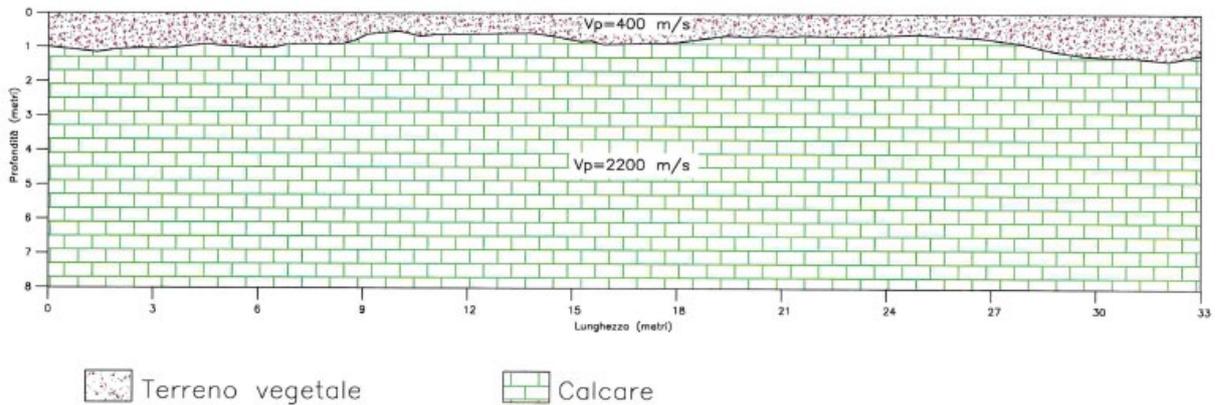
*(Macro-area a NORD-OVEST del Centro abitato di Lizzano)*



**Le torri eoliche n° 6,7,8 e 9** invece sono ubicate ella macro-area posizionata ad Est del centro abitato di Lizzano, nella quale si rinvencono terreni di natura calcarea;

### PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO MEDIO RELATIVO ALLE TORRI 6-7-8-9

*(Macro-area ad EST del centro abitato di Lizzano)*



Le indagini eseguite, che hanno confermato il suddetto quadro litologico, hanno permesso di poter individuare le caratteristiche geotecniche medie afferenti alle due litologie.

Dai profili sismici eseguiti si individua un modello sismostratigrafico caratterizzato da tre sismostrati. Il primo è caratterizzato da una Vp media di 300 m/sec fino ad una profondità variabile da 0.4 a 2.2 m di profondità ed è associabile alla presenza di terreno vegetale. **Il secondo sismostrato restituisce valori di velocità in media di 1350 m/sec assimilabile a calcareniti poco cementate** fino ad una profondità di 8.0mt. **Il terzo sismostrato restituisce valori di velocità in media 2250 m/sec assimilabile ad un calcare.**

Dalle indagini eseguite sono stati ricavati i seguenti parametri geotecnici:

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	E Din (MPa)	$\eta$
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1350	288	38.6	0.01	1.98	4100	0.475
3	2250	913	29.7	0.1	2.33	105500	0.402

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C' = coesione efficace;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico;  $\eta$  = coefficiente di poisson



Parametri geotecnici DEPOSITI CALCARENITICI



Parametri geotecnici CALCARI

## CONCLUSIONI

Lo studio di seguito illustrato è stato svolto su incarico da me ricevuto dalla Società proponente per la relazione geologica, sismica e idrogeologica a corredo dei lavori per il **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI COMUNI DI TARANTO (TA), FAGGIANO (TA), LIZZANO (TA) IN LOCALITA' "TORREVECCHIA"**.

L'impianto sarà collegato mediante un cavidotto in media tensione interrato.

Il lavoro compiuto consente di affermare che allo stato attuale non si evidenziano fattori riconducibili a fenomeni di natura geostatica che implicino modifiche degli equilibri esistenti in quanto non sono stati rilevati elementi che possano indicare movimenti di tipo tettonico-gravitativo.

L'attuale morfologia della zona in esame è strettamente condizionata da numerosi fattori sia di ordine litologico-strutturale (diversa resistenza all'erosione), climatico-vegetazionali che antropici, fattori tutti che esercitano un significativo controllo sulla velocità dei fenomeni di superficie e sulla capacità evolutiva degli agenti demolitori sui terreni affioranti.

I sopralluoghi effettuati nella zona in esame e le osservazioni compiute nelle aree limitrofe hanno consentito di rilevare una certa variabilità nella morfologia dei luoghi esaminati essenzialmente legata alla differente costituzione litologica e granulometrica.

Inoltre, il contesto morfodinamico dell'area rende l'idrografia superficiale poco sviluppata o del tutto assente. Per ciò che concerne l'aspetto idrogeologico, non si evidenziano problematiche legate a fenomeni di affioramento di falda.

Per quanto riguarda l'aspetto sismico, si ricorda che l'area è inserita nella zona **2** della nuova classificazione sismica (*Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003*).

***Come recepito dalla normativa il modello geologico di riferimento è stato validato e supportato da indagini specifiche di tipo indiretto:***

Le indagini sono consistite in:

- n. 2 indagine sismica Masw per l'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione.
- n. 9 indagine sismica a rifrazione

Lo studio geologico si è svolto in ottemperanza al D.M. del 11/03/1988, all'ordinanza del presidente del consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e alle disposizioni dettate dal nuovo Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. del 17/01/2018 al fine di ricostruire un modello geologico e geotecnico.

Trovandosi in un'area di dimensioni estese, con caratteristiche geolitologiche differenti, raggruppabili in due macro-aree, sono state effettuate 2 indagini MASW nei due litotipi caratterizzanti le aree ovvero:

**MASW – Profilo 4** che raggruppa i terreni Sabbioso-calcarenitici relativamente agli **aerogeneratori 1, 2, 3, 4, 5** aventi caratteristiche geolitologiche simili

**MASW – Profilo 8** che raggruppa i terreni di Natura Calcarea relativamente agli **aerogeneratori 6, 7, 8, 9** aventi caratteristiche geolitologiche simili

Nel caso del profilo **MASW (4) la Vs, eq calcolata è pari a 470 m/sec**, mentre nel caso del profilo **MASW (8) la Vs, eq calcolata è pari a 1062 m/sec**, facendo rientrare il suolo di fondazione nel **primo caso nella categoria B**, mentre nel **secondo caso nella categoria A**.

Le indagini eseguite, che hanno confermato il suddetto quadro litologico, hanno permesso di poter individuare le caratteristiche geotecniche medie afferenti alle due litologie.

Dai profili sismici eseguiti si individua un modello sismostratigrafico caratterizzato da tre sismostrati. Il primo è caratterizzato da una Vp media di 300 m/sec fino ad una profondità variabile da 0.4 a 2.2 m di profondità ed è associabile alla presenza di terreno vegetale. **Il secondo sismostrato restituisce valori di velocità in media di 1350 m/sec assimilabile a calcareniti** poco cementate fino ad una profondità di 8.0mt. **Il terzo sismostrato restituisce valori di velocità in media 2250 m/sec assimilabile ad un calcare.**

Dalle indagini eseguite sono stati ricavati i seguenti parametri geotecnici:

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cmc)	E Din (MPa)	$\eta$
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1350	288	38.6	0.01	1.98	4100	0.475
3	2250	913	29.7	0.1	2.33	105500	0.402

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C' = coesione efficace;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico;  $\eta$  = coefficiente di poisson



Parametri geotecnici DEPOSITI CALCARENITICI



Parametri geotecnici CALCARI

LABORATORIO MATERIALI DA COSTRUZIONE  
LABORATORIO TERRE E ROCCE  
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

**GEOPROVE** S.R.L.

# COMUNE DI LIZZANO (Provincia di TARANTO)

**COMMITTENTE: DOTT. GEOL. ANTONIO  
MATTIA FUSCO**

**INDAGINI GEOGNOSTICHE**

\*\*\*\*\*

Ruffano, aprile 2023

**IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS**



Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA 00014/19  
OHSAS 18001:2007, n. SA 00015/19



SOA 05205 II Livello



**GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750** • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | [www.geoprove.eu](http://www.geoprove.eu) • [info@geoprove.eu](mailto:info@geoprove.eu)

## INDICE

<i>PREMESSA</i> .....	2
<i>PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE</i> .....	3
<i>SISMICA CON METODOLOGIA MASW</i> .....	14

## **PREMESSA**

Nel mese di aprile 2023, su incarico del dott. Geol. Antonio Mattia Fusco, la Geoprove Srl di Ruffano ha eseguito delle indagini geognostiche in delle aree adiacenti al territorio Comunale di Lizzano (TA).

Le indagine geognostiche sono state eseguite dalla Ditta Geoprove, in conformità alle direttive del **DM 17/01/2018** recante “Norme Tecniche per le costruzioni” ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell’opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Sono stati pertanto eseguiti:

- n.9 profili sismici a rifrazione della lunghezza di 33 mt lineari;
- n. 2 profili sismici MASW.

## **PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE**

Per individuare la successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche del terreno fondale, si è proceduto con l'esecuzione di un profilo sismico a rifrazione.

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità ( $V_p$ ) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

I dati, così ottenuti, si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

E' stato eseguito un profilo sismico coniugato, adottando una distanza tra i geofoni di 3.00 metri.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una mazza battente del peso di 5 kg che batte su una piastra rettangolare

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod. Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

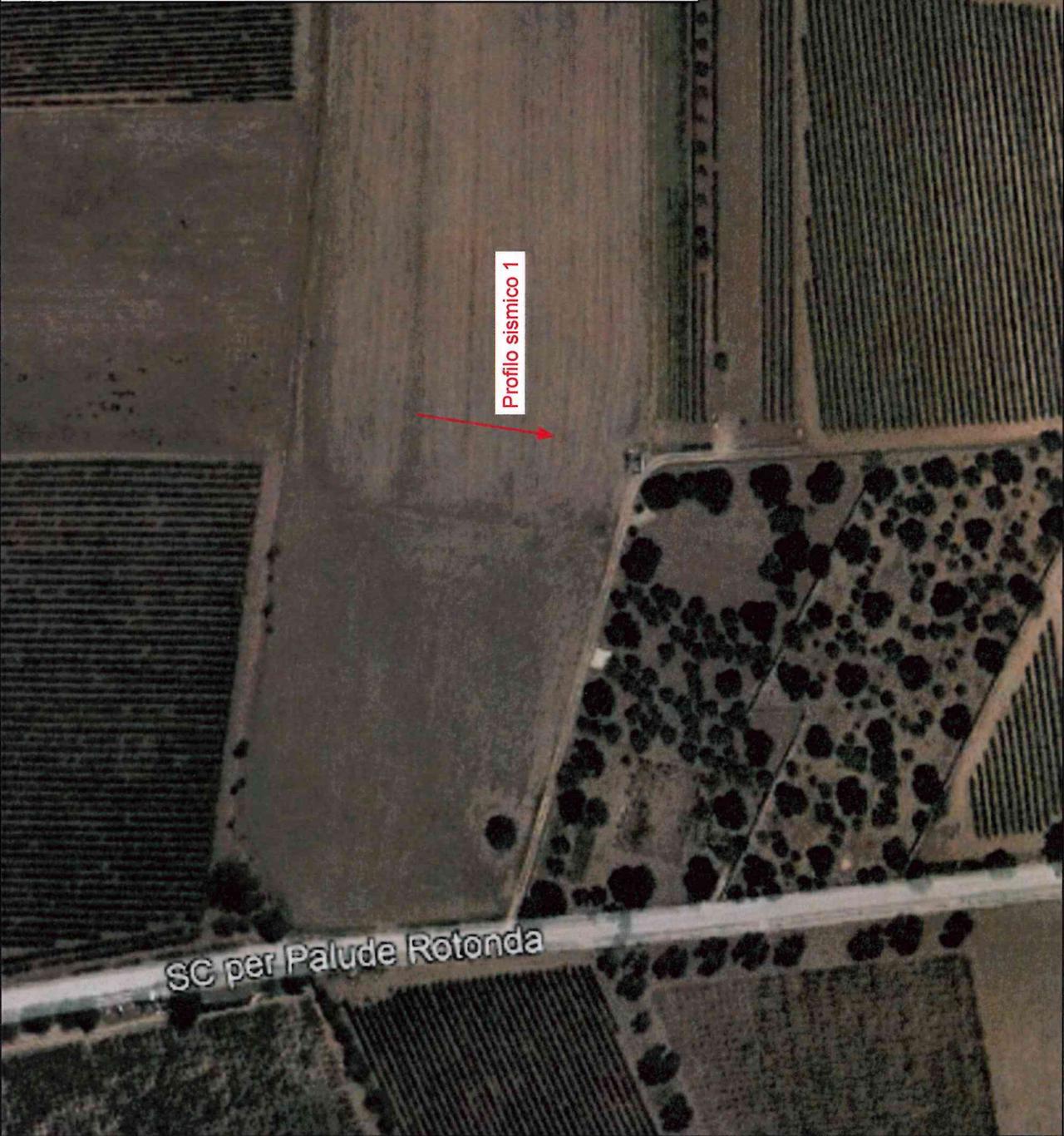
Dai profili sismici eseguiti si individua un modello sismostratigrafico caratterizzato da tre sismostrati. Il primo è caratterizzato da una  $V_p$  media di 300 m/sec fino ad una profondità variabile da 0.4 a 2.2 m di profondità ed è associabile alla presenza di terreno vegetale. Il secondo sismostrato restituisce valori di velocità in media di 1350 m/sec assimilabile a calcareniti poco cementate fino ad una profondità di 8.0mt. Il terzo sismostrato restituisce valori di velocità in media di 2250 m/sec assimilabile ad un calcare.

Dalle indagini eseguite sono stati ricavati i seguenti parametri geotecnici:

Strato	$V_p$ (m/sec)	$V_s$ (m/sec)	$\phi$ (°)	C (kg/cmq)	$\gamma$ (gr/cmc)	E Din (MPa)	$\eta$
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1350	288	38.6	0.01	1.98	4100	0.475
3	2250	913	29.7	0.1	2.33	105500	0.402

$V_p$  = vel. longit.;  $V_s$  = vel. trasv.;  $\phi$  = angolo di attrito; C' = coesione efficace;  
 $\gamma$  = peso per unità di volume; E = modulo elastico;  $\eta$  = coefficiente di poisson

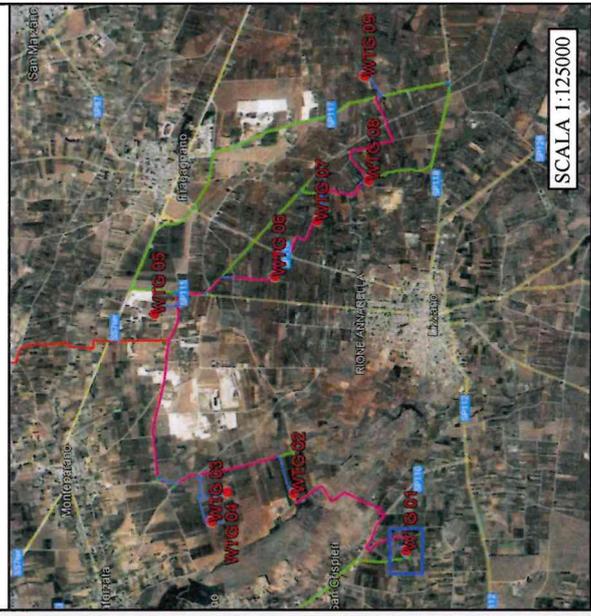
# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE



LEGENDA:

 Profilo sismico a rifrazione

 Area indagata

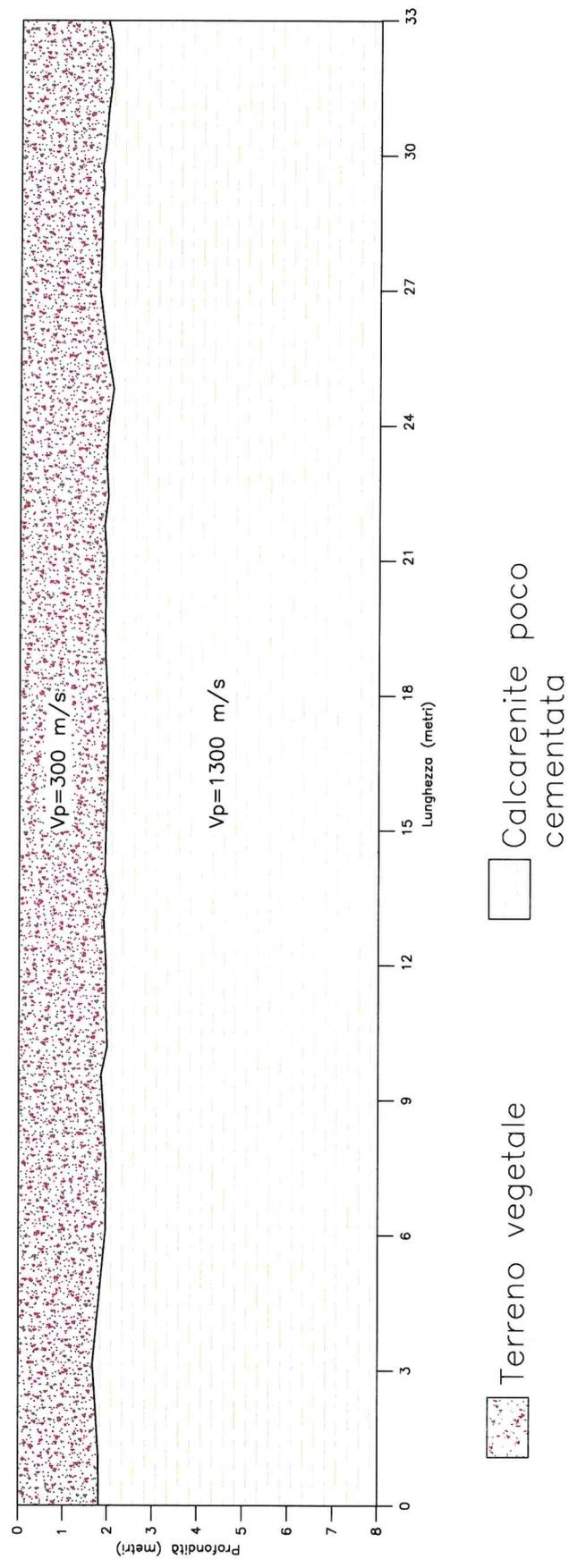




*Esecuzione profilo sismico 1*

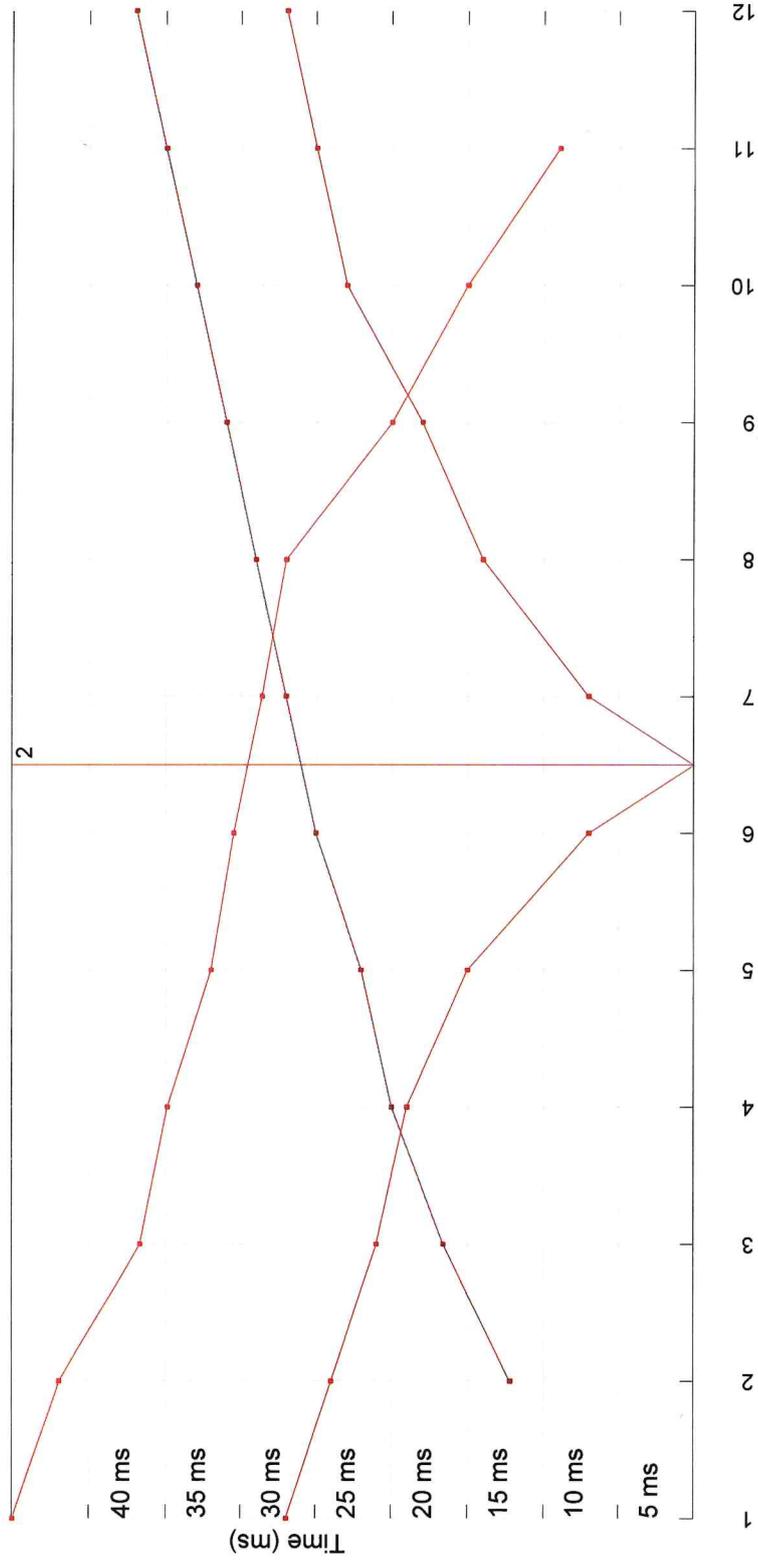


PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 1  
LOCALITA': LIZZANO (TA)



Aerogeneratore WTG01;

Località: Lizzano (Ta);



Calculs d'épaisseur

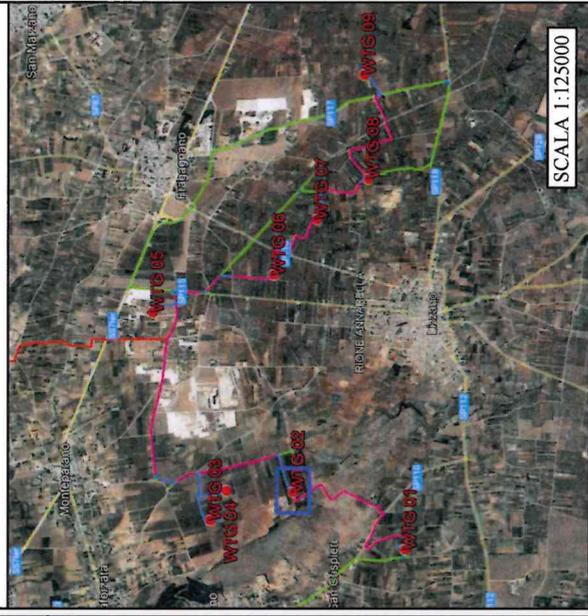
# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE



LEGENDA:

 Profilò sismico a rifrazione

 Area indagata



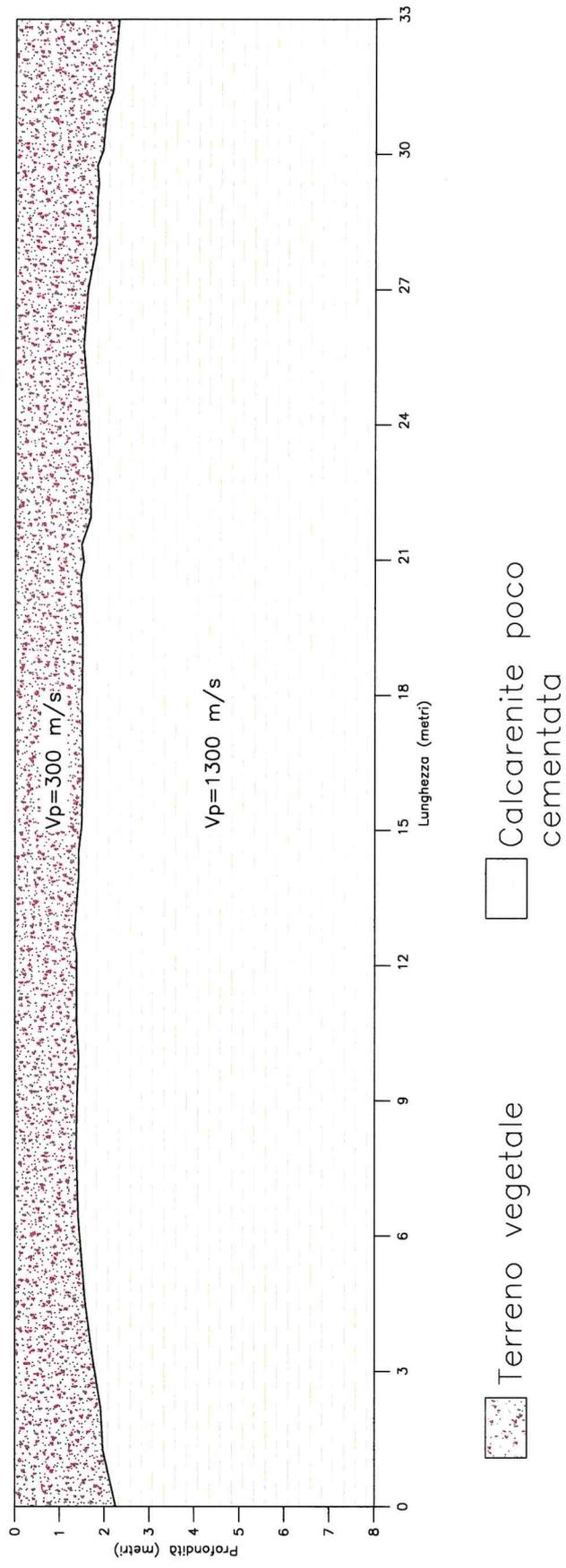
SCALA 1:500



*Esecuzione profilo sismico 2*

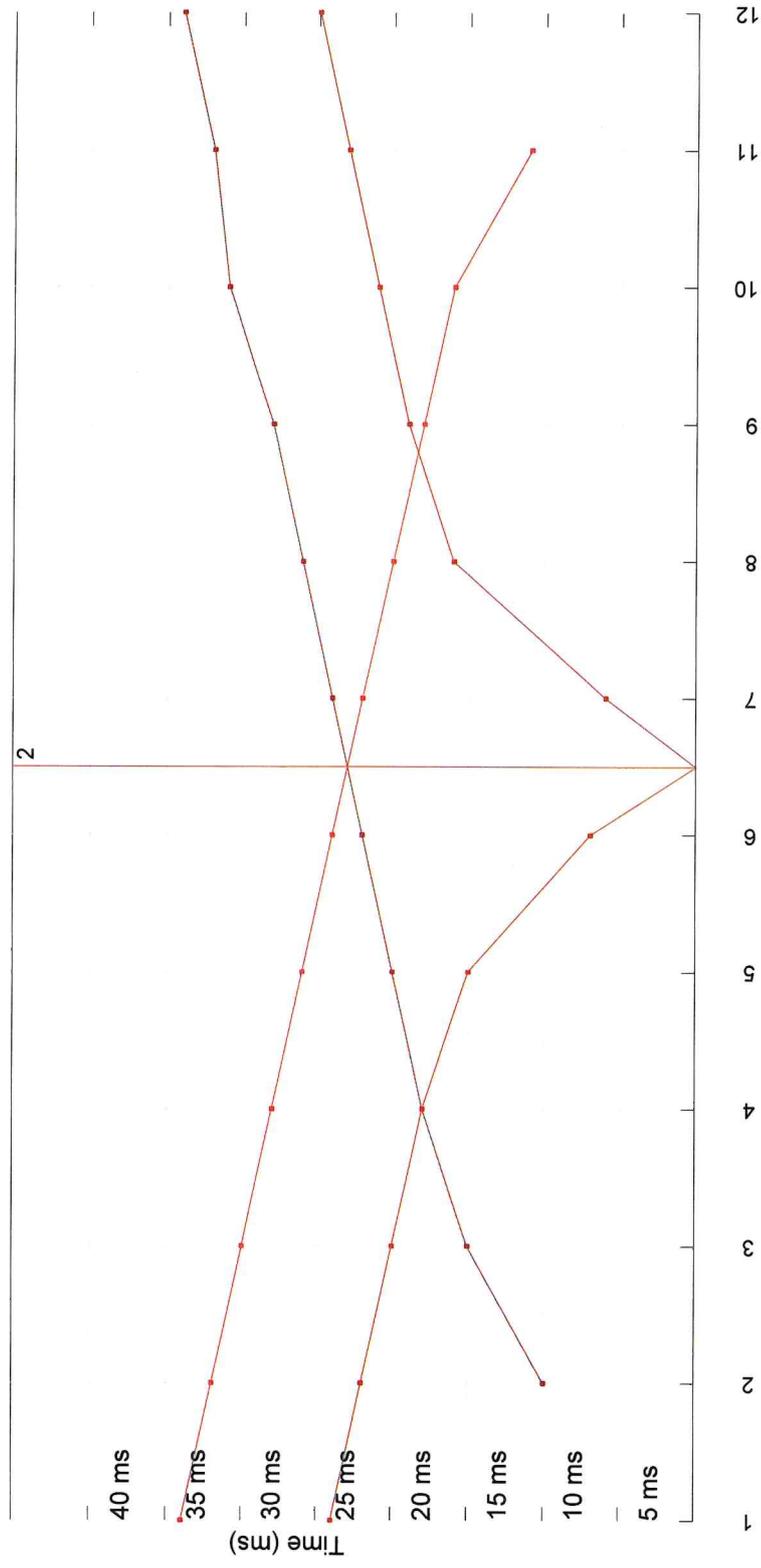


PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 2  
LOCALITA': LIZZANO (TA)



Aerogeneratore WTG02;

Località: Lizzano (Ta);



Calculs d'épaisseur

# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE



LEGENDA:

➔ Profilo sismico a rifrazione

□ Area indagata

Profilo sismico 3

SCALA 1:125000

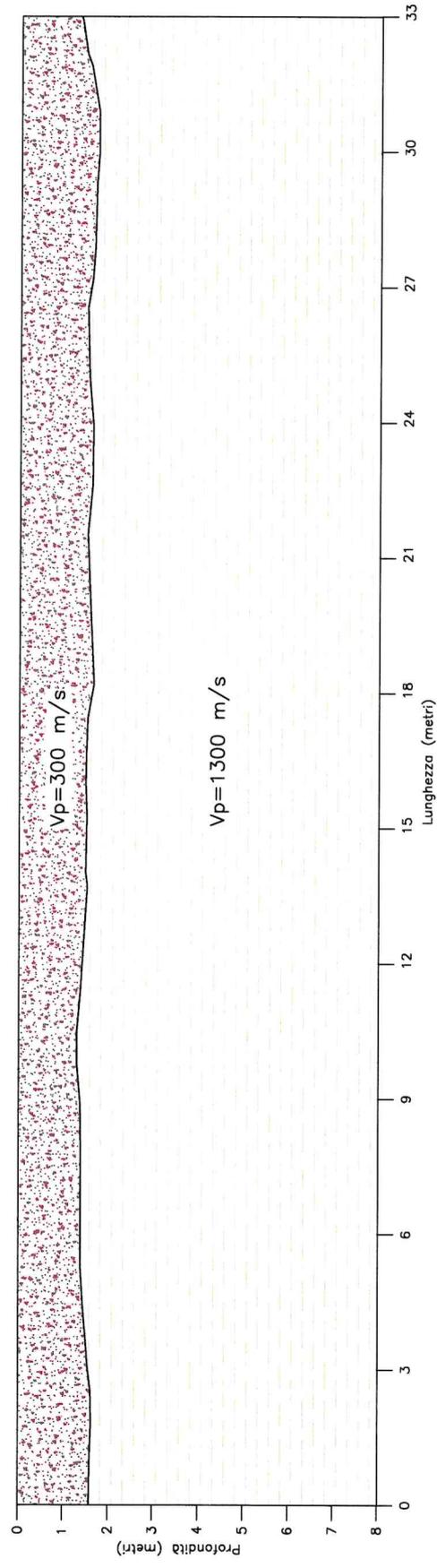
SCALA 1:1500



*Esecuzione profilo sismico 3*



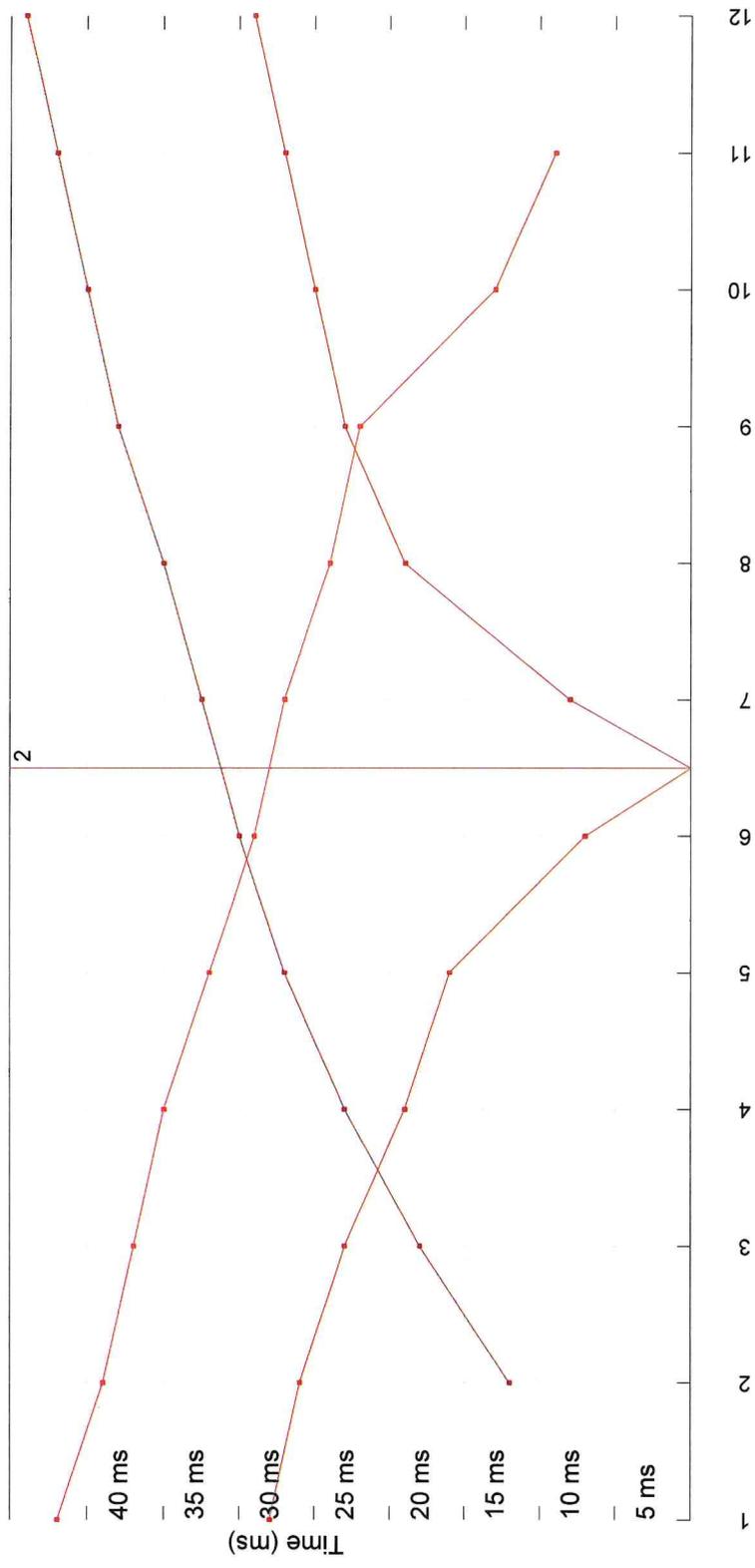
PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 3  
LOCALITA': LIZZANO (TA)



-  Terreno vegetale
-  Calcarenite poco cementata

Aerogeneratore WTG03;

Località: Lizzano (Ta);



Calculs d'épaisseur

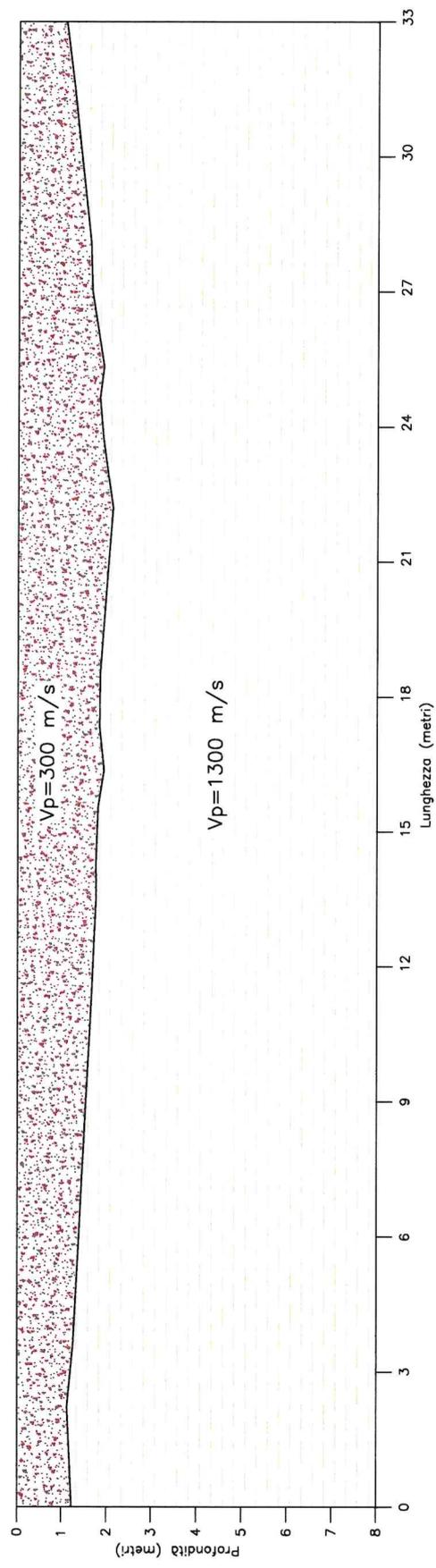




*Esecuzione profilo sismico 4 e profilo MASW (4)*

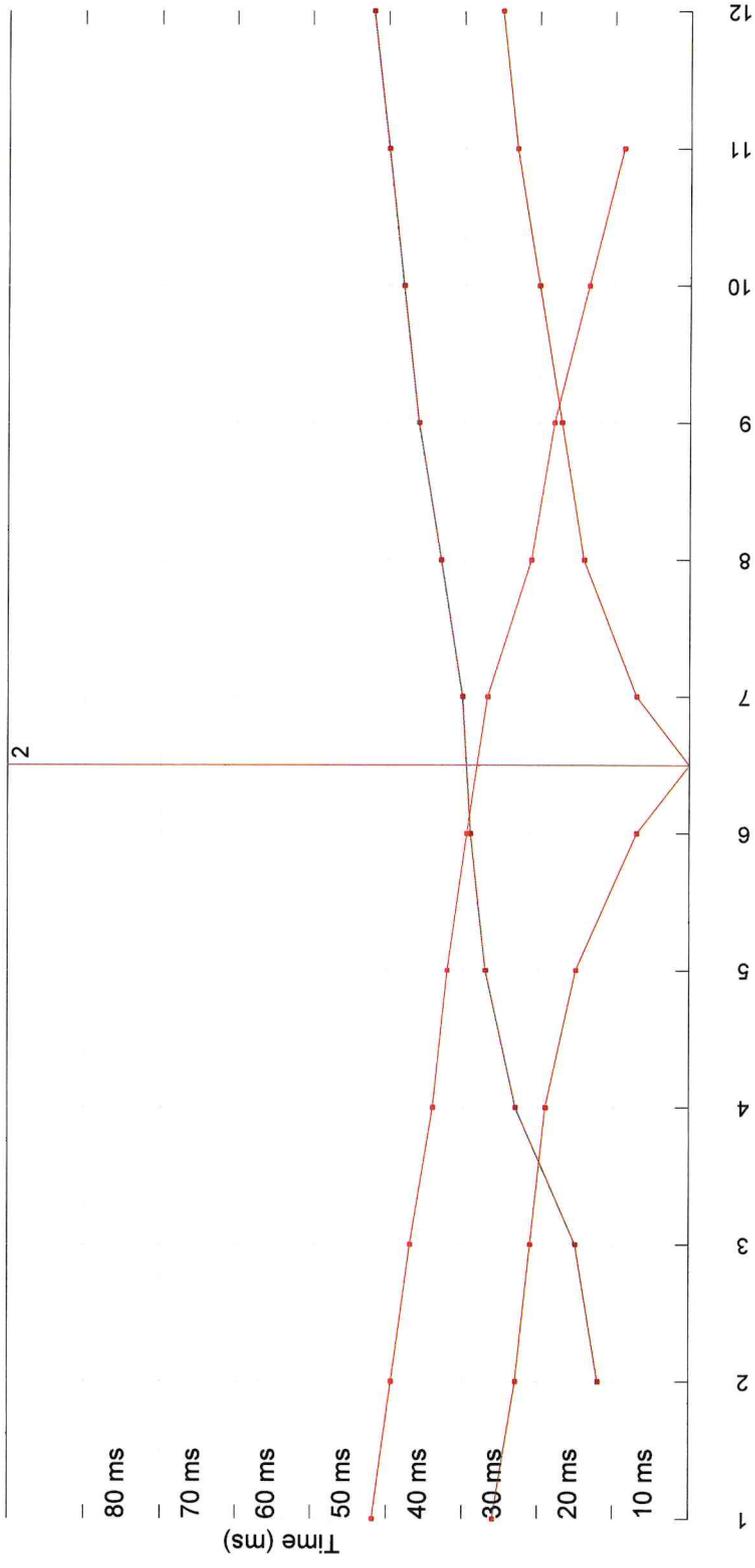


# PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 4 LOCALITA': LIZZANO (TA)



 Terreno vegetale

 Calcarenite poco cementata



Calculs d'épaisseur

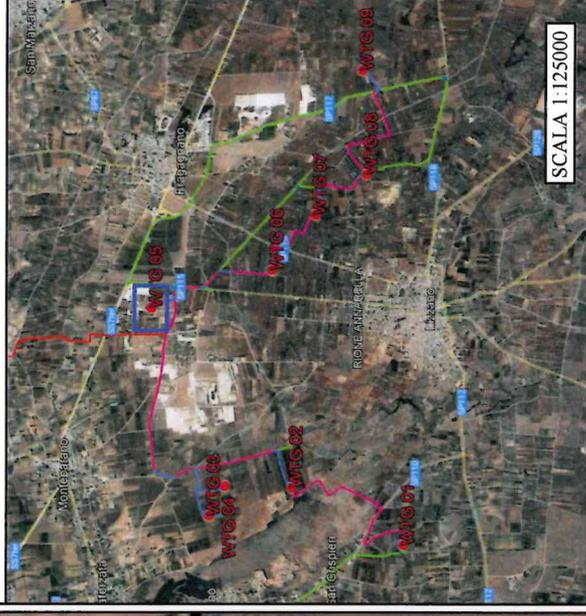
# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE



LEGENDA:

 Profilo sismico a rifrazione

 Area indagata



SCALA 1:125000

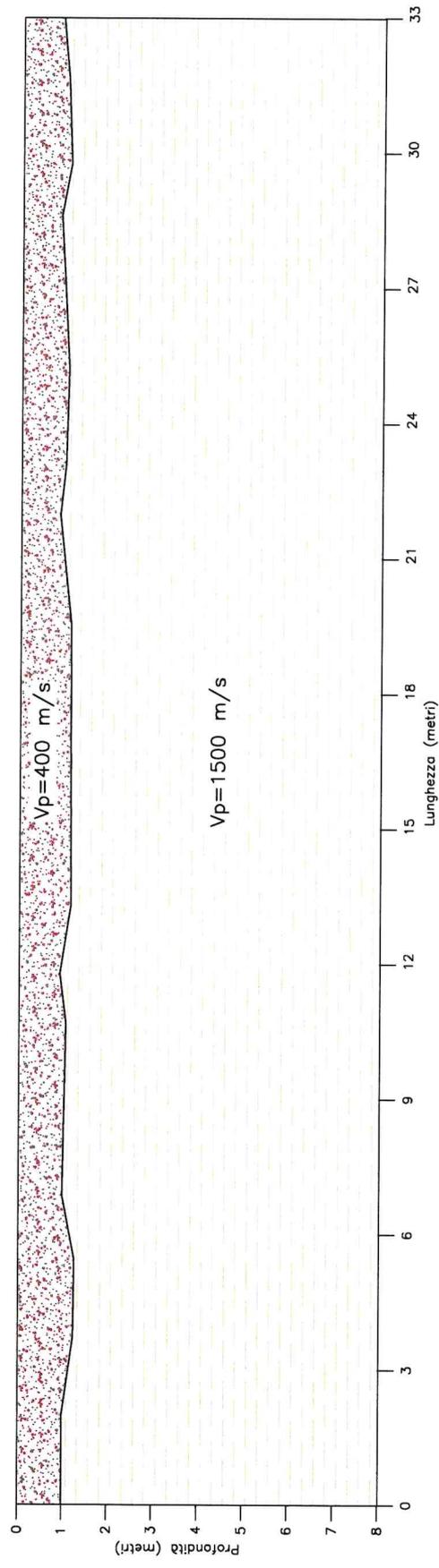
SCALA 1:1500



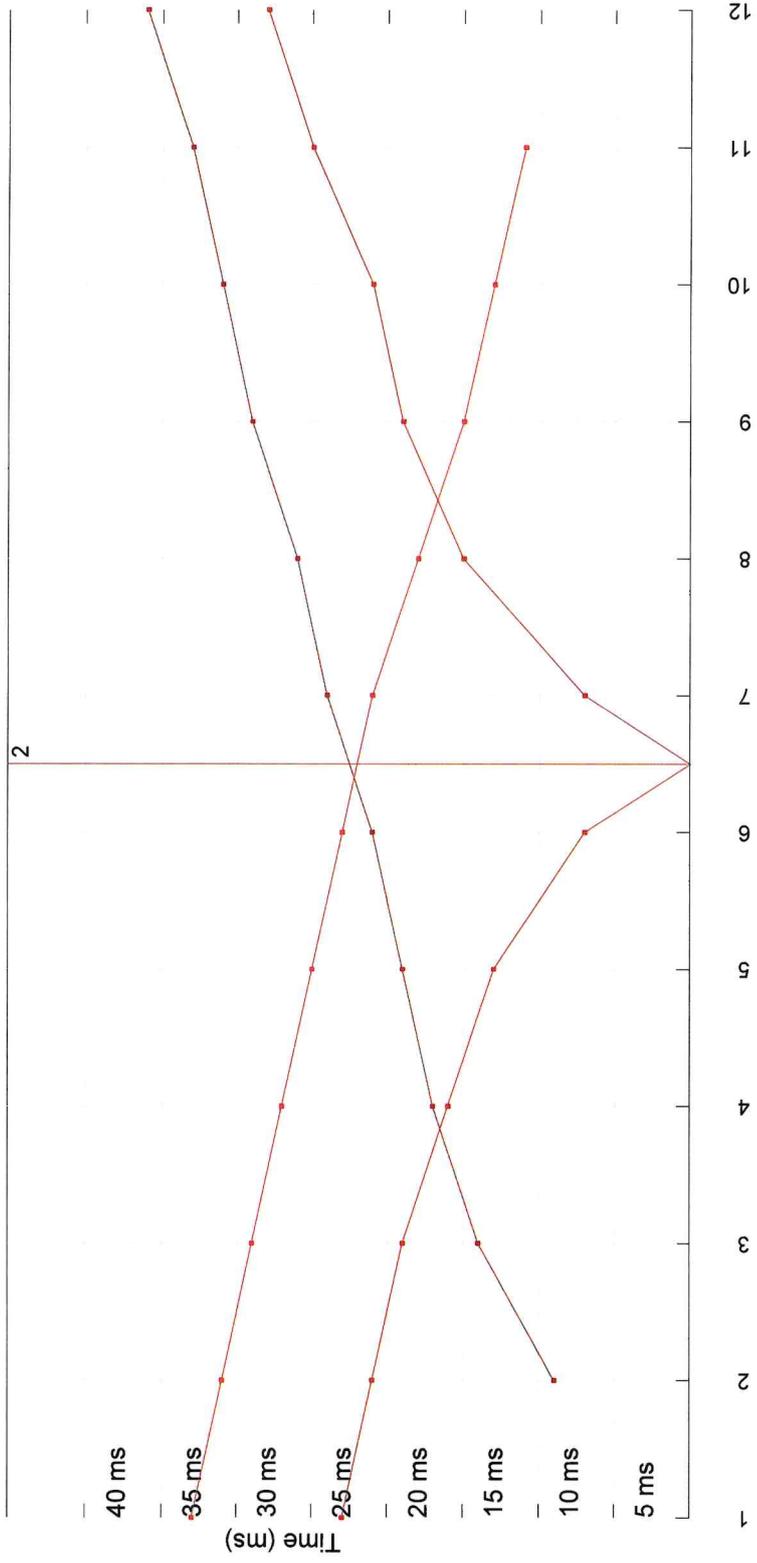
*Esecuzione profilo sismico 5*



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 5  
LOCALITA': LIZZANO (TA)



-  Terreno vegetale
-  Calcarenite poco cementata



Calculs d'épaisseur

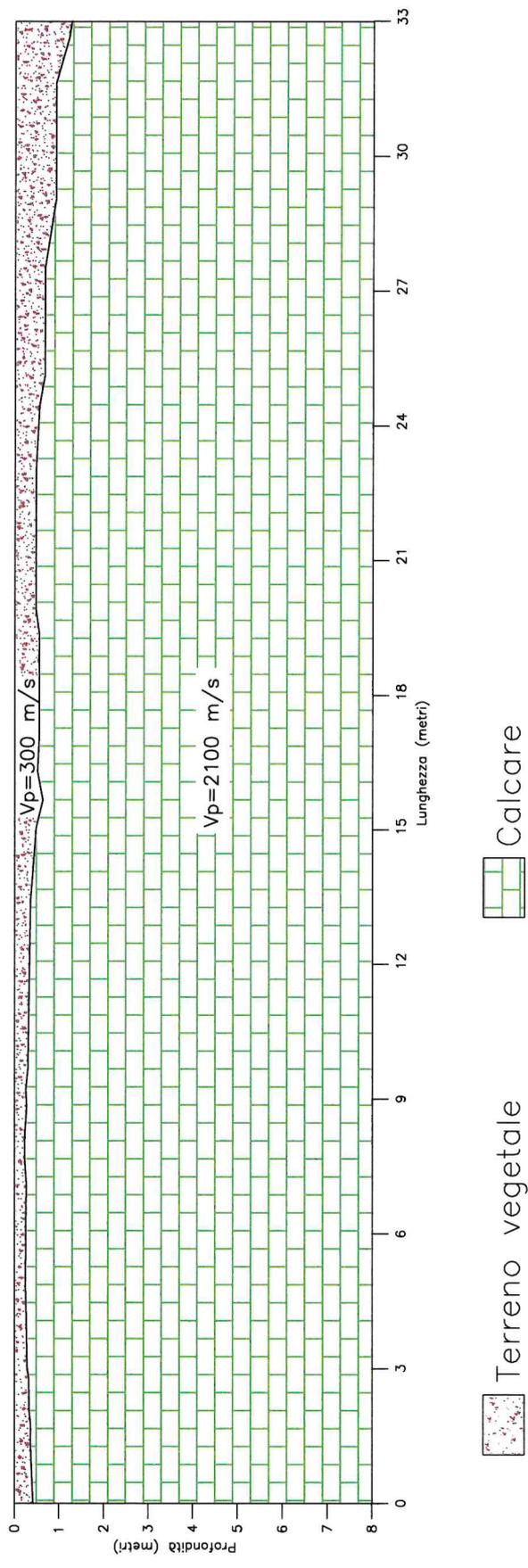




*Esecuzione profilo sismico 6*

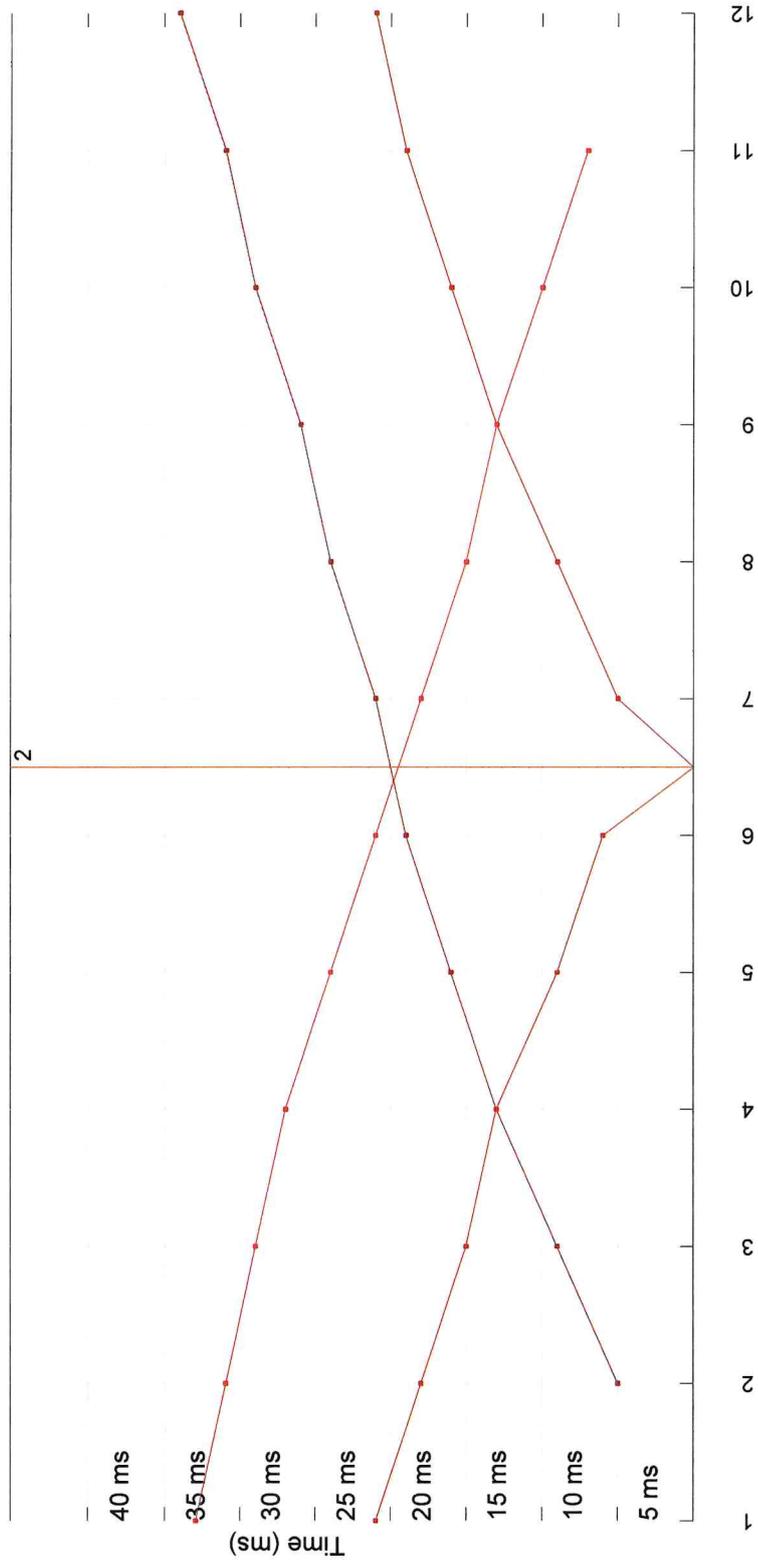


PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 6  
LOCALITA': LIZZANO (TA)



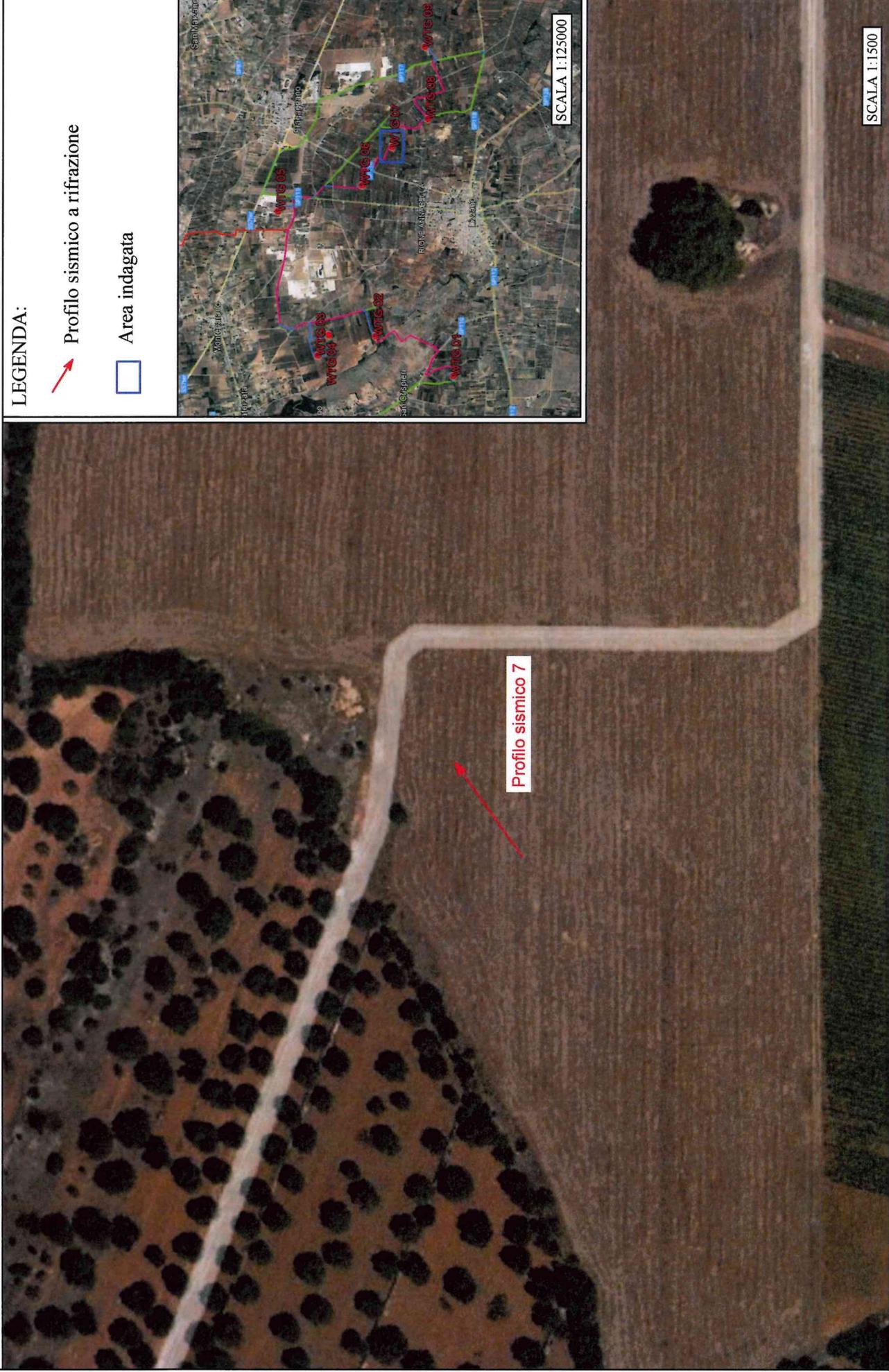
Aerogeneratore WTG06;

Località: Lizzano (Ta);



Calculs d'épaisseur

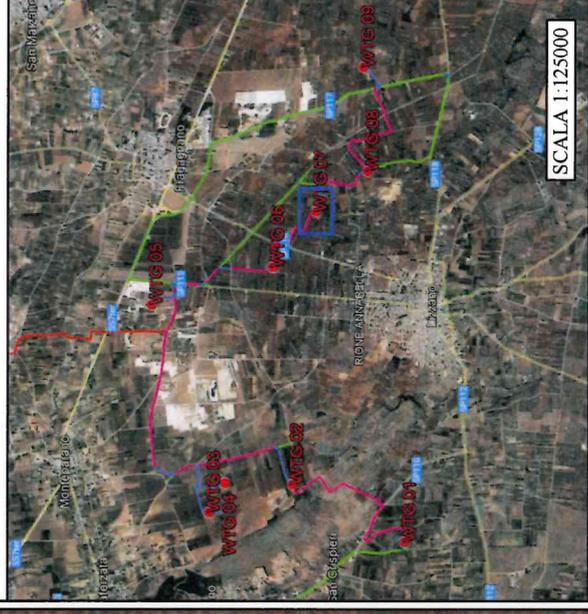
# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE



LEGENDA:

 Profilò sismico a rifrazione

 Area indagata

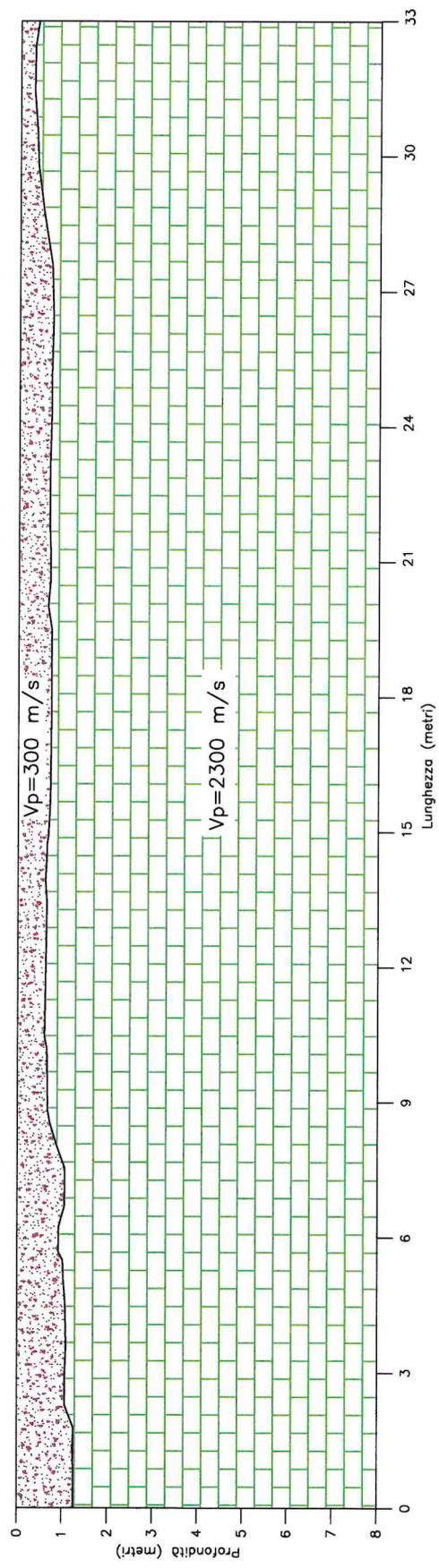




*Esecuzione profilo sismico 7*



# PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 7 LOCALITA': LIZZANO (TA)

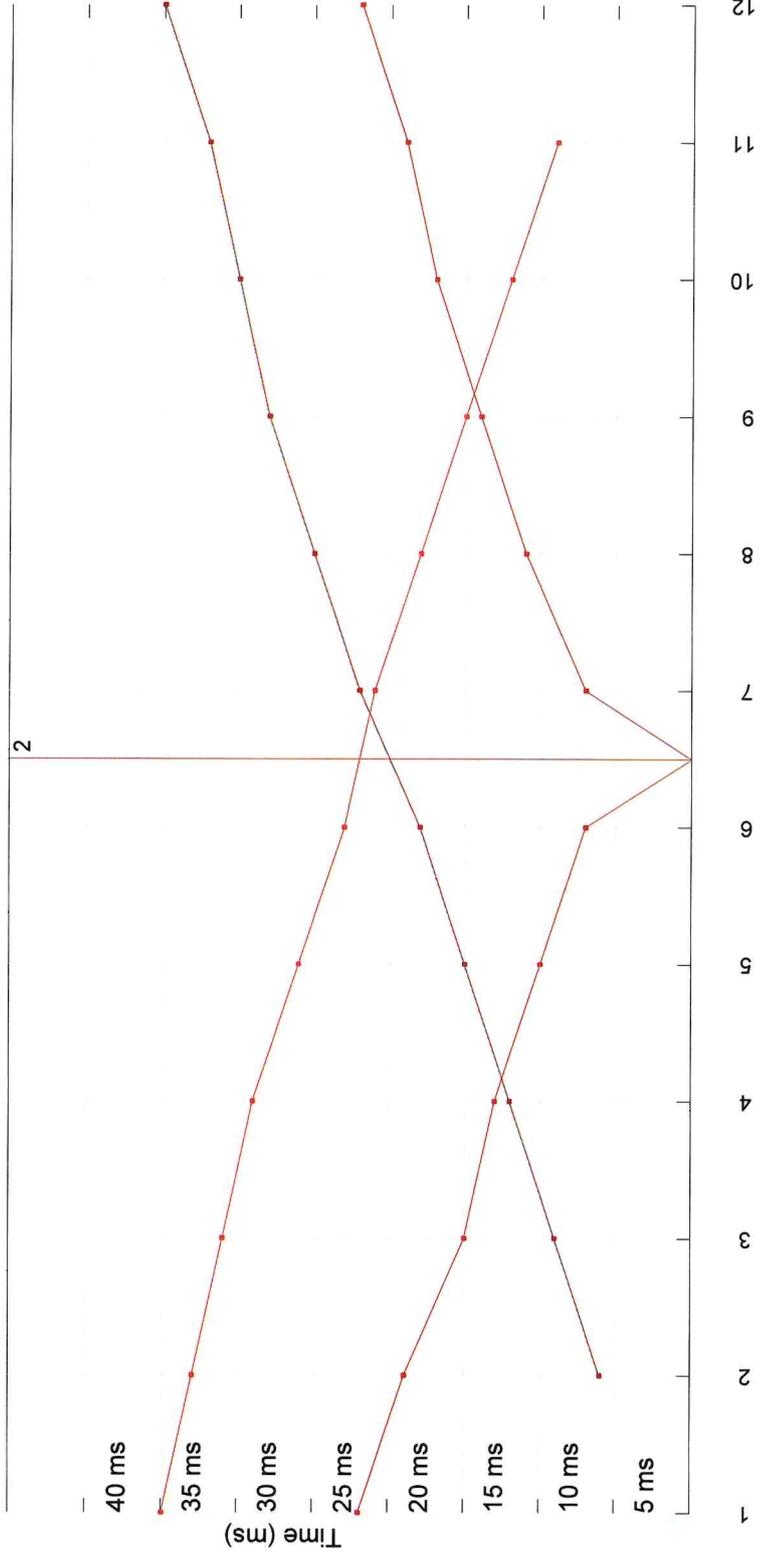


 Terreno vegetale

 Calcare

Aerogeneratore WTG07;

Località: Lizzano (Ta);



Calculs d'épaisseur

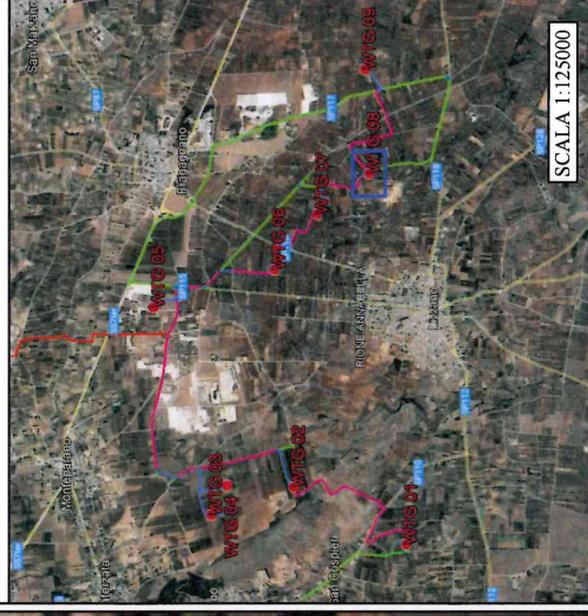
# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE



LEGENDA:

 Profilino sismico a rifrazione

 Area indagata

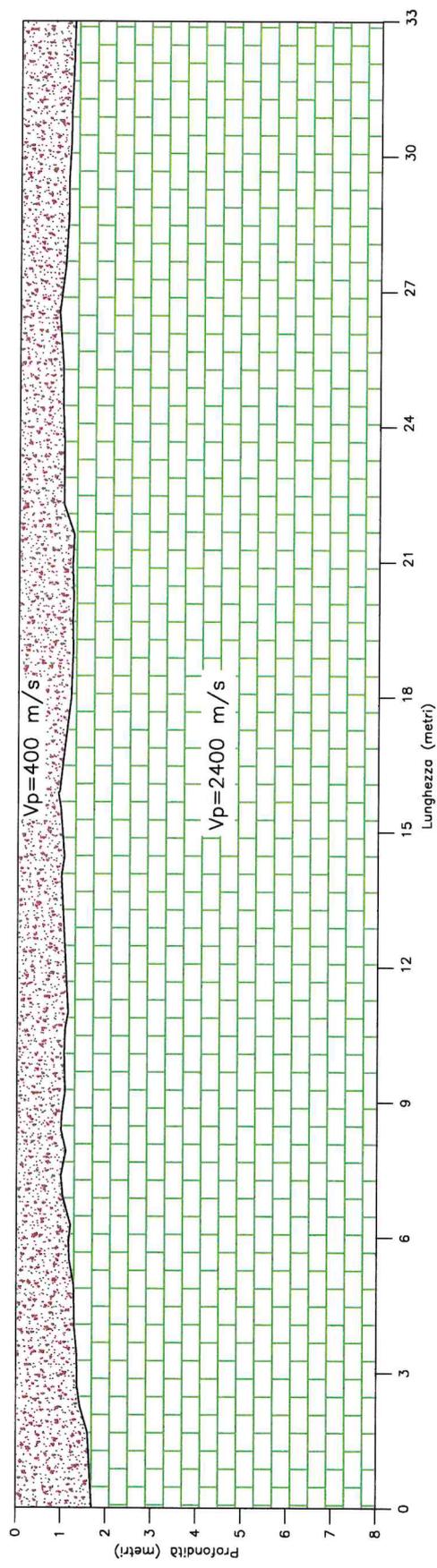




*Esecuzione profilo sismico 8 e profilo MASW (8)*



# PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 8 LOCALITA': LIZZANO (TA)



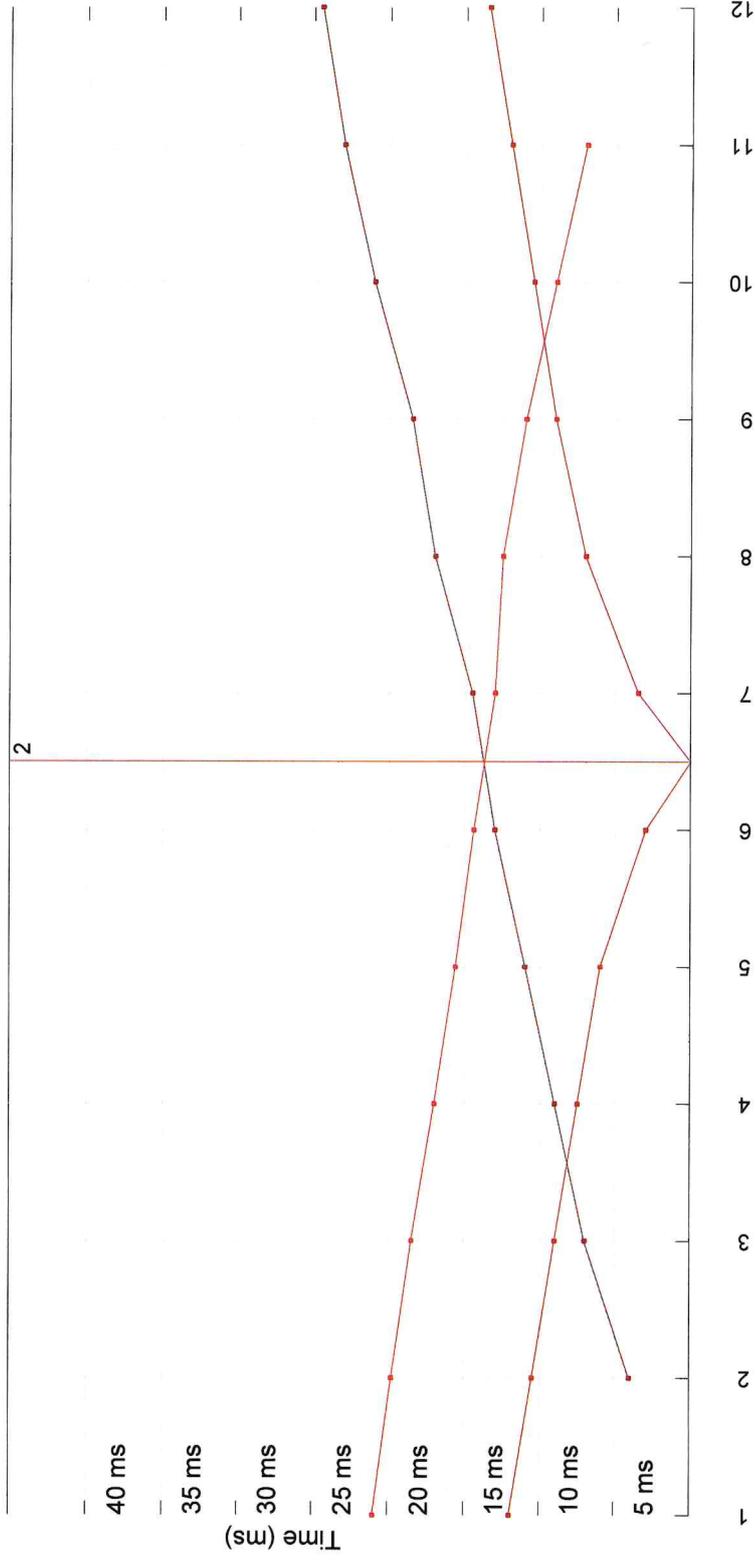
Terreno vegetale



Calcare

Aerogeneratore WTG08;

Località: Lizzano (Ta);



Calculs d'épaisseur

# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

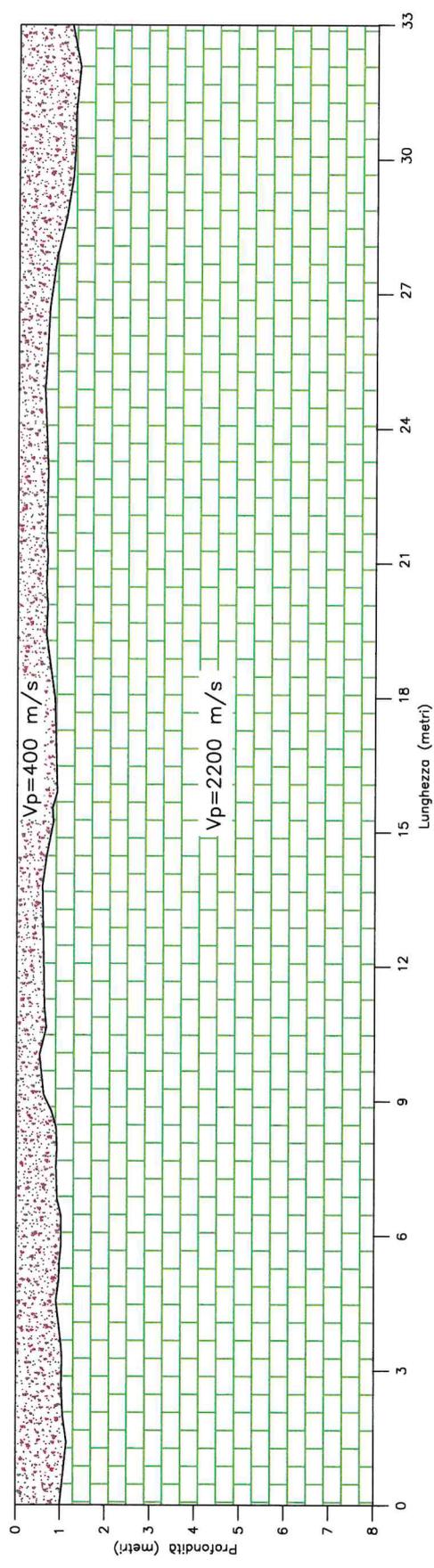




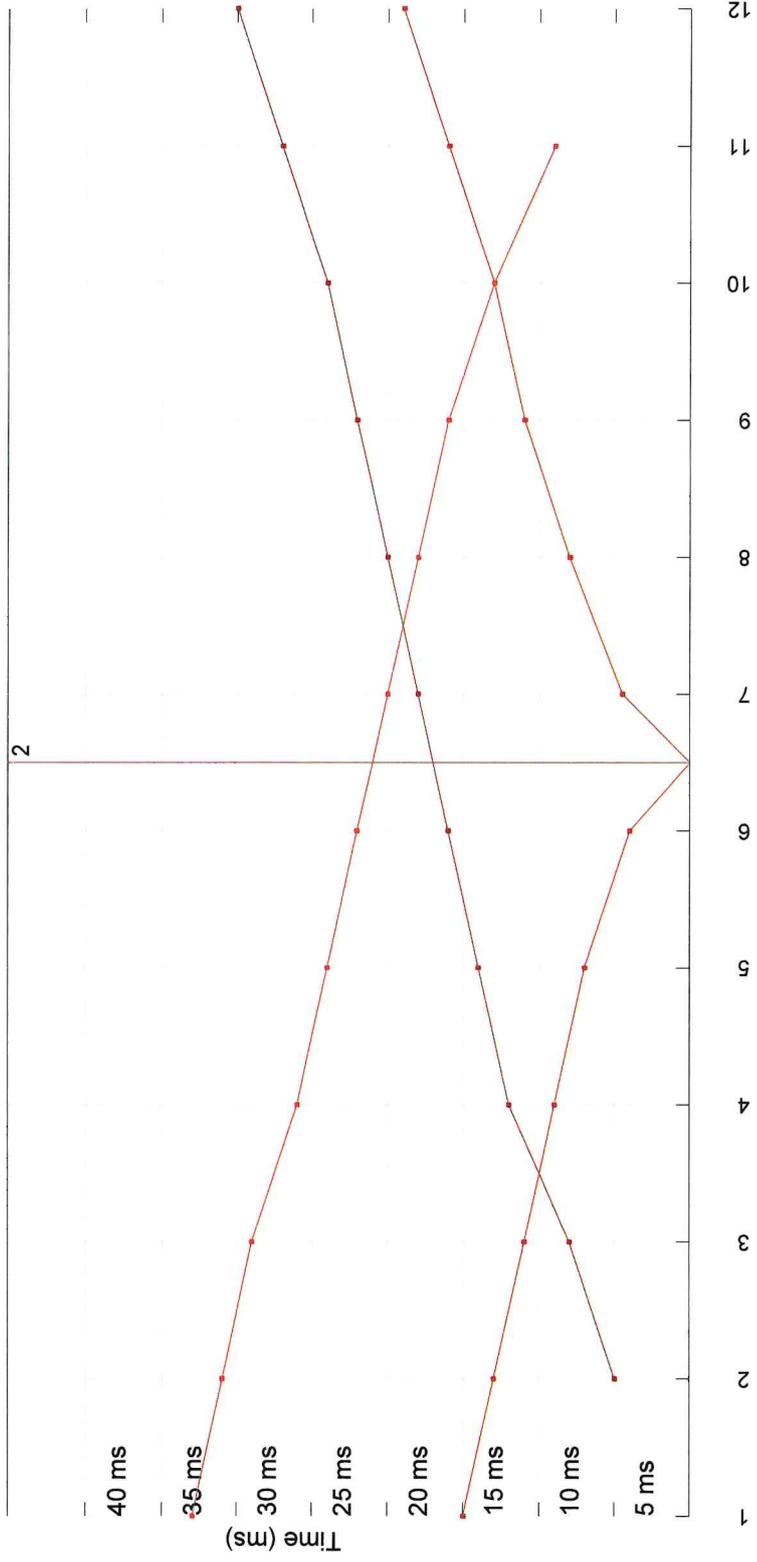
*Esecuzione profilo sismico 9*



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 9  
LOCALITÀ: LIZZANO (TA)



 Terreno vegetale       Calccare



Calculs d'épaisseur

## **SISMICA CON METODOLOGIA MASW**

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (DA 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle  $V_s$ .

Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_i \frac{h_i}{n V_{S,i}}}$$

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

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

# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA TIPO MASW



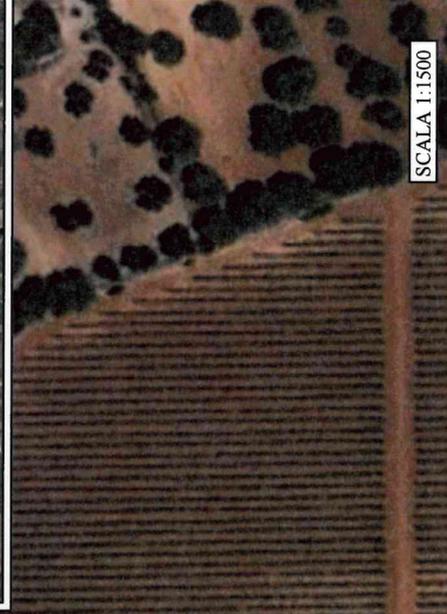
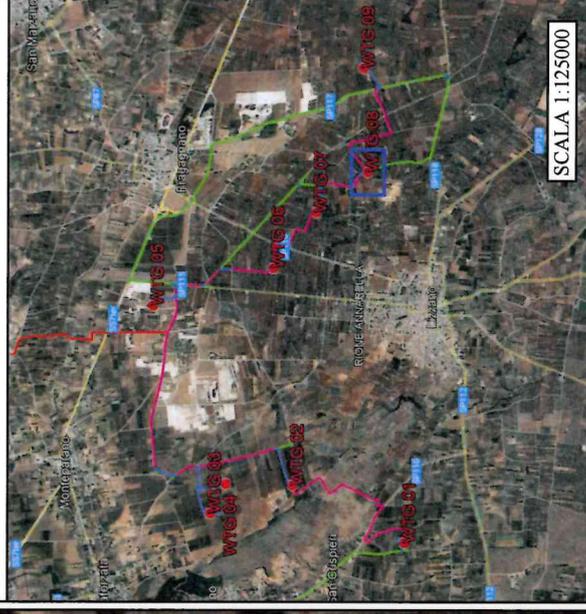
# UBICAZIONE INDAGINE SISMICA TIPO MASW



LEGENDA:

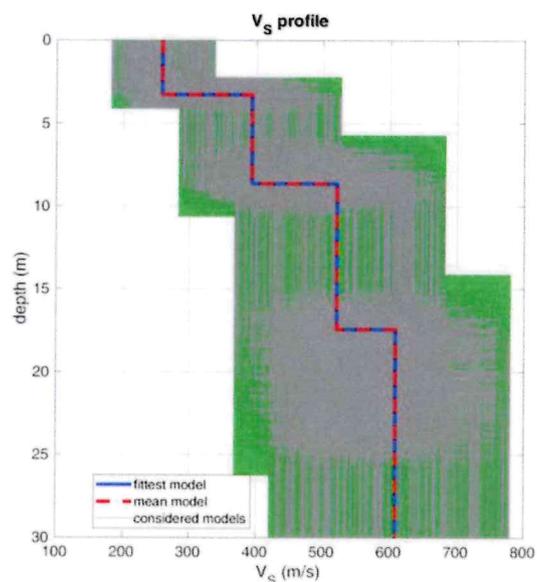
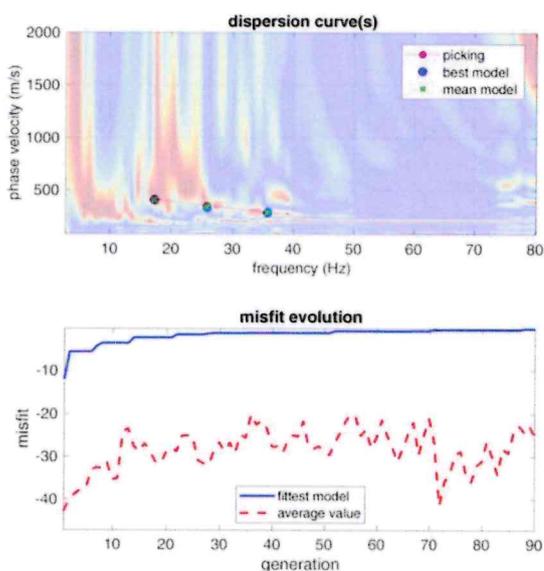
 Profilo sismico tipo MASW

 Area indagata



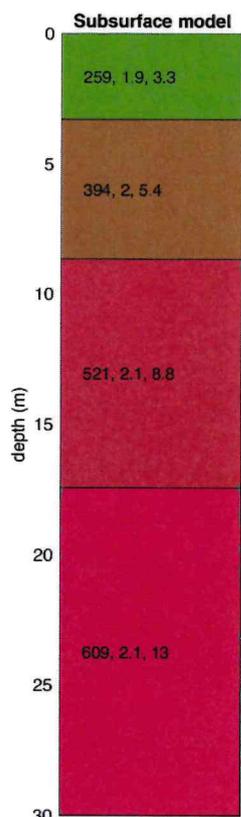
SCALA 1:1500

### Profilo MASW (4)



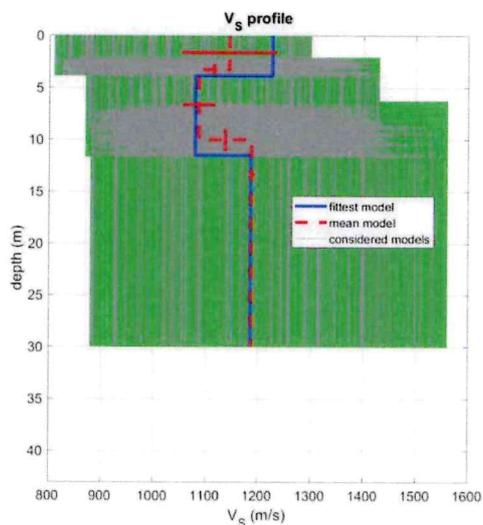
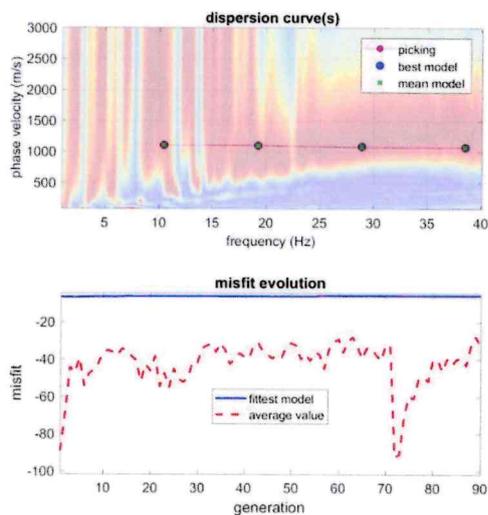
[www.wlmmasw.com](http://www.wlmmasw.com)

Vs30 & VsE (best model): 470 470 m/s  
Vs30 & VsE (mean model): 470 470 m/s



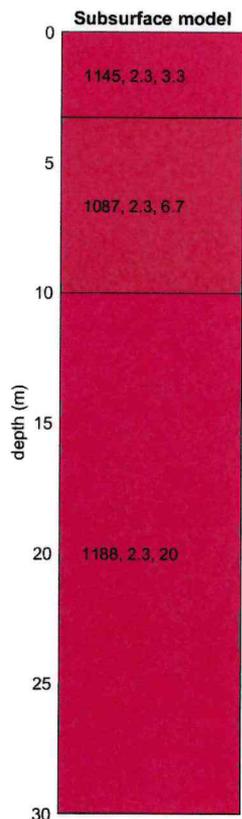
V<sub>s</sub> density thickness  
(m/s) (gr/cm<sup>3</sup>) (m)

**Profilo MASW (8)**



[www.wlmmasw.com](http://www.wlmmasw.com)

dataset: 00001244.sg2  
dispersion curve: p.cdp  
Vs30 & VsE (best model): 1162 0 m/s  
Vs30 & VsE (mean model): 1159 0 m/s



V<sub>s</sub> density thickness  
(m/s) (gr/cm<sup>3</sup>) (m)

Nel caso del profilo MASW (4) la  $V_s$ , eq calcolata è pari a **470 m/sec**, mentre nel caso del profilo MASW (8) la  $V_s$ , eq calcolata è pari a **1062 m/sec**, facendo rientrare il suolo di fondazione nel primo caso nella **categoria B**, mentre nel secondo caso nella **categoria A**.

- A) Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
- B) Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 360 m/s e 800 m/s;

Ruffano, aprile 2023

**IL DIRETTORE TECNICO**

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

