

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO
CON POTENZA NOMINALE DI 94 MW
DA REALIZZARE NEL COMUNE DI VITTORIA (RG)
E NEL COMUNE DI CHIARAMONTE GULFI (RG)
DENOMINATO "CHIARAMONTE III"**

**REL.02****Relazione Sismica**

Project Manager	 <p>Soluzioni Tecniche Multidisciplinari</p> <p>Via Giovanni Campolo, 92 90145 - Palermo Tel. 091-6818075 info@stmingegneria.it</p>		<p align="center">Ing. Giuseppe Meli Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo N. 5355</p> <p><u>TEAM di Progettazione:</u> Ing. Davide Baldini Ing. Maurizio Savi Ing. Giovanni Termini Arch. Ilenia Zunino Arch. Filippo Piazza</p>		Consulenze Specialistiche	 <p>TecSolis S.r.l. via Baraggino snc (Ex Cav) 10034 - Chivasso (TO) tel. 011-9173881 Email: info@tecsolis.com P.IVA 09657340015</p> <p><i>Ing. V. Chiarelli Ing. A. Garramone Ing. Luca Argano</i></p>
	Visto Ente					 <p>Sicilwind S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 90144 - Palermo (PA) tel. 0919763933 <i>Michele Ognibene (Geologo)</i></p>
Rev.		Data	Descrizione		Preparato	Controllato
0	20/01/2023	Prima emissione		Ognibene	Gulino/Ognibene	Ognibene



Geol. Michele Ognibene

SOMMARIO

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'IMPIANTO	3
3.	SOGGETTO PROPONENTE	5
4.	INDAGINE DI SISMICA A RIFRAZIONE	5
4.1	Cenni sulla Sismica a Rifrazione	5
4.2	Strumentazione e Tecniche utilizzate	8
5.	INDAGINI DI SISMICA MASW	9
5.1	Cenni sulla Metodologia di Indagine Masw	9
5.2	Strumentazioni Masw e tecniche utilizzate	11
6.	RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE	12
7.	CLASSIFICIAZIONE SISMICA	47
7.1	Cenni sulla Storia Sismica del Territorio	47
7.2	Pericolosità Sismica di base	50
7.3	Pericolosità Sismica Locale	52
7.4	Indagini Sismiche Masw	53
7.5	Risultati dei Calcoli	55
8.	CONCLUSIONI	60

	IMPIANTO AGROVOLTAICO “CHIARAMONTE III” COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE CHIARAMONTE GULFI (RG) RELAZIONE SISMICA	Codice: REL.02	
		Rev.: 00	Pag.: 2 / 62

1. PREMESSA

La Società EDPR SICILIA PV S.r.l. intende realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia solare agrovoltaica, ad inseguimento monoassiale ed in minima parte con strutture fisse, con una potenza nominale installata di **94 MWp** in corrente continua ed una potenza in immissione in rete di 78 MW nei Comune di Vittoria (RG) e Chiaramonte Gulfi (RG); il progetto dell'impianto fotovoltaico è denominato “**CHIARAMONTE III**”.

L'Energia prodotta sarà immessa nella rete di trasmissione nazionale (RTN) di Terna SpA mediante una sottostazione elettrica utente da realizzare in un terreno, adiacente alla stazione elettrica TERNA della RTN denominata “Chiaramonte Gulfi”; il terreno per la realizzazione della sottostazione elettrica e sito nel comune di Chiaramonte Gulfi, identificato catastalmente al Foglio n. 10 particelle n. 307, 309, 310.

La Società per il proseguimento dell'iter autorizzativo ha incaricato lo scrivente, Dott. Geol. Michele Ognibene, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 3003 Sez. A, per la redazione della relazione sismica.

Il seguente studio geologico è stato redatto ai sensi del D.M. 17/01/2018 con i seguenti scopi:

- ✓ Fornire un quadro conoscitivo sufficiente per illustrare le caratteristiche sismiche del territorio in esame e identificare le eventuali situazioni locali che presentino livelli di pericolosità geologica tali da poter influenzare, in modo significativo, le scelte progettuali;
- ✓ Ricostruire la locale successione stratigrafica;
- ✓ Identificare le situazioni locali che presentino livelli di pericolosità sismica.
- ✓ Per assolvere all'incarico conferitogli, lo scrivente ha eseguito:
- ✓ L'analisi di n.4 indagini di sismica a rifrazione (identificate con le sigle RZ1, RZ2, RZ3 e RZ4) che ha consentito di individuare le principali discontinuità grazie alla velocità delle onde P e di ricostruire il modello sismo-stratigrafico del sottosuolo in esame.
- ✓ L'analisi di n.4 acquisizioni di sismica MASW (identificate con le sigle MW1, MW2, MW3 e MW4) eseguite entro l'area oggetto di studio, ai sensi dell'OPCM n. 3274 del 20/03/2003 (GU n.252 del 29/10/2003) e dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17 Gennaio 2018.

Il lavoro ha inoltre portato alla redazione di allegati cartografici che ne costituiscono parte integrante.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL’IMPIANTO

Il progetto di tale parco agrofotovoltaico ricade nei territori Comunali di Vittoria e Chiaramonte Gulfi (RG), su diversi lotti di terreno, per un’area complessiva di circa **190 ettari**. Tale superficie è identificata catastalmente nel NCT dei comuni di Vittoria (RG) e di Chiaramonte Gulfi (RG) secondo il piano particellare che fa parte degli elaborati di progetto.

Dal punto di vista Cartografico il sito ricade tra l’intersezione delle tavolette I.G.M. **273 III SO – 273 III SE** e nelle sezioni 644110-644120-644150-644160 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (**Cfr. Tavv. 1 e 2**).

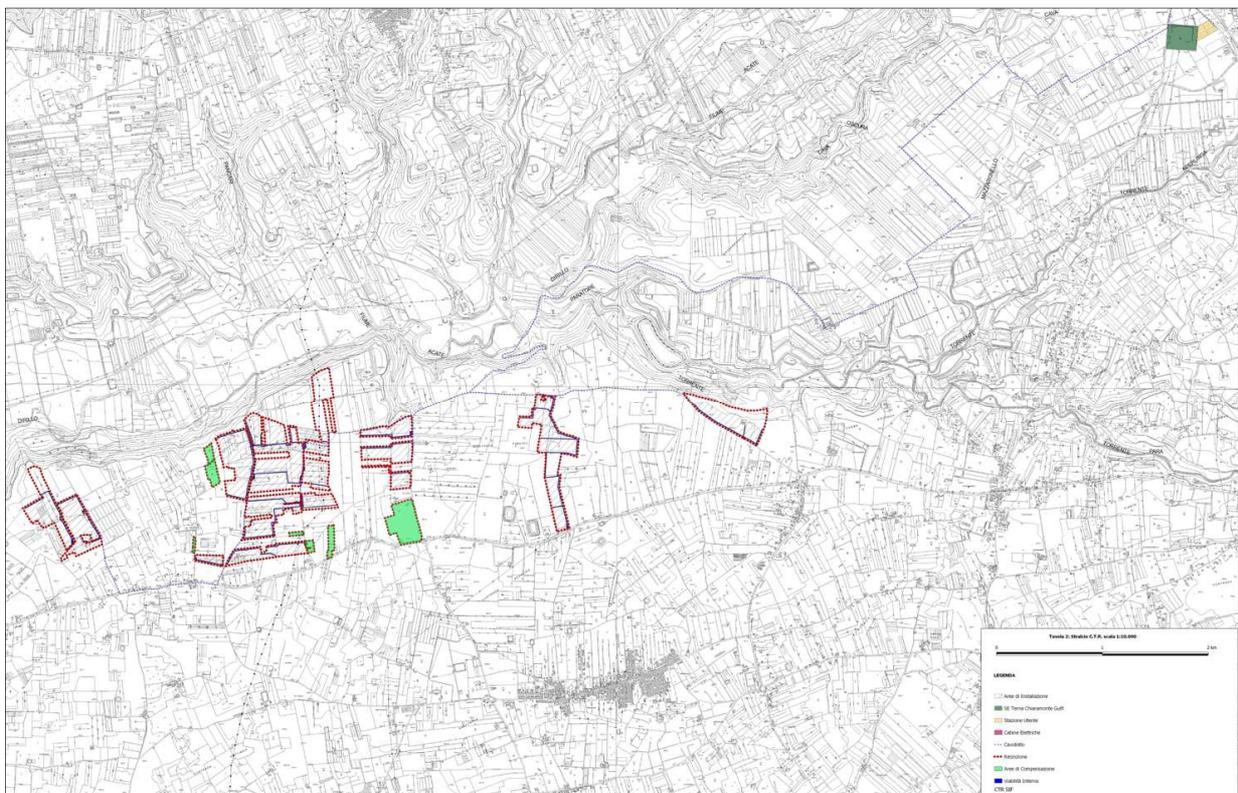


Fig.2.1: Stralcio I.G.M. 1:25.000.

Come punti di riferimento per le coordinate geografiche si è scelto un punto baricentrico di ogni sotto-impianto, pertanto si hanno i seguenti riferimenti:

Area 1 : 37°02’15.01”N; 14°31’30.95”E

Area 2: 37°02’21.55”N; 14°32’47.70”E

Area 3: 37° 02’24.93”N; 14°33’34.59”E

Area 4: 37°02’33.11”N; 14°34’33.34”E

Area 5; 37°02’45.44”E; 14°35’44.11”E

Per quanto riguarda la viabilità esterna, l’area su cui insiste l’impianto si trova a nord rispetto la SP3; invece, la SP4 attraversa da nord a sud l’Area 3.

La nuova sottostazione elettrica sarà ubicata in prossimità del punto di connessione alla RTN, in prossimità della SP5 nel comune di Chiaramonte Gulfi (RG) al Foglio 10 P.lle n. 307, 309 e 310 ed occuperà una superficie di circa 2 Ha.



Fig.2.2: Ortofoto dell'area in progetto.

Dal punto di piano-altimetrico il cavidotto si diparte, su strada esistente, in direzione WSW-ENE da una quota minima di circa 200 metri s.l.m., in corrispondenza del sotto-impianto 1 in contrada Giordano, percorrendo le strade provinciali 5 e 4 fino a congiungersi in contrada Fegotto con la sottostazione elettrica Utente, limitrofa alla stazione RTN esistente, raggiungendo una quota massima di circa 316 m s.l.m.

3. SOGGETTO PROPONENTE

Il soggetto proponente è la Società **EDPR SICILIA PV S.r.l.**, società a responsabilità limitata con unico socio, costituita in data 27.11.2019. La sede legale della società è a Milano (MI) in via Roberto Lepetit n. 8/10 ed è iscritta nella sezione ordinaria della Camera di Commercio di Milano con numero REA MI-2576715, C.F. e P. IVA 11064600965.

Il socio unico è la società EDP RENEWABLES ITALIA HOLDING S.r.l. (iscrizione come socio unico con atto del 27.11.2019) con C.F. e P.IVA n. 01832190035

Il legale rappresentante del soggetto proponente è il Sig. Giuseppe Roberto Pasqua nato a Roma (RM) il 30/03/1972.

4. INDAGINE DI SISMICA A RIFRAZIONE

4.1 Cenni sulla Sismica a Rifrazione

Le indagini di sismica a rifrazione, consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattore). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti. Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda λ , comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell. Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde λ , equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità. Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$

si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione:

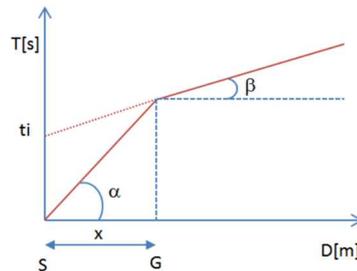
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

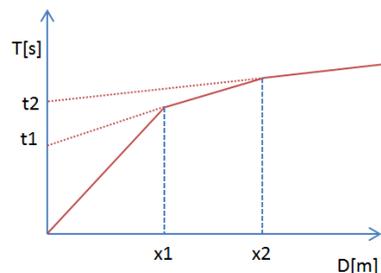
L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi- distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come:

$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



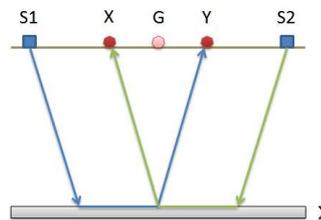
La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione. Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.



Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980. Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



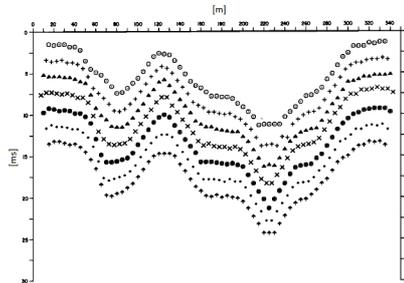
Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori. Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare la funzione velocità secondo l'equazione:

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$

dove TS1Y e TS2X sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 a X e dalla sorgente S2 a Y mentre TS1S2 è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. Tv è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X e Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento. Il calcolo della funzione Tv viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare. Per mezzo della funzione tempo-profondità è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove Vn è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo- profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo. Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h. Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°.

4.2 Strumentazione e Tecniche utilizzate

Le indagini sono state eseguite utilizzando il sismografo digitale della Sara electronic instruments® dotato di un sistema di acquisizione fino a 24 canali e convertitore A/D a 24 bit. La prova è stata realizzata mediante uno stendimento lineare, lungo un terreno di copertura, con n°16 trasduttori di velocità verticali (geofoni) con frequenza di vibrazione propria di 4,5Hz dotati di memoria e convertitori a/d in grado di digitalizzare il segnale già in corrispondenza del cavo (sismografo Do.Re.Mi); i canali a sua volta sono collegati ad un'unità di testa collegata ad un personal computer portatile. L'attrezzatura risulta, inoltre, dotata di un sistema di trigger che consiste in un geofono indipendente posto a fianco della piastra di battuta, che dà il segnale di start al sismografo; Nello stendimento i geofoni sono stati posizionati ad una distanza intergeofonica di 1 metro mentre l'acquisizione è stata effettuata con un tempo di registrazione T = 256 ms ed un intervallo di campionamento Δt=250μs. Per l'energizzazione è stata usata una mazza da 8 kg ed un piattello in PVC 20x20 cm; in tutto sono state effettuate numero 3 energizzazioni. Per ottenere una traccia con un buon rapporto segnale/rumore, sono state eseguite tre energizzazioni per ogni punto di battuta rispettivamente, tra l'8° e il 9° geofono. Inoltre ulteriori 2 battute poste a 2 metri dall'ultimo e dal primo geofono come da schema riportato in figure 4.2.1.

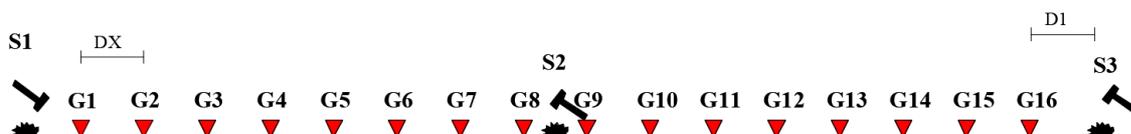


Fig. 4.2.1: Geometria tipo dello stendimento sismico.

Per l'ubicazione su stralcio planimetrico vedi la carta delle indagini (Cfr. Tavola 14).

	IMPIANTO AGROVOLTAICO “CHIARAMONTE III” COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE CHIARAMONTE GULFI (RG) RELAZIONE SISMICA	Codice: REL.02	
		Rev.: 00	Pag.: 9 / 62

5. INDAGINI DI SISMICA MASW

5.1 Cenni sulla Metodologia di Indagine Masw

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- P-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- S-Trasversale: onda profonda di taglio;
- L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale.

L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

È possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

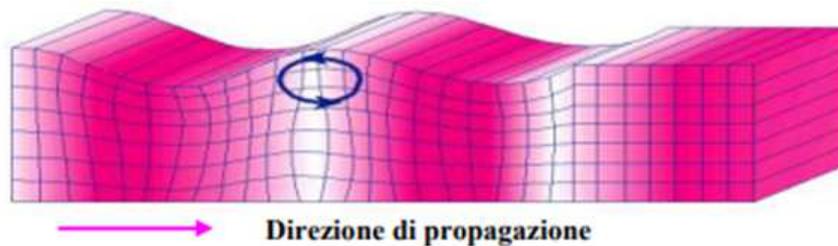
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

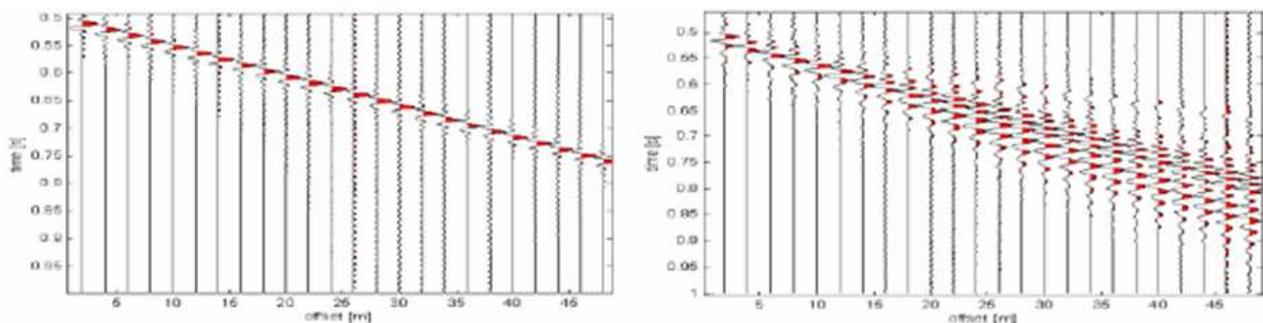
Il metodo si basa sul rilievo di onde di superficie (onde di Rayleigh); queste si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente e sono polarizzate in un piano verticale. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera.

L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado alla direzione di propagazione delle onde che vengono così generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a $0.92V_s$. In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e $0.92 V_s$. La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).



La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Ciò consente, analizzando la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che dipende dall'inverso della lunghezza d'onda), di determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.



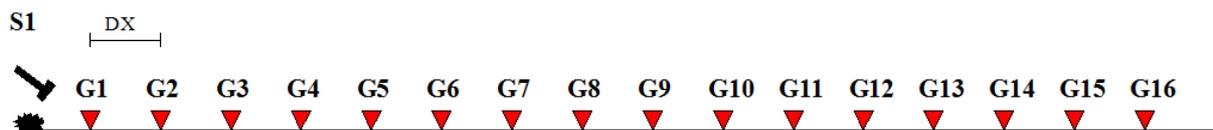
Il metodo MASW consente in genere di valutare le velocità di fase in un intervallo di frequenze tra 5 Hz e 70 Hz, permettendo quindi di indagare i primi 30 - 50 metri di terreno, in funzione della rigidità del suolo.

	IMPIANTO AGROVOLTAICO “CHIARAMONTE III” COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE CHIARAMONTE GULFI (RG) RELAZIONE SISMICA		Codice: REL.02	
			Rev.: 00	Pag.: 11 / 62

Una volta misurata in situ la velocità di fase (o curva di dispersione apparente) delle onde superficiali essendo questa funzione della velocità delle onde di taglio V_s (oltre che della natura del terreno e degli spessori degli strati) è possibile risalire al valore di queste ultime attraverso un processo d’inversione, in genere attraverso una procedura automatica tramite software che variando opportunamente spessore degli strati e velocità V_s cerca di minimizzare l’errore tra la curva sperimentale della velocità di fase misurata in situ e la curva numerica elaborata. In genere quando l’errore relativo tra curva sperimentale e curva numerica è inferiore al 10% il profilo di velocità delle onde di taglio V_s rappresenta una soluzione potenzialmente valida.

5.2 Strumentazioni Masw e tecniche utilizzate

La strumentazione utilizzata è composta da: un acquisitore a 24 canali della SARA Electronics Instruments® a 16 bit (registratore DOREMI), 16 geofoni a frequenza di 4.5 Hz e da un personal computer. Come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza di 8 kg battente su un piattello in pvc. L’indagine MASW è stata realizzata predisponendo uno stendimento lineare di 16 metri di lunghezza con 16 geofoni a 4.5 Hz equidistanziati di 1 metro. Per l’acquisizione dei dati sono state effettuate ripetute energizzazioni disposte alle estremità del profilo ad una distanza di 2 metri dal primo geofono come da schema allegato.



I dati sono stati elaborati tramite il software Easy Masw. L’analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale “f-k” che analizza l’energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica. In questo grafico è possibile distinguere il “modo fondamentale” delle onde di superficie. Sullo spettro di frequenza viene eseguito un “picking” attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l’analisi della curva di dispersione e l’ottimizzazione del modello interpretativo. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon “fitting” con i valori sperimentali.

I risultati grafici dell’elaborazione sono allegati alla presente relazione.

	IMPIANTO AGROVOLTAICO “CHIARAMONTE III” COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE CHIARAMONTE GULFI (RG) RELAZIONE SISMICA		Codice: REL.02	
			Rev.: 00	Pag.: 12 / 62

6. RISULTATI DELLE INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE

La metodologia utilizzata nella prospezione di sismica a rifrazione consta di diverse fasi di elaborazione. Preliminarmente, sono stati individuati nei sismogrammi i primi arrivi corrispondenti alle onde dirette e rifratte. Dopo aver rilevato i tempi dei primi arrivi sono state tracciate le dromocrone nel diagramma distanza-tempo. Per la ricostruzione del modello sismo-stratigrafico è stato utilizzato il software Easy Refract, adottando il Metodo Reciproco Generalizzato (GRM), che si basa sulla ricerca, nel diagramma tempi-distanze, di una distanza intergeofonica XY ottimale; tale che i raggi generati in punti opposti arrivino al geofono posto in X e quello posto in Y a partire dallo stesso punto del rifratte.

In base alle interpretazioni delle indagini sismiche in situ effettuate è stato possibile ricostruire in modo soddisfacente la successione dei terreni presenti nell'area studiata. Le formazioni geologiche che affiorano nell'area in studio, procedendo da quelle di deposizione più recente verso quelle più antiche, sono le seguenti:

Depositi sabbiosi (QS)

Tale litotipo ricopre diffusamente sia le aree dei sotto-impianti sia la sottostazione lato utente. Risulta caratterizzato da sabbie gialle debolmente stratificate con sottili e rare intercalazioni di calcarenitiche fossilifere.

Le quattro indagini sismiche effettuate Rz1, Rz2, Rz3 e Rz4 all'interno dei siti hanno messo in evidenza la presenza, nei primi 10-12 metri, di un solo orizzonte rifratte ben definito. Tale interfaccia si presenta con aspetto lievemente ondulato ma nell'insieme con andamento sub-parallelo rispetto alla traccia della superficie topografica e con un leggero ispessimento verso il primo geofono.

In definitiva sono stati quindi individuati n°2 sismostrati caratterizzati da velocità delle onde sismiche Vp differenti (Fig. 6.2.1, 6.2.2, 6.2.3 e 6.2.4).

- 1° Sismostrato

È caratterizzato da velocità delle onde di compressione Vp, nell'ordine di 289,6 m/s (in Rz1), di 175,1 m/s (in Rz2), di 266,3 m/s (in Rz3) e di 293,2 m/s (in Rz4), indicative di un orizzonte costituito da terreno vegetale sciolto di colore rossastro con presenza di elementi litici eterometrici di chiara natura calcarenitica. Lo spessore, in riferimento alla traccia lungo la superficie topografica, risulta piuttosto costante e mediamente valutabile in circa 0,7-1,6 metri.

- 2° Sismostrato

Strato caratterizzato da una Vp di 595,90 m/s (in Rz1), di 888,70 m/s (in Rz2), di 520,5 m/s (in Rz3) e di 580,3 m/s (in Rz4) valore medio compatibile con terreni sciolti o debolmente addensati afferenti ai depositi sabbiosi giallastri con rare intercalazioni calcarenitiche.

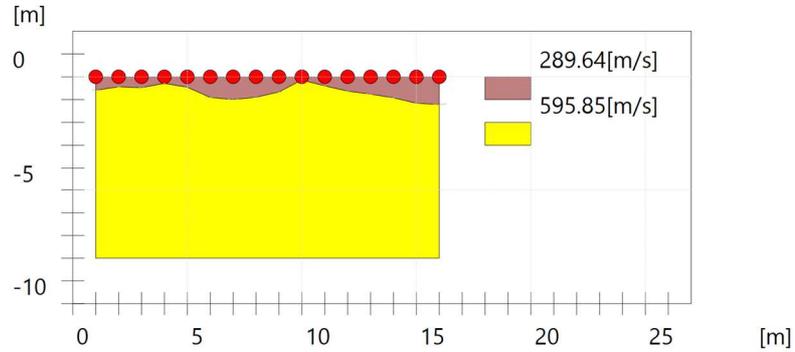


Fig. 6.2.1: Sismo-stratigrafia desunta dall'indagine Rz1.

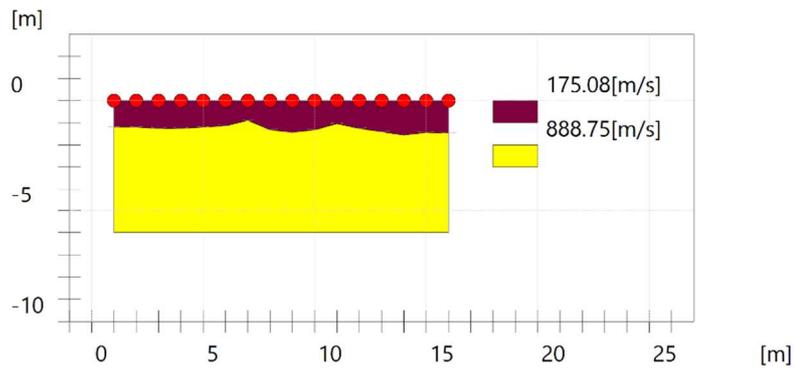


Fig. 6.2.2: Sismo-stratigrafia desunta dall'indagine Rz2.

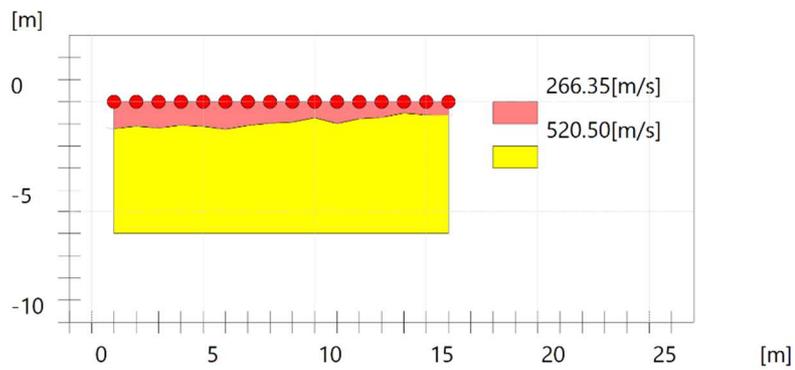


Fig. 6.2.3: Sismo-stratigrafia desunta dall'indagine Rz3.

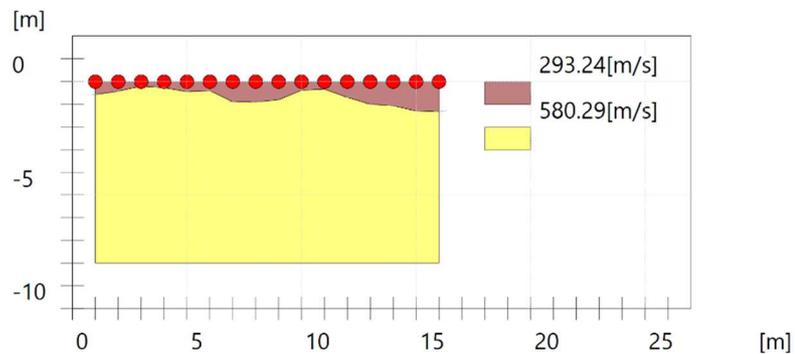


Fig. 6.2.4: Sismo-stratigrafia desunta dall'indagine Rz4.

Dal punto di vista sismo-stratigrafico è possibile ipotizzare una correlazione fra la sismo-stratigrafia e la litostratigrafia, occorre comunque rilevare che quasi mai un sismostrato corrisponde perfettamente con un litostrato. Tale ipotesi è inclusa nella Sintesi dei risultati riportata di seguito:

Tabella 6.2.1 – Sintesi dei risultati dell'indagine sismica in Rz1, Rz2, Rz3 e Rz4.

SINTESI DEI RISULTATI			
SISMOSTRATO	PROFONDITA' (m dal p.c.)	Vp (m/s)	CORRELAZIONI GEO-LITOLOGICHE
1	Da 0 a -0,7-1.6	175.1-293.1	Terreno agrario e porzione alterata limo-sabbiosa.
2	Da 0,7-1,6 a 10-12	520.5-888,7	Depositi sabbiosi giallastri con rare intercalazioni calcarenitiche.

La geologia generale dell'impianto, del cavidotto e della stazione utente con la descrizione delle formazioni affioranti vengono sintetizzate nella carta geologica e geolitologica schematica allegata al progetto.

Tali considerazioni litologiche, dovranno essere comunque affinate, in fasi progettuali successive, attraverso una mirata campagna di indagini geognostiche in situ.



IMPIANTO AGROVOLTAICO "CHIARAMONTE III"
COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE CHIARAMONTE GULFI (RG)

RELAZIONE SISMICA

Codice: REL.02

Rev.: 00

Pag.: 15 / 62

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE Rz1

Geometria geofoni

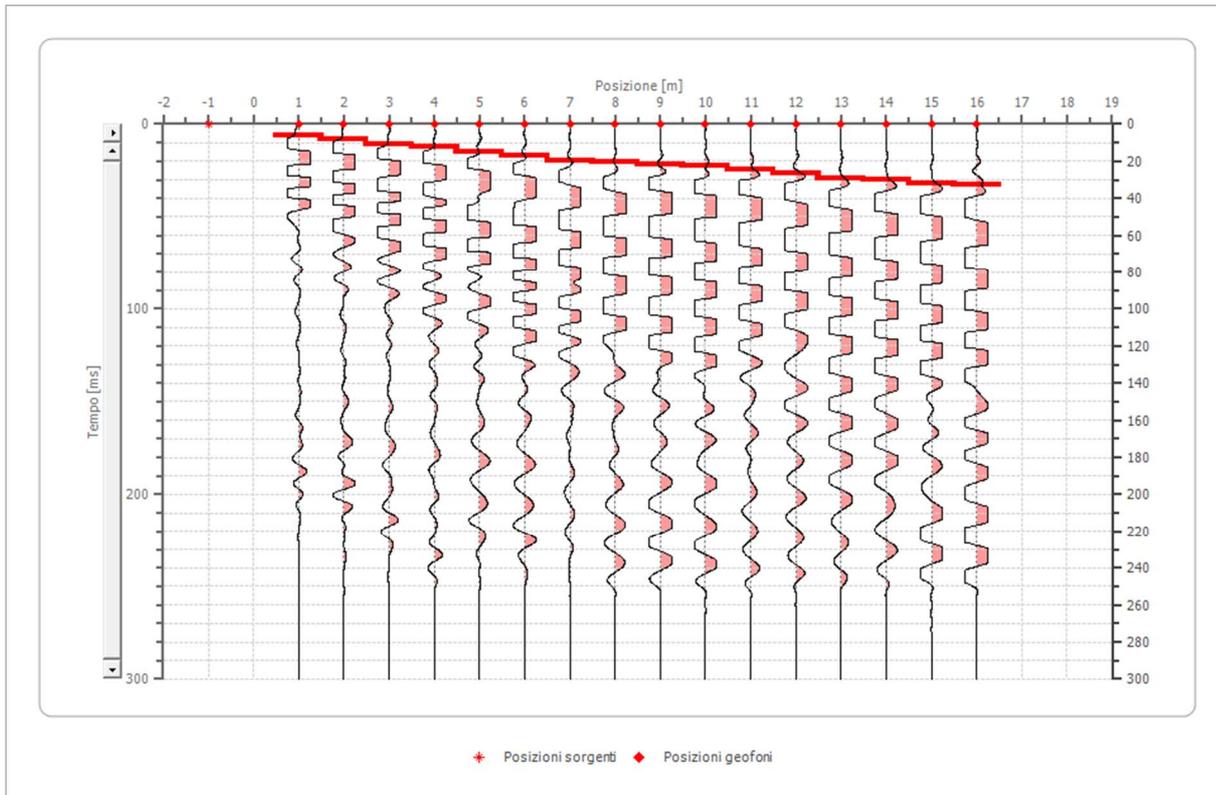
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	1.0	0.0
2	2.0	0.0
3	3.0	0.0
4	4.0	0.0
5	5.0	0.0
6	6.0	0.0
7	7.0	0.0
8	8.0	0.0
9	9.0	0.0
10	10.0	0.0
11	11.0	0.0
12	12.0	0.0
13	13.0	0.0
14	14.0	0.0
15	15.0	0.0
16	16.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -1 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

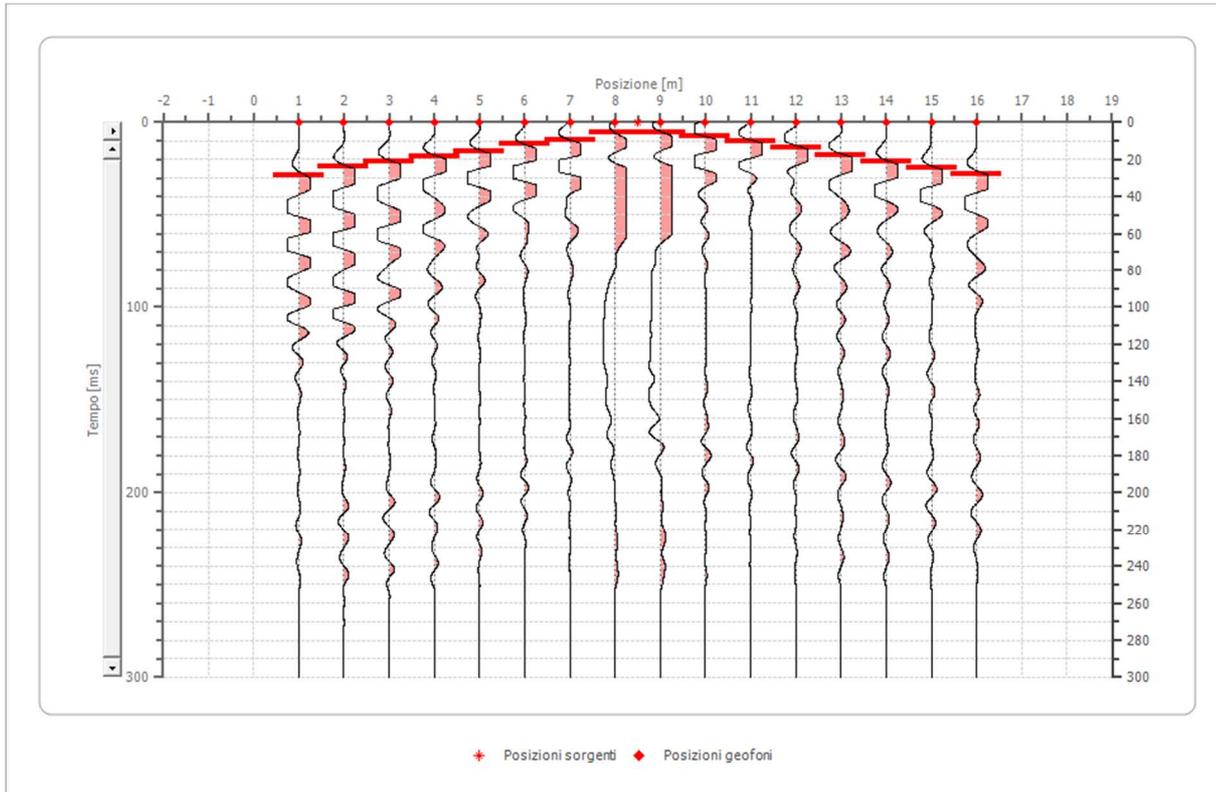


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	6.1843
2.0	8.0396
3.0	11.1317
4.0	12.3686
5.0	14.9660
6.0	17.3160
7.0	20.0000
8.0	20.4082
9.0	21.6450
10.0	22.2635
11.0	24.7372
12.0	26.5925
13.0	29.0662
14.0	29.6846
15.0	32.1583
16.0	32.7767

Battuta 2

Posizione sorgente X 9 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



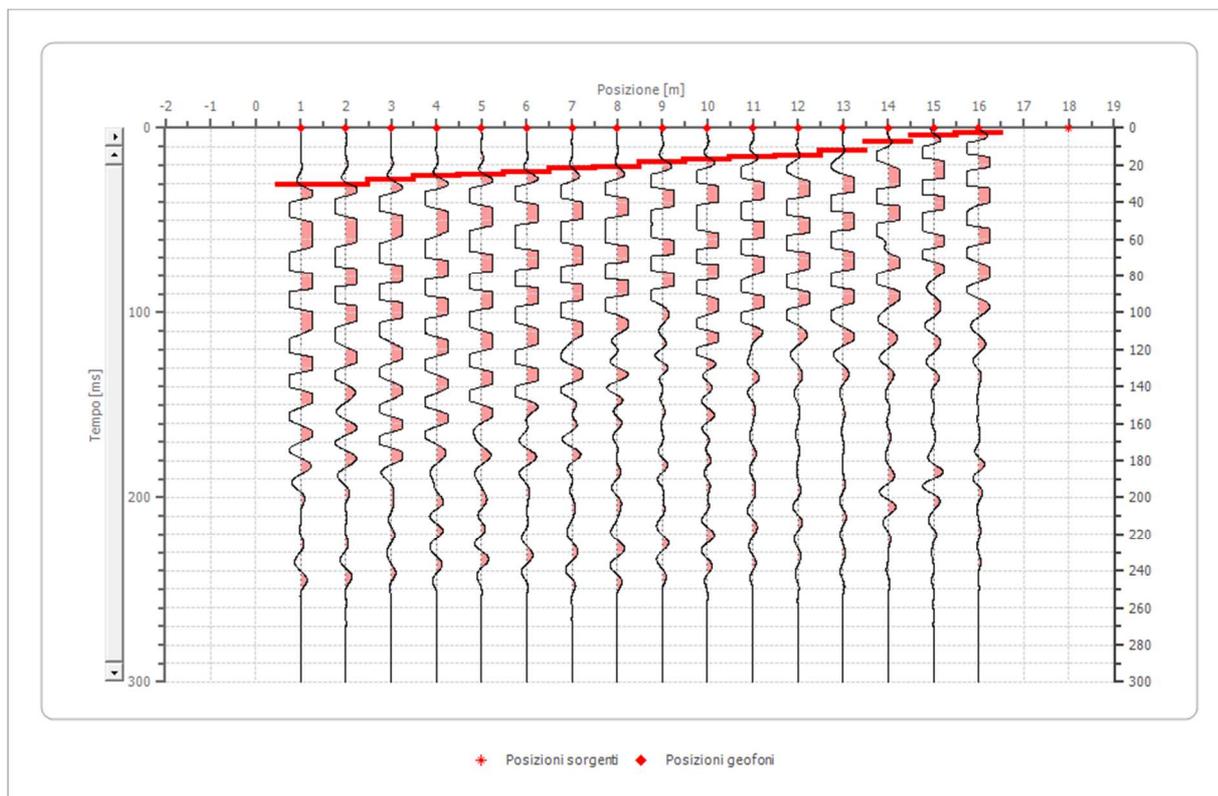
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	28.2575
2.0	23.5479
3.0	20.9315
4.0	18.3150
5.0	15.6986
6.0	11.5123
7.0	9.4192
8.0	5.4422
9.0	5.7561
10.0	7.4830
11.0	10.2041
12.0	13.6054
13.0	17.7917
14.0	21.0000

15.0	24.4898
16.0	27.7342

Battuta 3

Posizione sorgente X 18 [m]

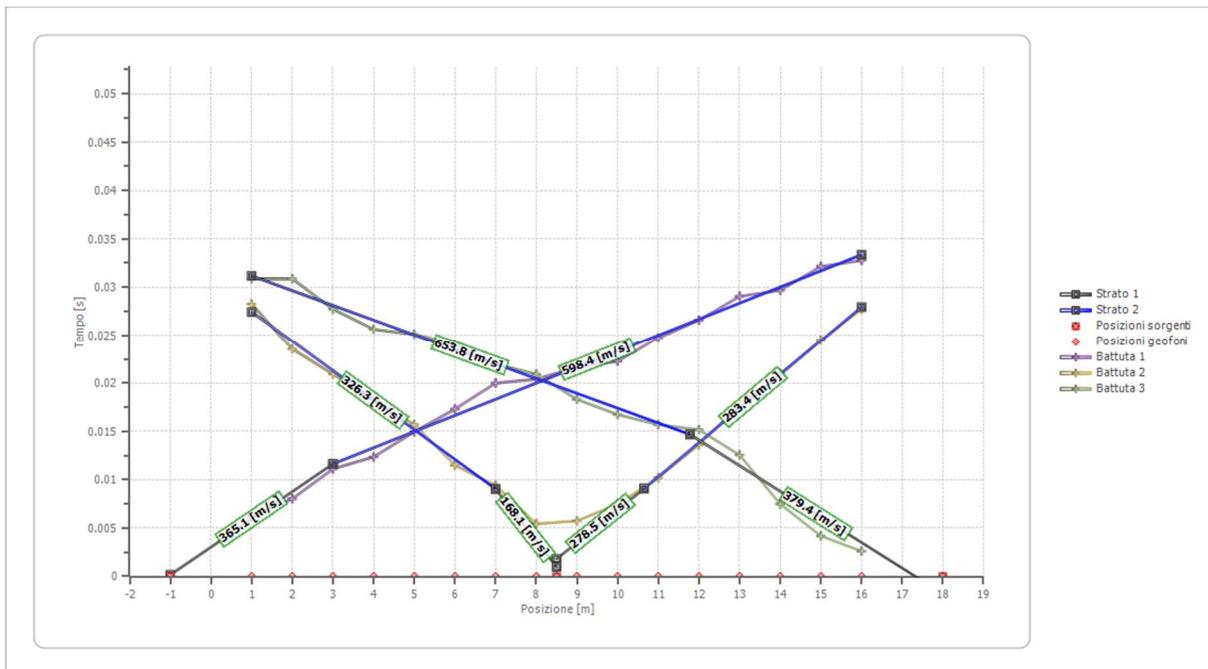
Posizione sorgente Z 0 [m]



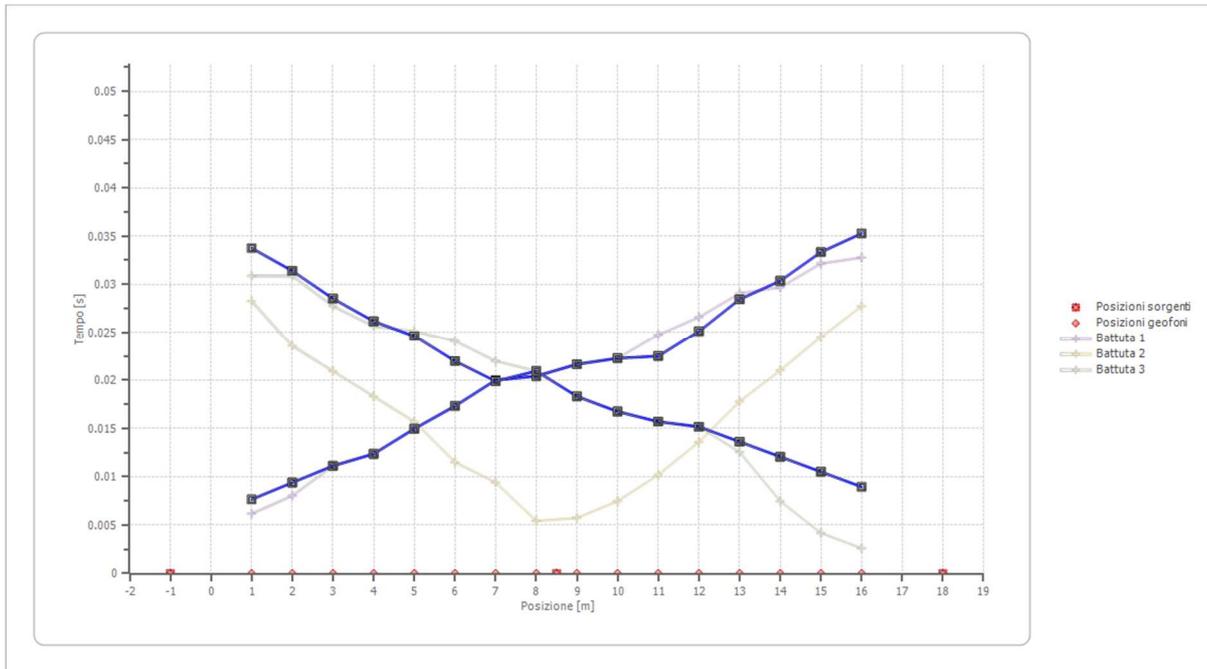
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	30.8739
2.0	30.8739
3.0	27.7342
4.0	25.6410
5.0	25.1177
6.0	24.0712
7.0	21.9780
8.0	20.9315
9.0	18.3150
10.0	16.7452
11.0	15.6986

12.0	15.1753
13.0	12.5589
14.0	7.4830
15.0	4.1863
16.0	2.6164

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 1.0 [m]	0.9	--
G= 2.0 [m]	0.8	--
G= 3.0 [m]	0.6	--
G= 4.0 [m]	0.4	--
G= 5.0 [m]	0.5	--
G= 6.0 [m]	0.5	--
G= 7.0 [m]	0.6	--
G= 8.0 [m]	0.9	--
G= 9.0 [m]	0.6	--
G= 10.0 [m]	0.5	--
G= 11.0 [m]	0.3	--
G= 12.0 [m]	0.7	--
G= 13.0 [m]	1.0	--
G= 14.0 [m]	1.0	--
G= 15.0 [m]	1.3	--
G= 16.0 [m]	1.3	--
Velocità [m/sec]	297.8	609.1
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

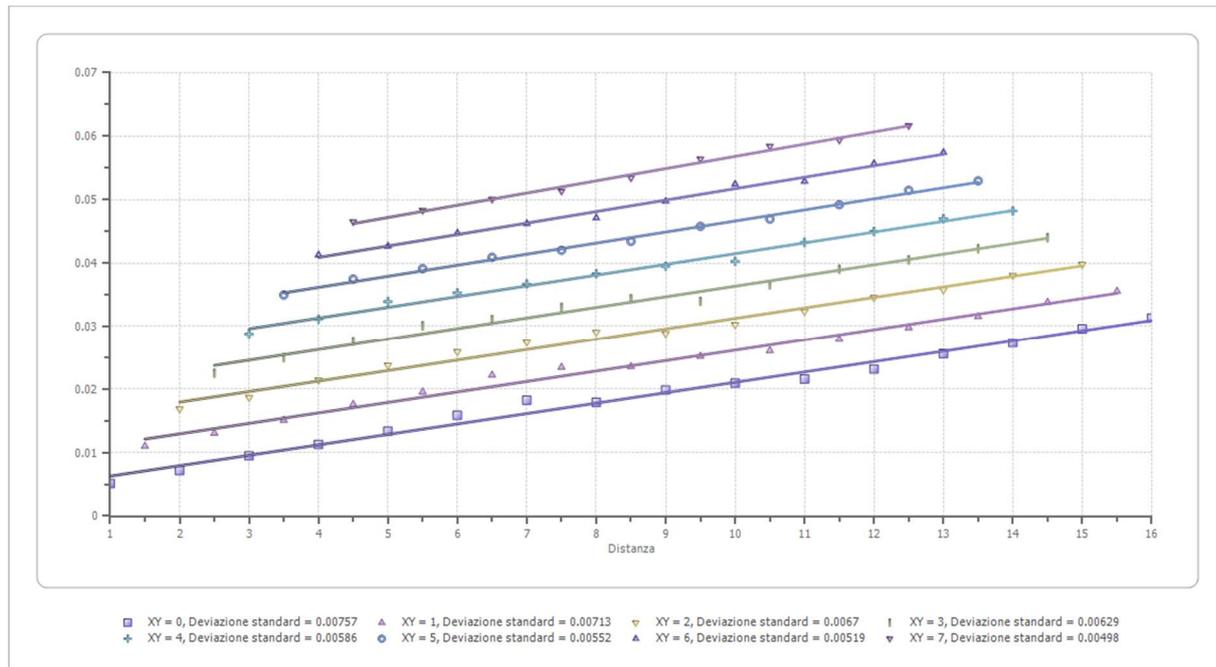
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1700.00	1800.00
Vp [m/s]	297.77	609.09
Vs [m/s]	143.05	292.60
G0 [MPa]	34.79	154.10
Ed [Mpa]	150.74	667.78
M0 [MPa]	115.95	513.68
Ey [Mpa]	93.92	416.08

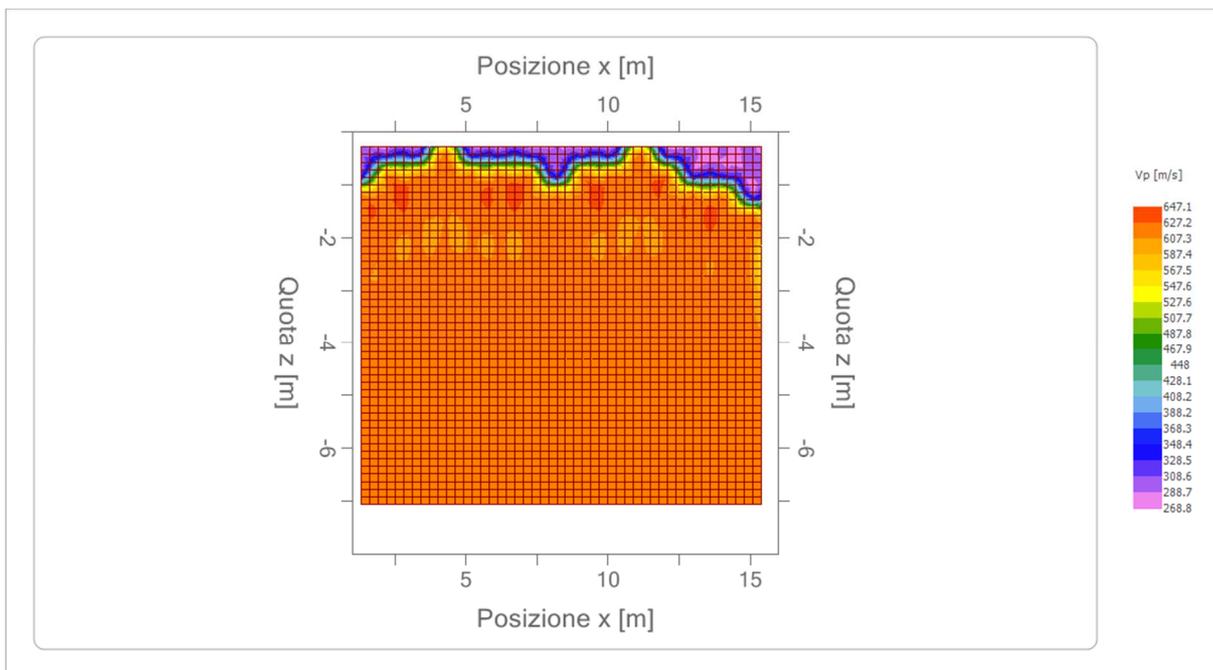
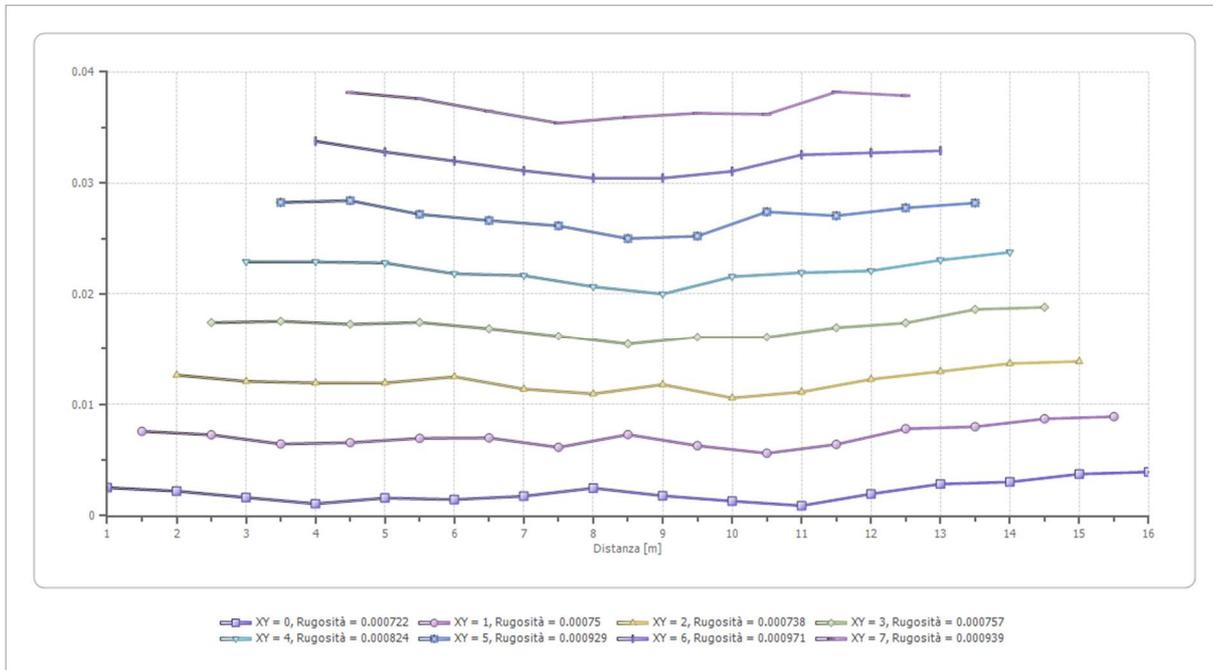
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;







ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE Rz2

Geometria geofoni

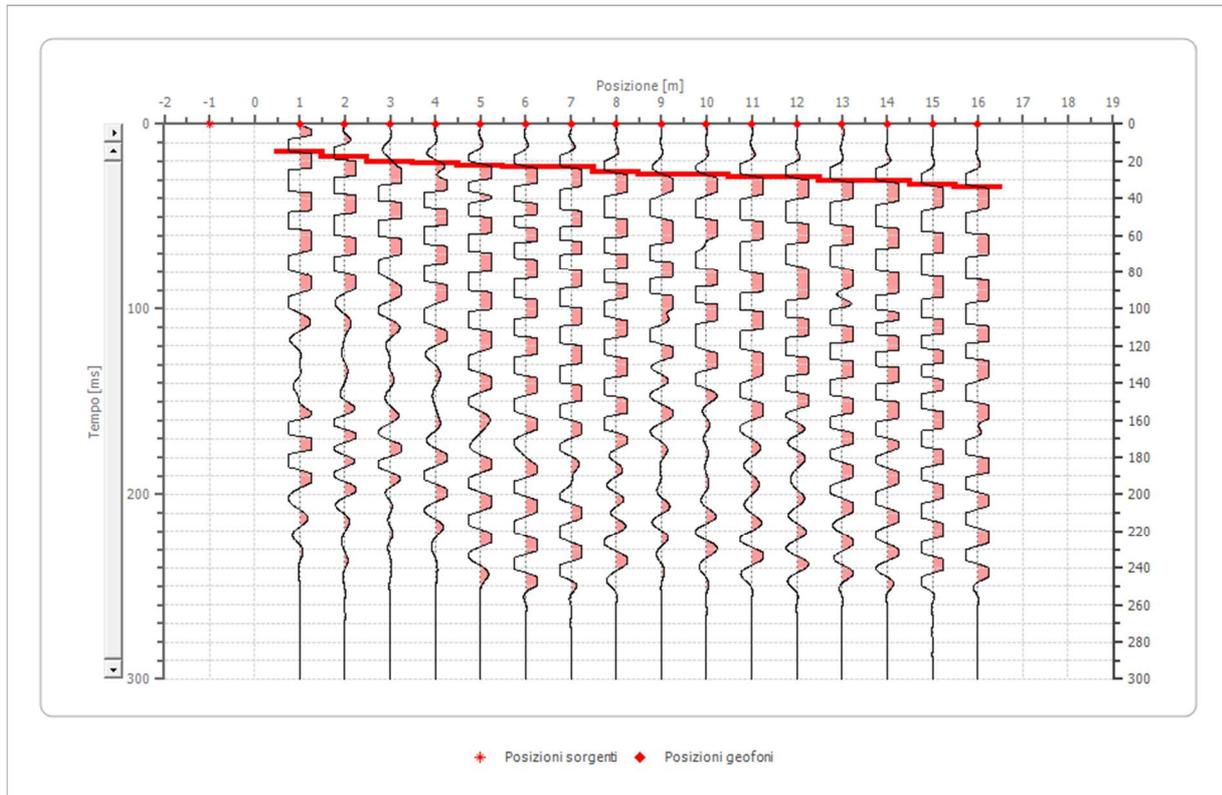
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	1.0	0.0
2	2.0	0.0
3	3.0	0.0
4	4.0	0.0
5	5.0	0.0
6	6.0	0.0
7	7.0	0.0
8	8.0	0.0
9	9.0	0.0
10	10.0	0.0
11	11.0	0.0
12	12.0	0.0
13	13.0	0.0
14	14.0	0.0
15	15.0	0.0
16	16.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -1 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



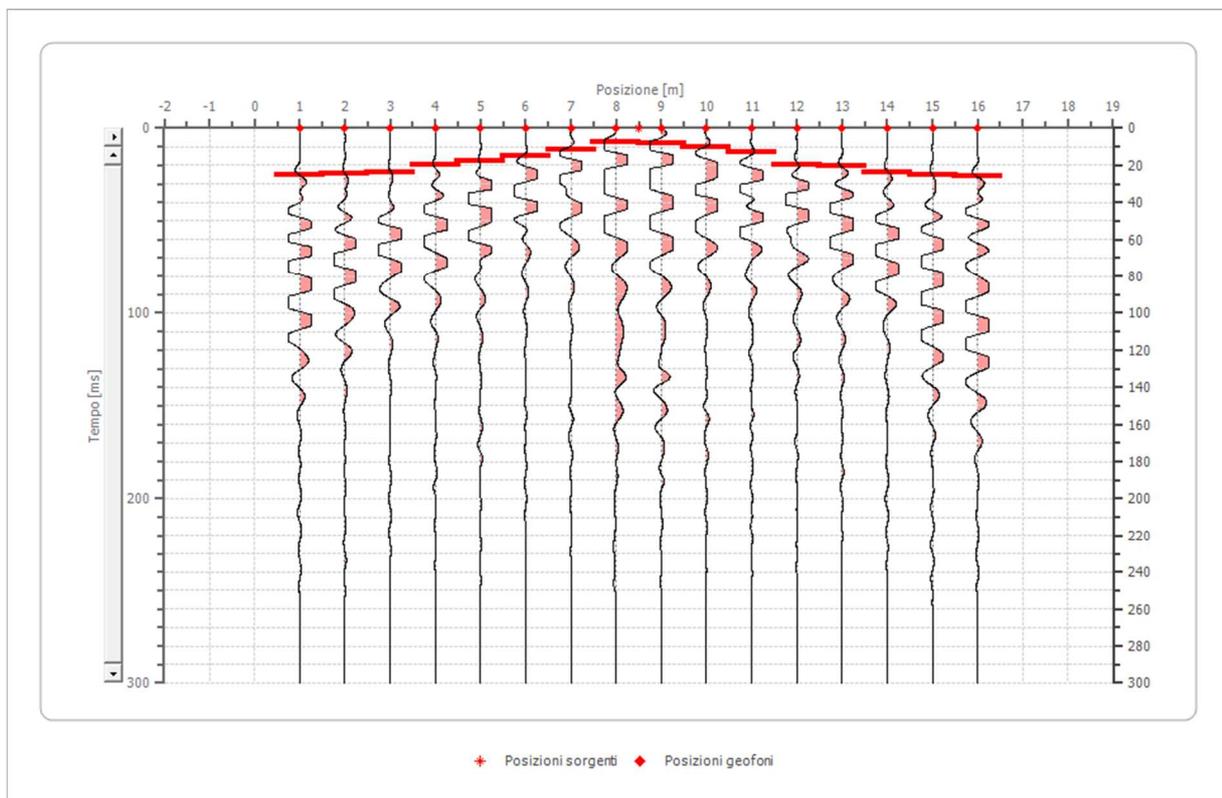
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	14.9660
2.0	17.6871
3.0	20.4082
4.0	21.0884
5.0	22.4490
6.0	23.1293
7.0	23.1293
8.0	25.8503
9.0	27.2109
10.0	27.2109
11.0	28.5714
12.0	28.5714
13.0	30.6122
14.0	30.6122

15.0	32.6531
16.0	34.0136

Battuta 2

Posizione sorgente X 9 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



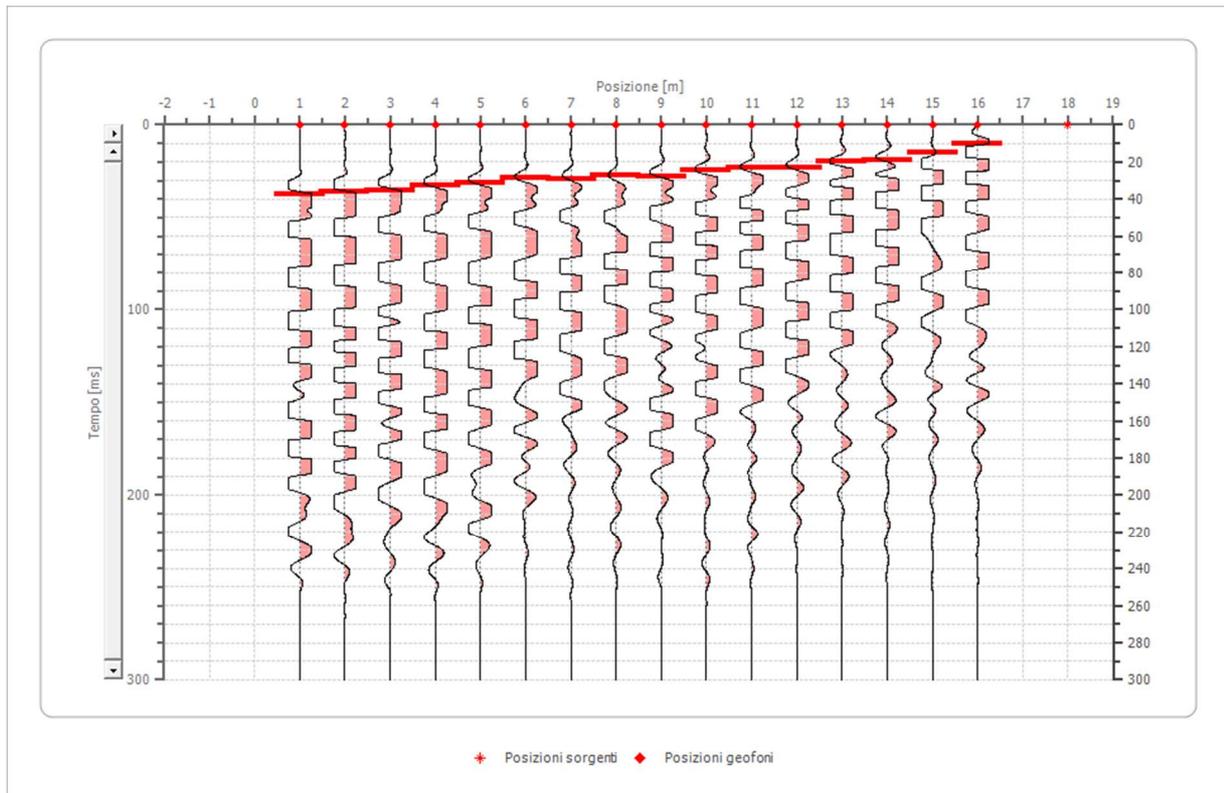
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	25.1701
2.0	24.4898
3.0	23.8095
4.0	19.7279
5.0	17.6871
6.0	14.9660
7.0	11.5646

8.0	7.4830
9.0	8.1633
10.0	10.2041
11.0	12.9252
12.0	19.7279
13.0	20.4082
14.0	23.8095
15.0	25.1701
16.0	25.8503

Battuta 3

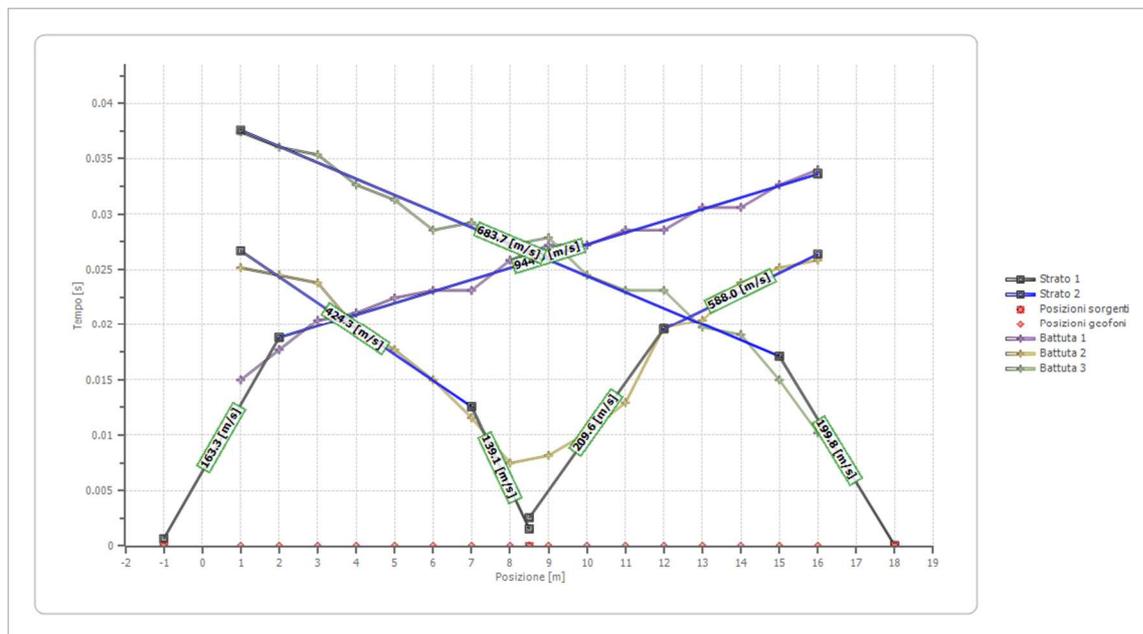
Posizione sorgente X 18 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

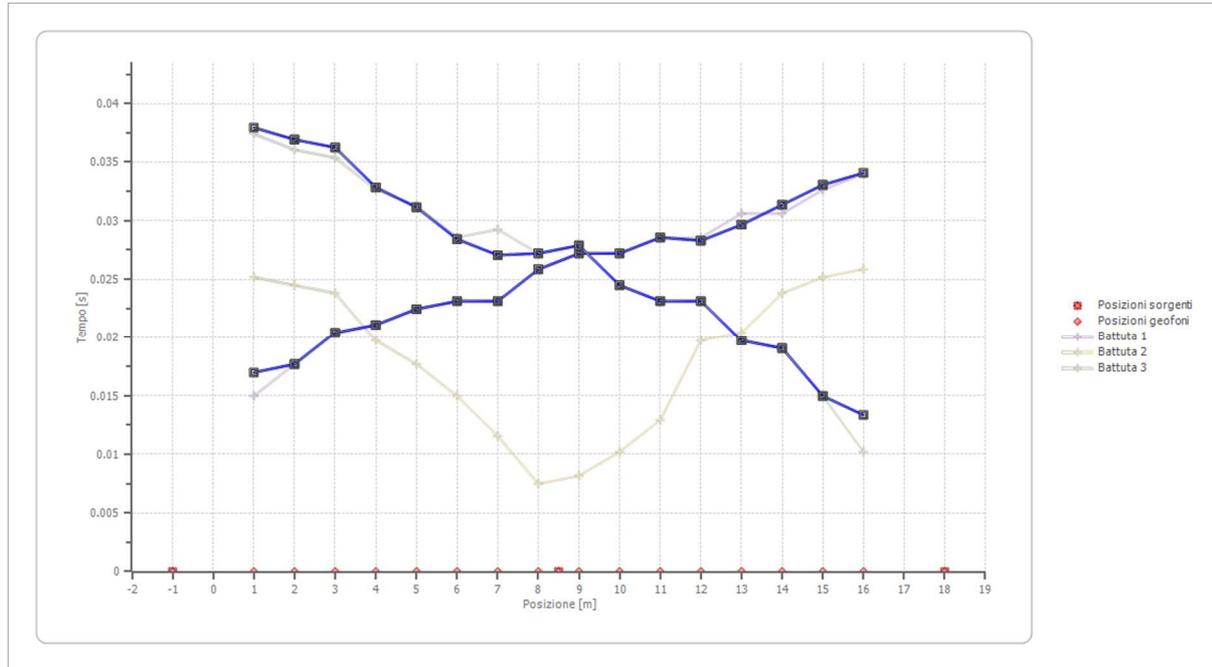


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	37.4150
2.0	36.0544
3.0	35.3742
4.0	32.6531
5.0	31.2925
6.0	28.5714
7.0	29.2517
8.0	27.2109
9.0	27.8912
10.0	24.4898
11.0	23.1293
12.0	23.1293
13.0	19.7279
14.0	19.0476
15.0	14.9660
16.0	10.2041

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 1.0 [m]	1.5	2.5
G= 2.0 [m]	1.5	2.5
G= 3.0 [m]	1.7	2.3
G= 4.0 [m]	1.4	2.5
G= 5.0 [m]	1.4	3.7
G= 6.0 [m]	1.2	3.9
G= 7.0 [m]	1.1	4.2
G= 8.0 [m]	1.3	4.1
G= 9.0 [m]	1.5	4.4
G= 10.0 [m]	1.2	4.8
G= 11.0 [m]	1.2	4.9
G= 12.0 [m]	1.2	4.8
G= 13.0 [m]	1.0	5.3
G= 14.0 [m]	1.1	5.6
G= 15.0 [m]	0.9	4.2

G= 16.0 [m]	0.8	4.6
Velocità [m/sec]	178.0	760.9
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

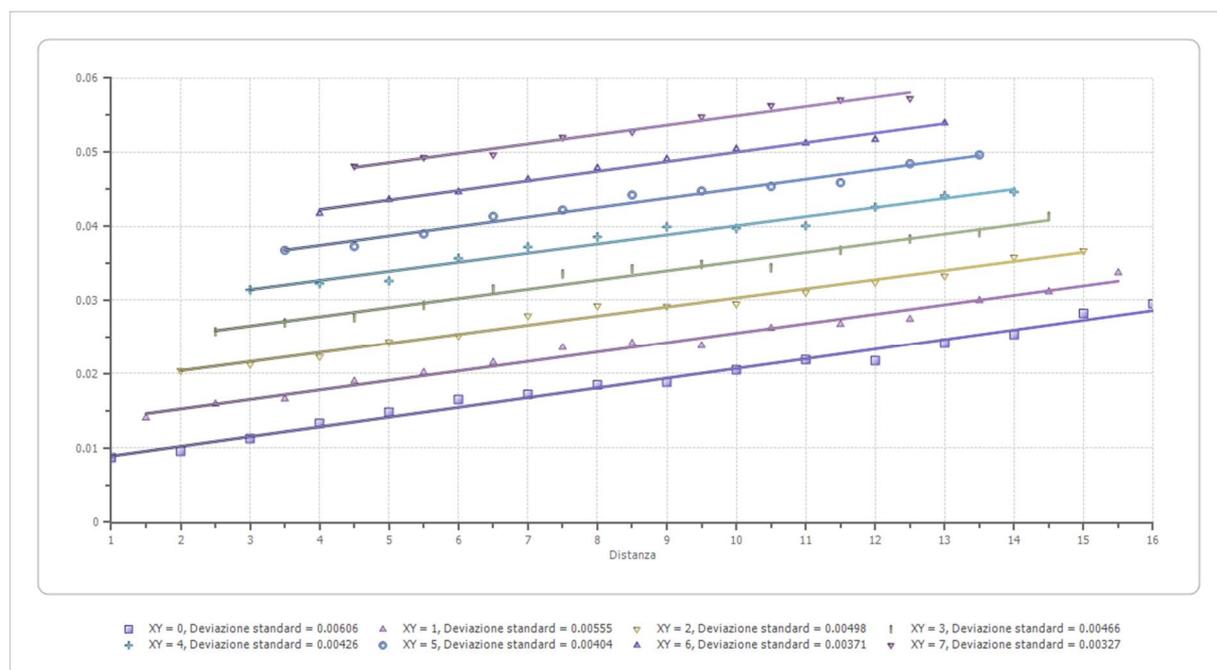
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1700.00	1800.00
Vp [m/s]	177.96	760.90
Vs [m/s]	85.49	365.52
G0 [MPa]	12.42	240.49
Ed [Mpa]	53.84	1042.14
M0 [MPa]	41.41	801.64
Ey [Mpa]	33.55	649.33

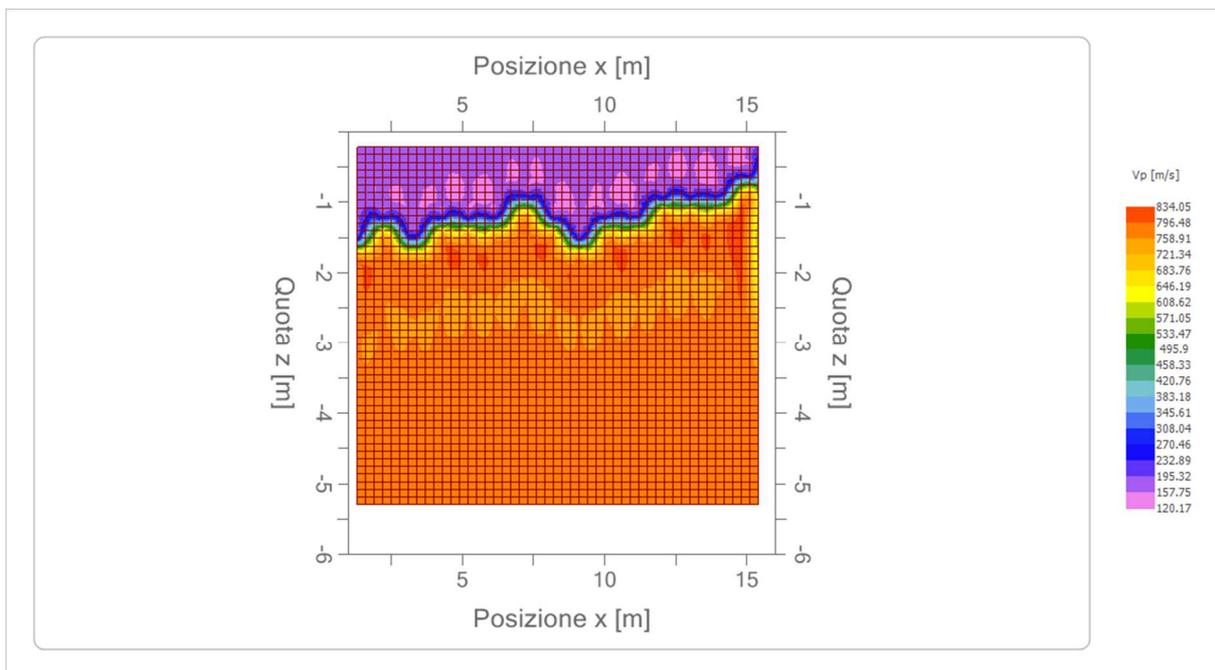
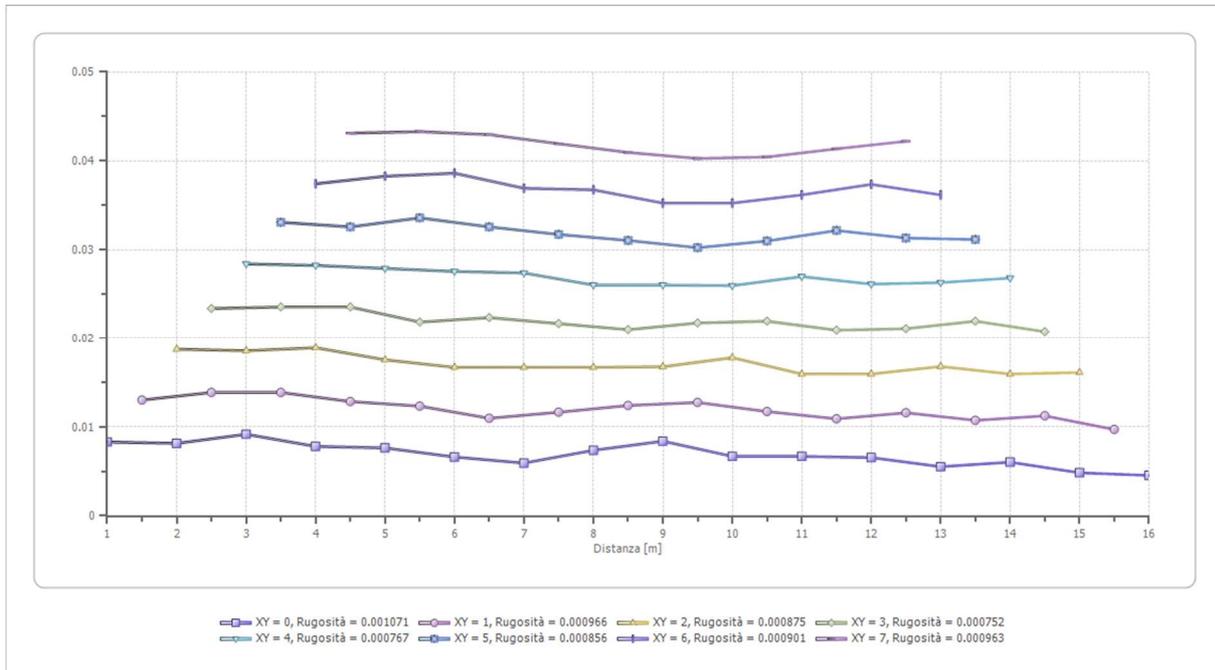
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;







**IMPIANTO AGROVOLTAICO "CHIARAMONTE III"
COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE CHIARAMONTE GULFI (RG)**

RELAZIONE SISMICA

Codice: REL.02

Rev.: 00

Pag.: 31 / 62

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE Rz3

Geometria geofoni

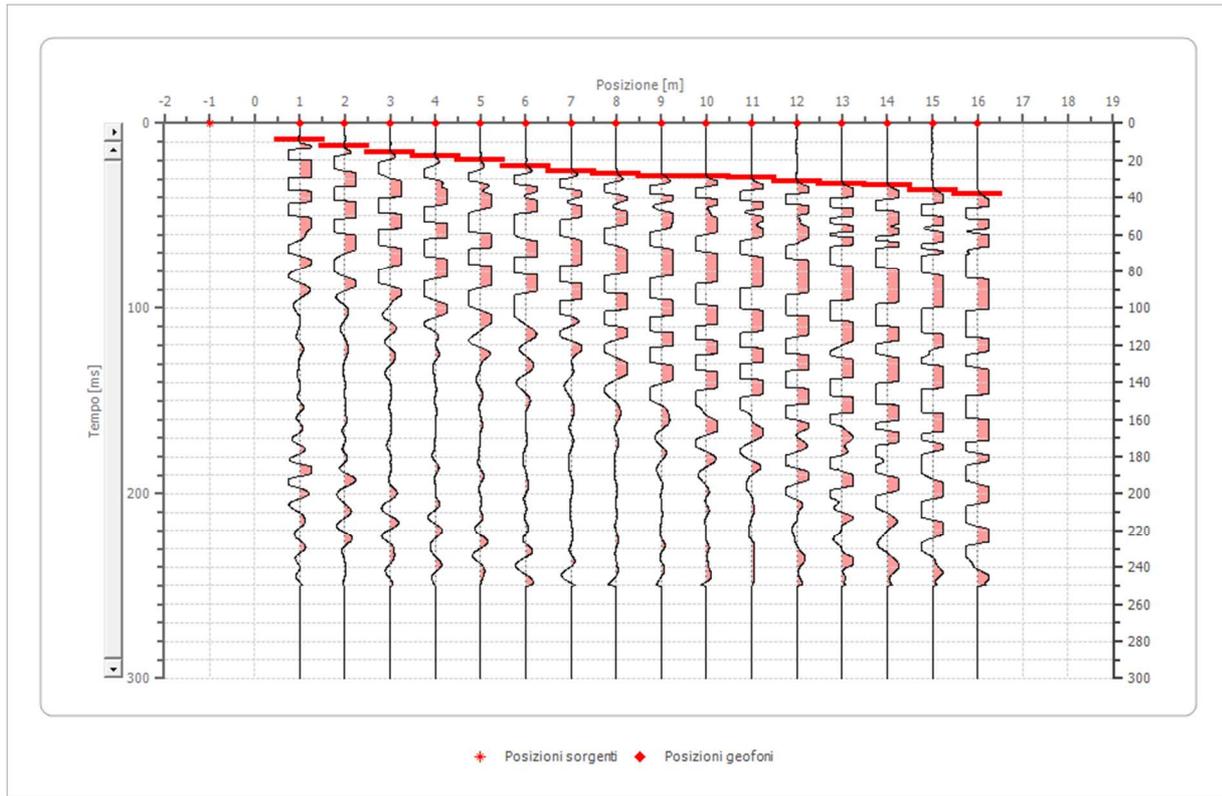
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	1.0	0.0
2	2.0	0.0
3	3.0	0.0
4	4.0	0.0
5	5.0	0.0
6	6.0	0.0
7	7.0	0.0
8	8.0	0.0
9	9.0	0.0
10	10.0	0.0
11	11.0	0.0
12	12.0	0.0
13	13.0	0.0
14	14.0	0.0
15	15.0	0.0
16	16.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -1 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



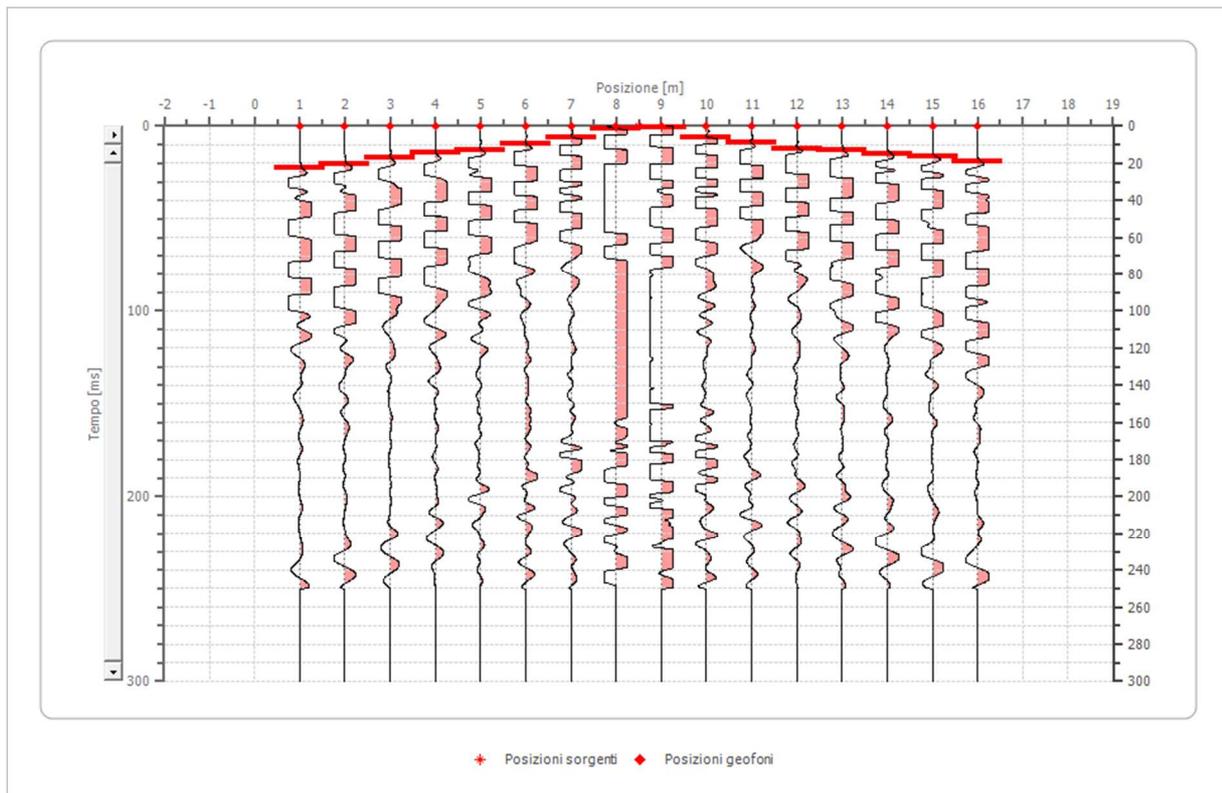
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	9.0703
2.0	12.4717
3.0	15.8730
4.0	17.5737
5.0	19.8413
6.0	23.2426
7.0	25.5102
8.0	27.2109
9.0	28.3447

10.0	28.3447
11.0	29.4785
12.0	31.1791
13.0	32.8798
14.0	33.4467
15.0	36.2812
16.0	37.9819

Battuta 2

Posizione sorgente X 9 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]





**IMPIANTO AGROVOLTAICO "CHIARAMONTE III"
COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE CHIARAMONTE GULFI (RG)**

RELAZIONE SISMICA

Codice: REL.02

Rev.: 00

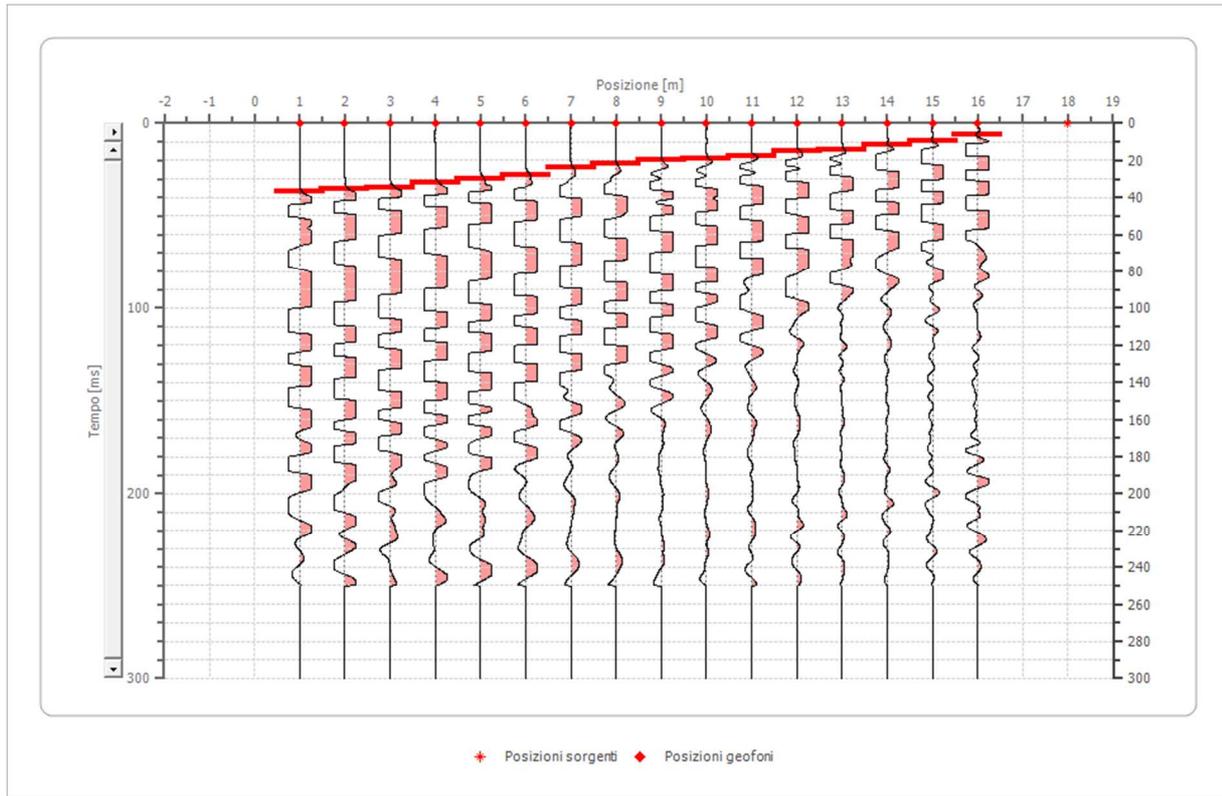
Pag.: 34 / 62

Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	22.4490
2.0	20.4082
3.0	17.0068
4.0	14.4558
5.0	12.7551
6.0	9.7789
7.0	5.9524
8.0	1.2755
9.0	0.8503
10.0	6.3776
11.0	8.9286
12.0	12.3299
13.0	13.1803
14.0	15.3061
15.0	16.5816
16.0	18.7075

Battuta 3

Posizione sorgente X 18 [m]

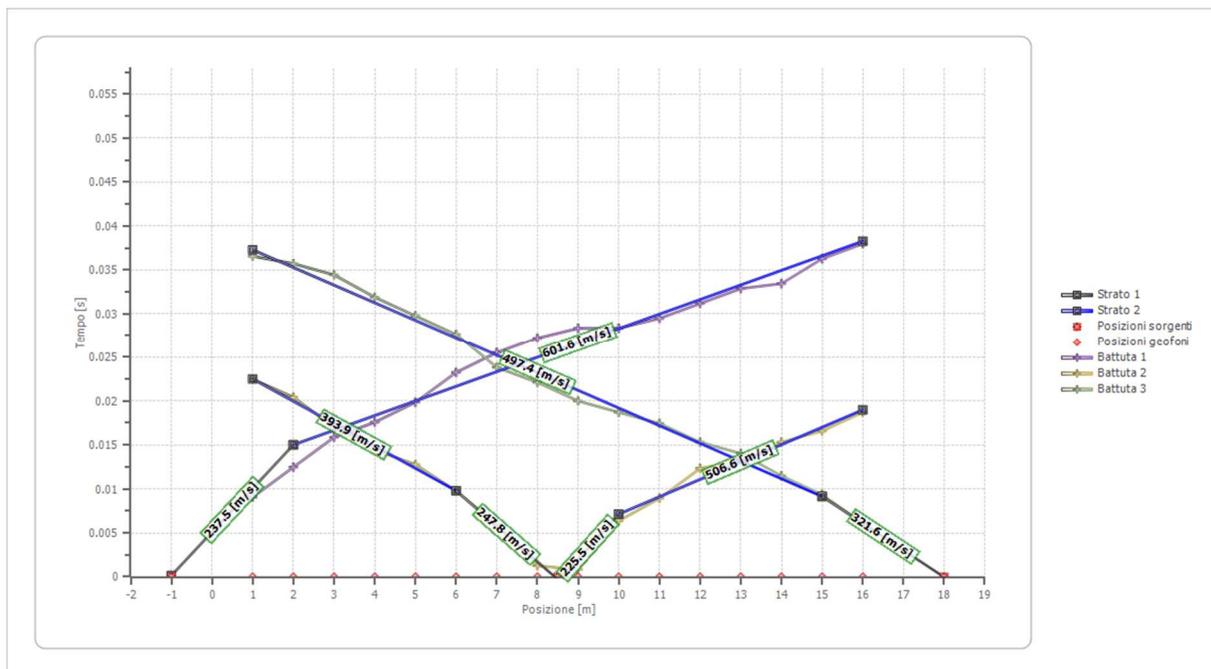
Posizione sorgente Z 0 [m]



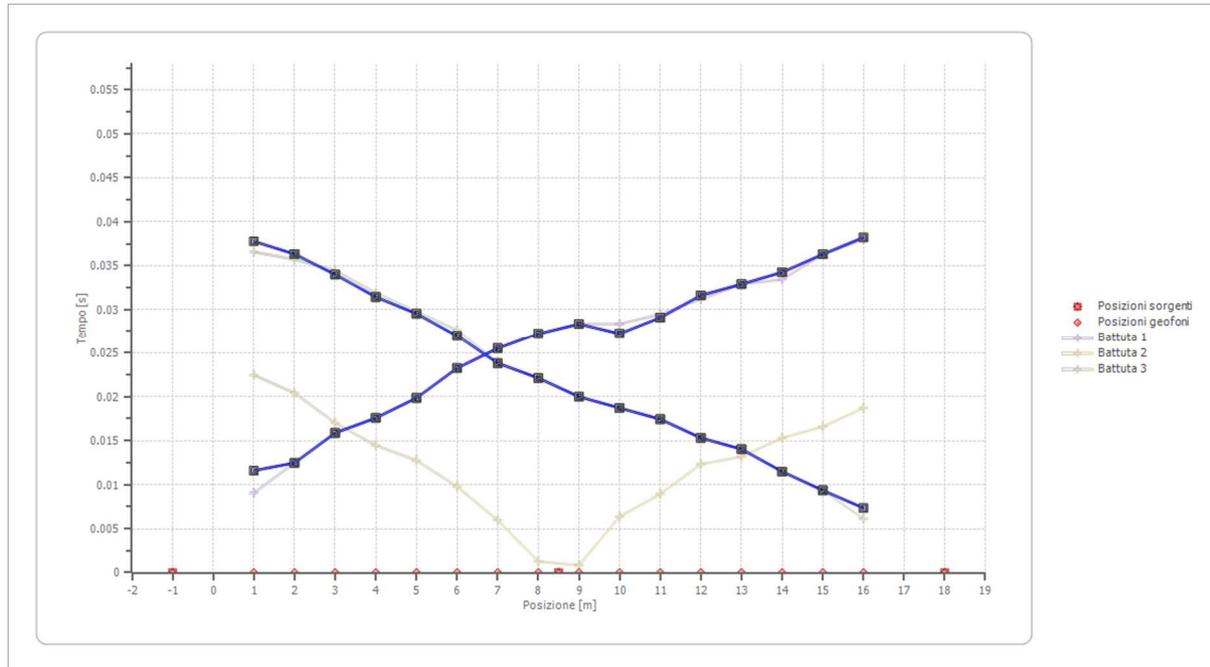
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	36.5646
2.0	35.7143
3.0	34.4388
4.0	31.8878
5.0	29.7619
6.0	27.6361
7.0	23.8095
8.0	22.1088
9.0	19.9830

10.0	18.7075
11.0	17.4320
12.0	15.3061
13.0	14.0306
14.0	11.4796
15.0	9.3537
16.0	6.1224

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 1.0 [m]	1.1	--
G= 2.0 [m]	1.1	--
G= 3.0 [m]	1.2	--
G= 4.0 [m]	1.1	--
G= 5.0 [m]	1.1	--
G= 6.0 [m]	1.3	--
G= 7.0 [m]	1.1	--
G= 8.0 [m]	1.1	--
G= 9.0 [m]	1.0	--
G= 10.0 [m]	0.6	--
G= 11.0 [m]	0.7	--
G= 12.0 [m]	0.8	--
G= 13.0 [m]	0.8	--
G= 14.0 [m]	0.6	--
G= 15.0 [m]	0.6	--

G= 16.0 [m]	0.6	--
Velocità [m/sec]	258.1	534.8
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

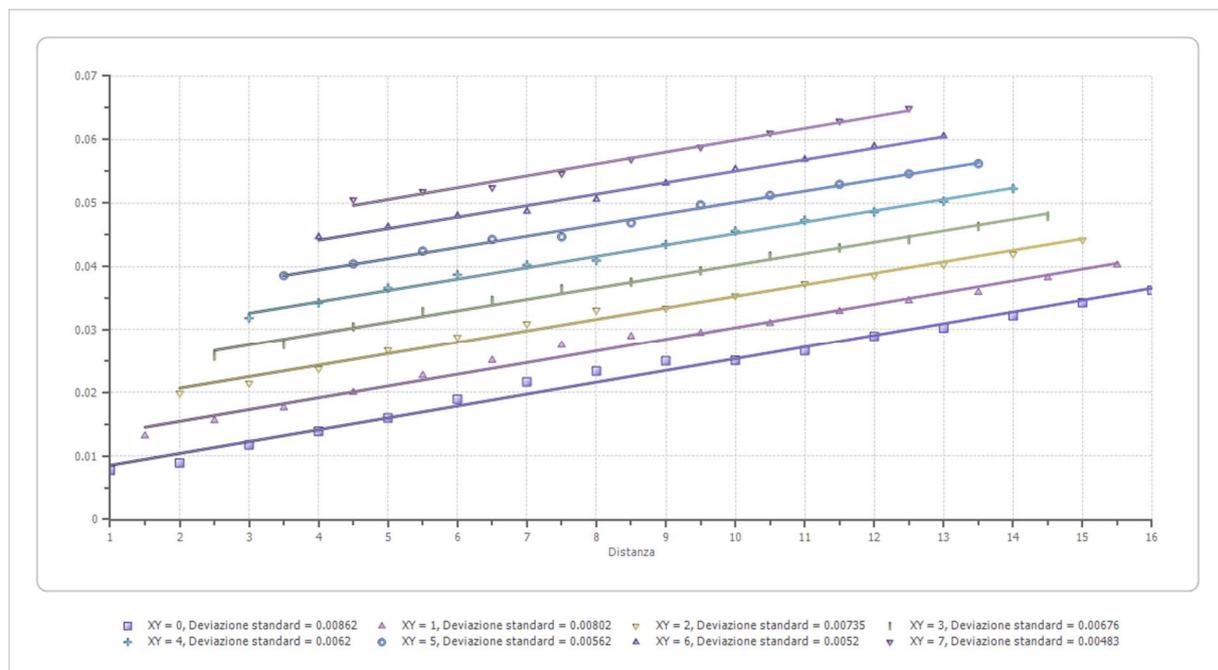
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1700.00	1800.00
Vp [m/s]	258.09	534.82
Vs [m/s]	123.98	256.92
G0 [MPa]	26.13	118.82
Ed [Mpa]	113.24	514.87
M0 [MPa]	87.11	396.05
Ey [Mpa]	70.56	320.80

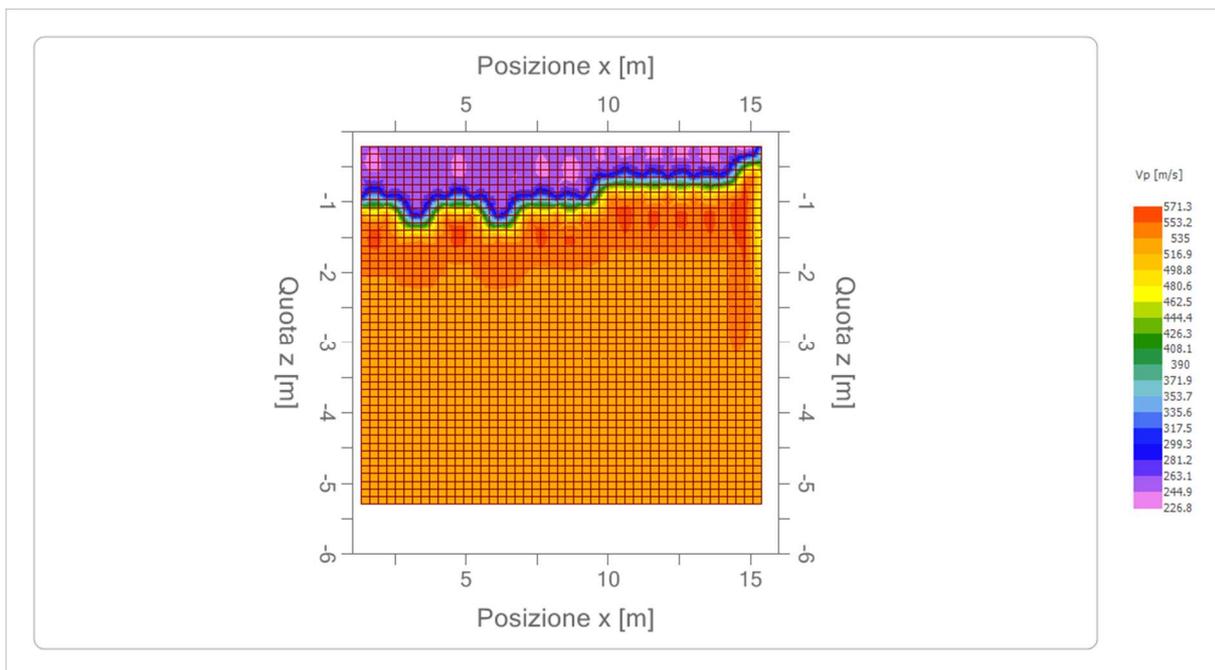
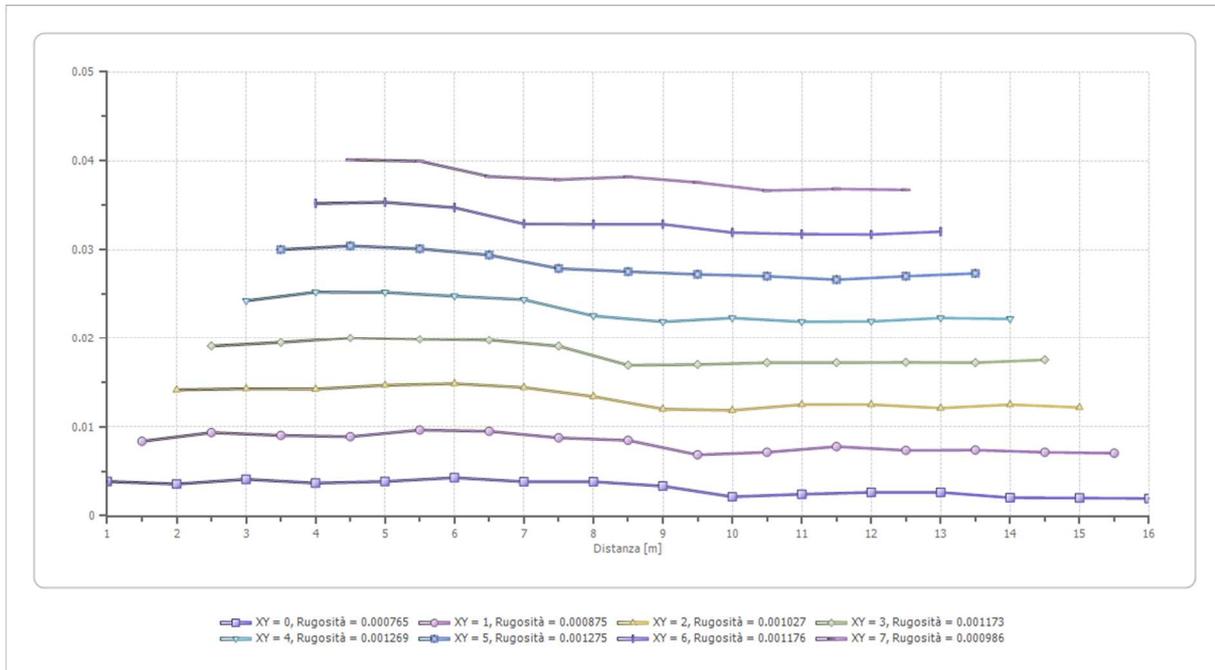
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE Rz4

Geometria geofoni

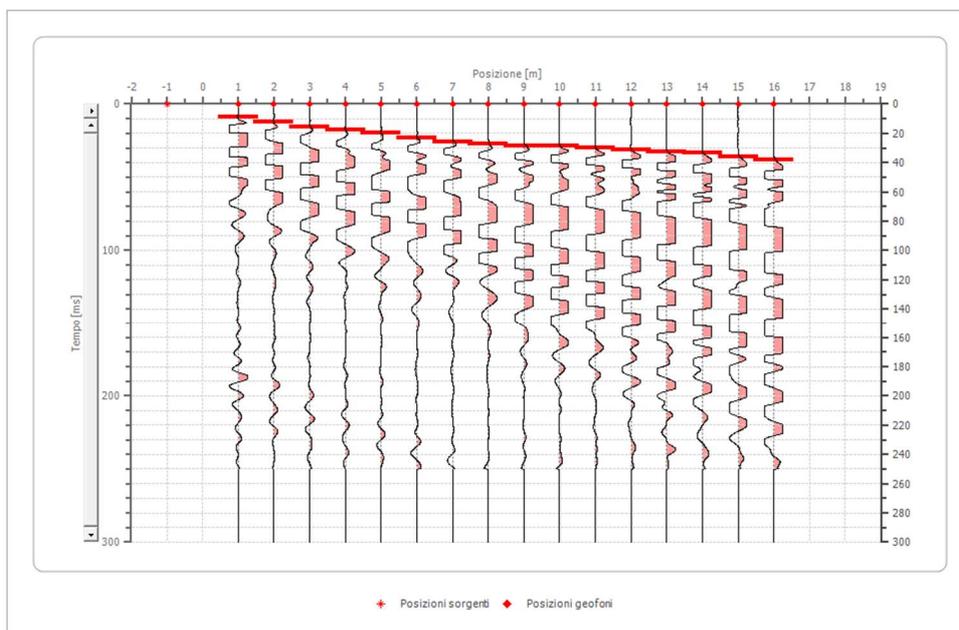
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	1.0	0.0
2	2.0	0.0
3	3.0	0.0
4	4.0	0.0
5	5.0	0.0
6	6.0	0.0
7	7.0	0.0
8	8.0	0.0
9	9.0	0.0
10	10.0	0.0
11	11.0	0.0
12	12.0	0.0
13	13.0	0.0
14	14.0	0.0
15	15.0	0.0
16	16.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X -1 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

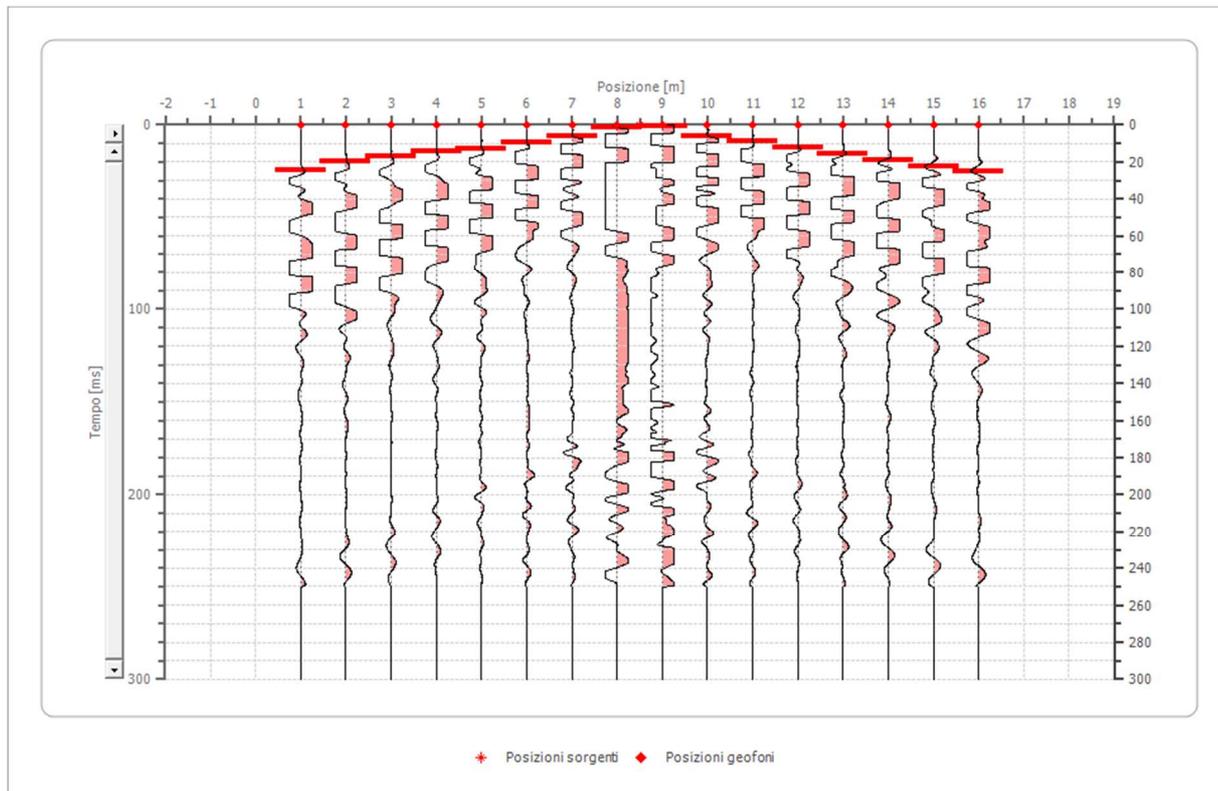


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	9.0703
2.0	12.4717
3.0	15.8730
4.0	17.5737
5.0	19.8413
6.0	23.2426
7.0	25.5102
8.0	27.2109
9.0	28.3447
10.0	28.3447
11.0	29.9320
12.0	31.1791
13.0	32.8798
14.0	33.4467
15.0	36.2812
16.0	37.9819

Battuta 2

Posizione sorgente X 9 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

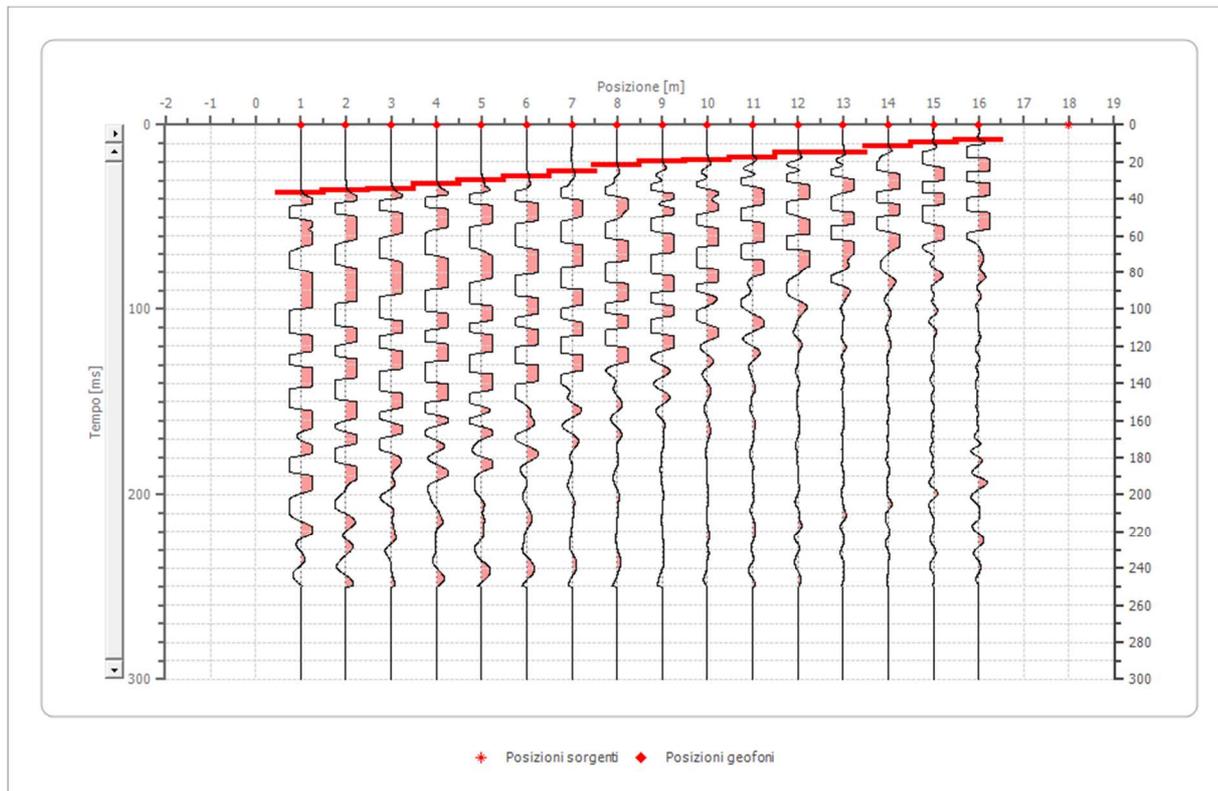


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	24.4898
2.0	19.7279
3.0	17.0068
4.0	14.4558
5.0	12.7551
6.0	9.7789
7.0	5.9524
8.0	1.2755
9.0	0.8503
10.0	6.3776
11.0	8.9286
12.0	12.3299
13.0	15.6463
14.0	19.0476
15.0	22.4490
16.0	25.1701

Battuta 3

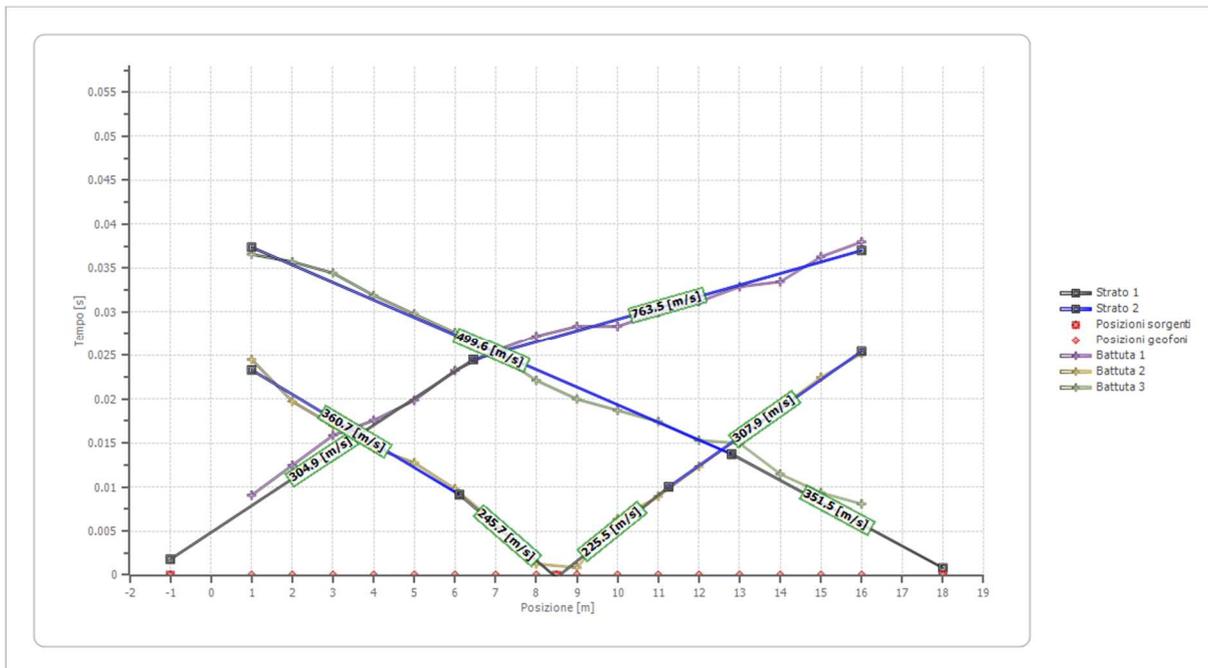
Posizione sorgente X 18 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

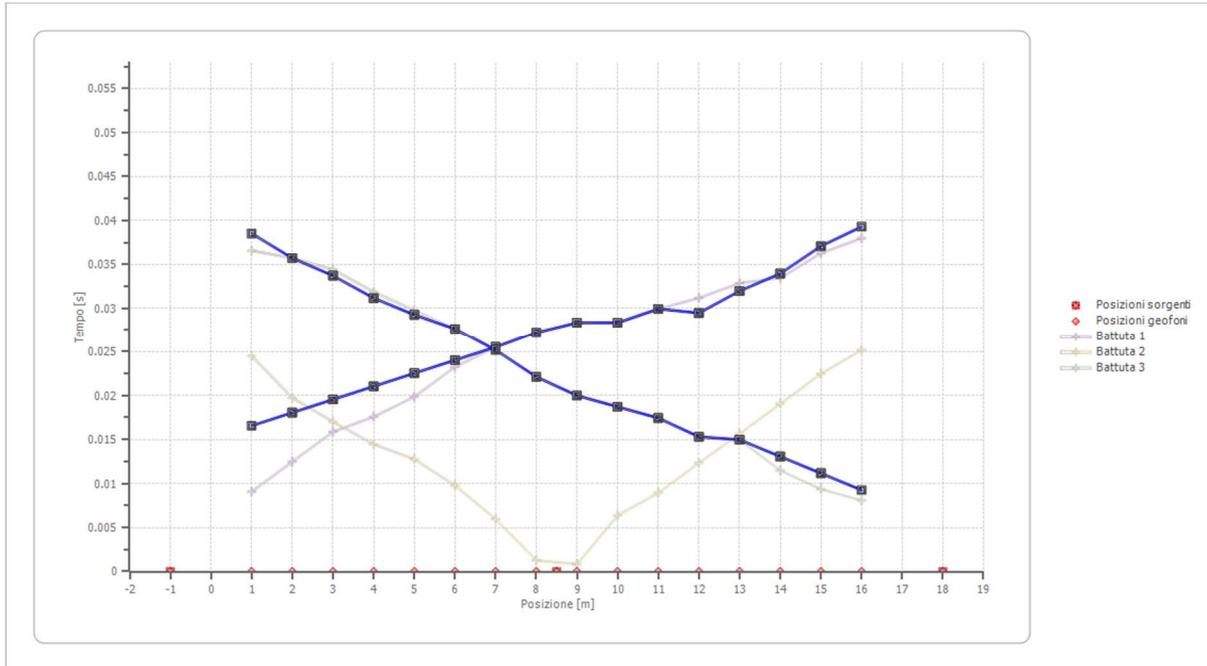


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
1.0	36.5646
2.0	35.7143
3.0	34.4388
4.0	31.8878
5.0	29.7619
6.0	27.6361
7.0	25.1701
8.0	22.1088
9.0	19.9830
10.0	18.7075
11.0	17.4320
12.0	15.3061
13.0	14.9660
14.0	11.4796
15.0	9.3537
16.0	8.0782

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 1.0 [m]	2.2	--
G= 2.0 [m]	2.0	--
G= 3.0 [m]	2.0	--
G= 4.0 [m]	1.8	--
G= 5.0 [m]	1.7	--
G= 6.0 [m]	1.7	--
G= 7.0 [m]	1.6	--
G= 8.0 [m]	1.3	--
G= 9.0 [m]	1.2	--
G= 10.0 [m]	1.0	--
G= 11.0 [m]	1.0	--
G= 12.0 [m]	0.6	--
G= 13.0 [m]	1.0	--
G= 14.0 [m]	1.0	--
G= 15.0 [m]	1.2	--
G= 16.0 [m]	1.2	--
Velocità [m/sec]	281.9	608.6
Descrizione		

Altri parametri geotecnici

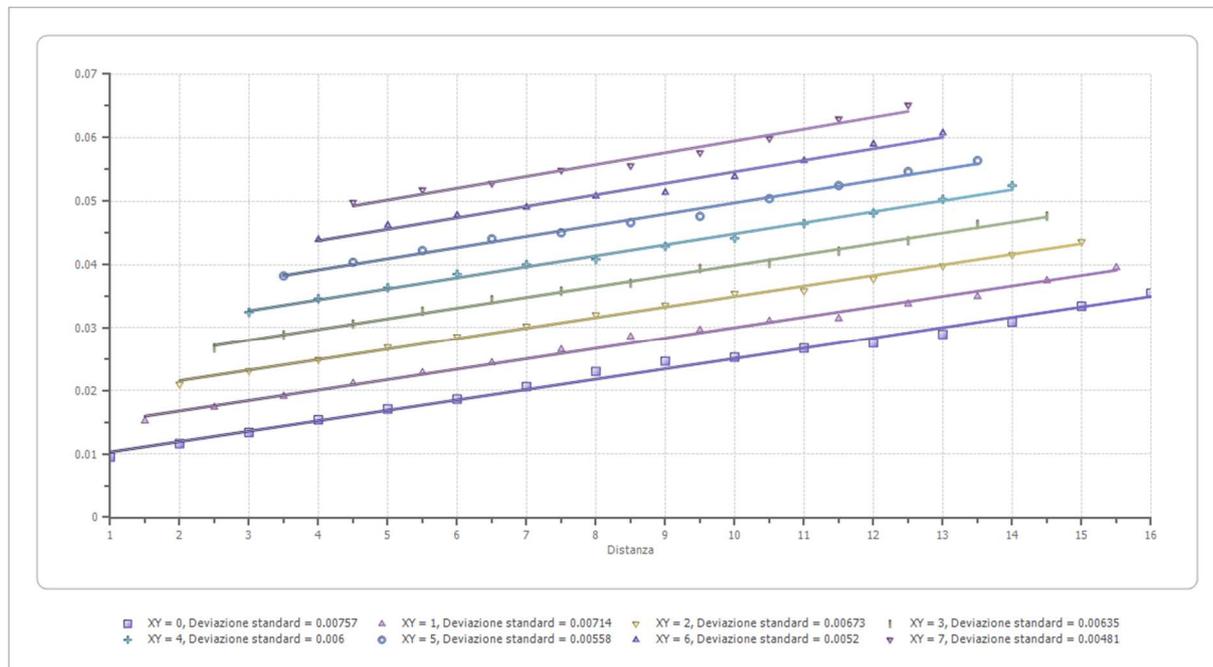
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1700.00	1800.00
Vp [m/s]	281.91	608.57
Vs [m/s]	135.42	292.35
G0 [MPa]	31.18	153.84
Ed [Mpa]	135.10	666.65
M0 [MPa]	103.92	512.81
Ey [Mpa]	84.18	415.37

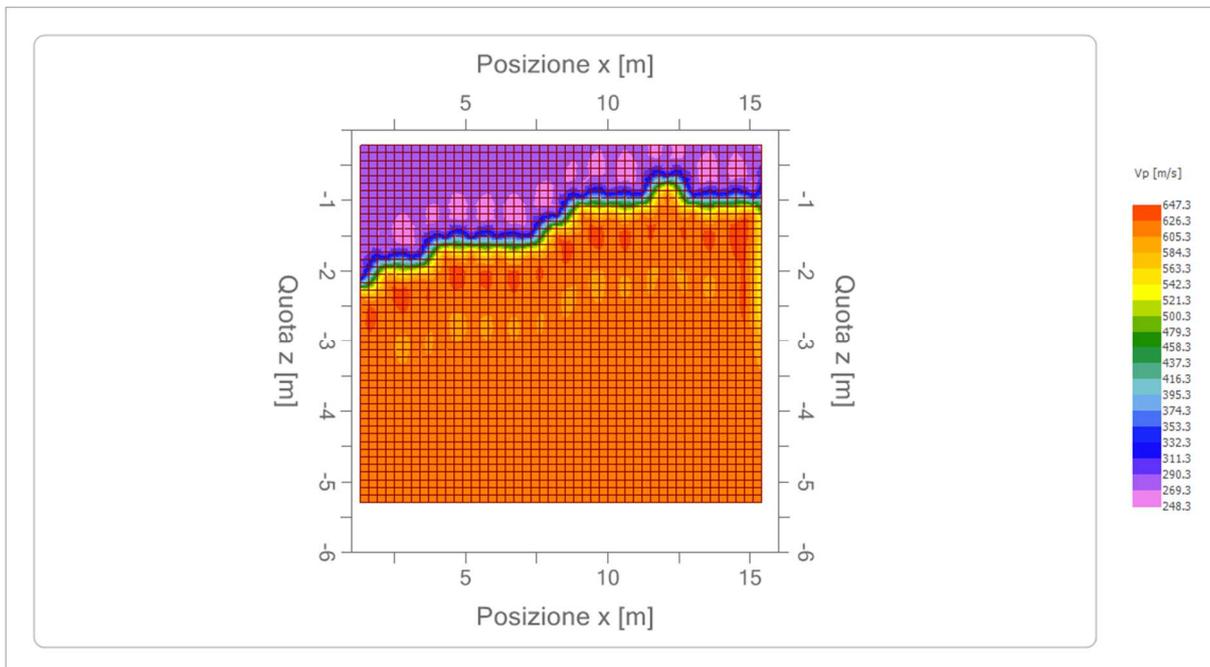
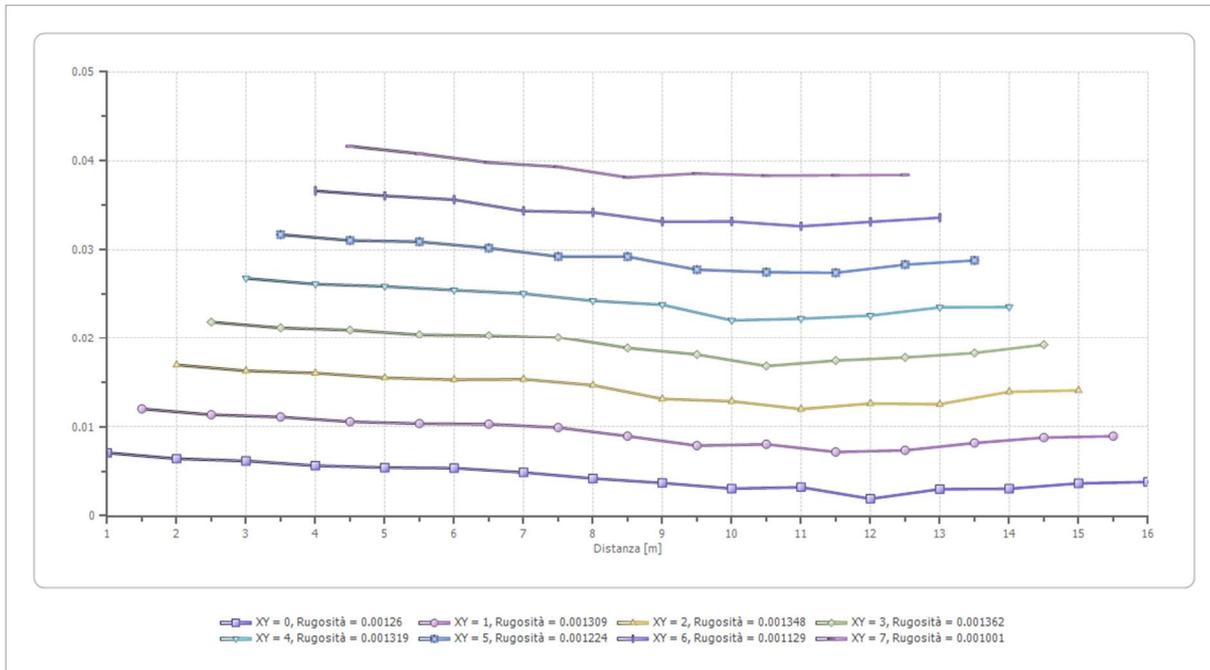
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





7. CLASSIFICAZIONE SISMICA

7.1 Cenni sulla Storia Sismica del Territorio

Il reticolo di punti che permette di valutare la pericolosità sismica di base è frutto sia dello studio delle sorgenti e delle strutture sismogenetiche sul territorio italiano, sia dell’analisi storica dei terremoti. La figura 7.1 mostra la mappa delle sorgenti e strutture sismiche per l’intero territorio siciliano presenti nel database DISS 3.2.1, sviluppato all’interno del progetto nazionale S2 è frutto della collaborazione tra il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile (DNPC) e l’Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV); il database è liberamente consultabile in formato web-Gis all’indirizzo web: <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>.

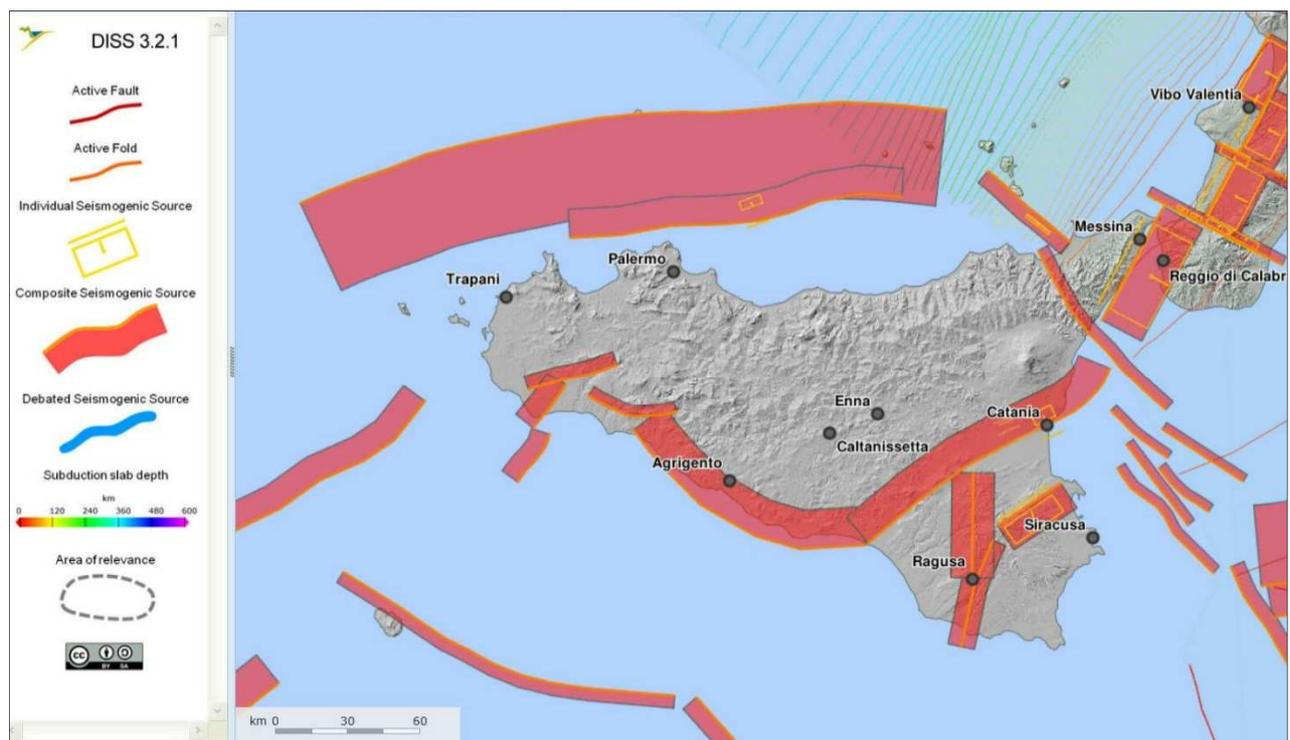


Fig. 7.1: Sorgenti sismogenetiche Sicilia. Fonte INGV.

Dal sito stesso dell’INGV è possibile sfogliare il database sui terremoti storici presenti sul territorio italiano (aggiornato alla versione DBMI15) consultabile all’indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>.

Dall’interrogazione del database è possibile valutare la serie dei principali terremoti che hanno interessato in passato il territorio Comunale con *Intensità* maggiore di 2. I risultati sono riportati nelle figure 7.2 e 7.3.

Vittoria



PlaceID IT_68034
 Coordinate (lat, lon) 36.950, 14.532
 Comune (ISTAT 2015) Vittoria
 Provincia Ragusa
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 24

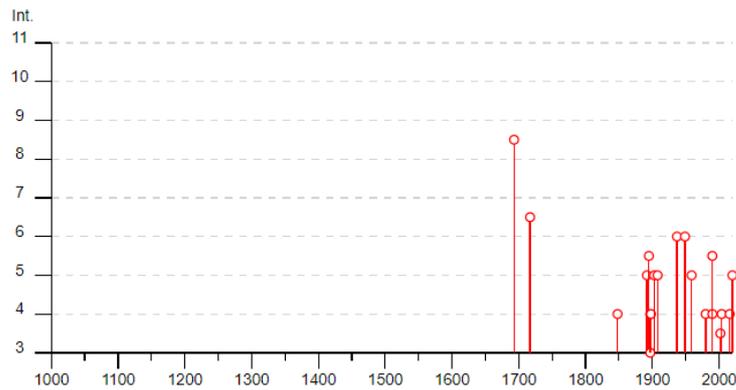


Fig. 7.2: Principali eventi sismici sul territorio comunale intensità/anno. Fonte INGV

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8-9	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
6-7	1717	04	04				Ragusano	2	6-7	4.86
4	1848	01	11	12			Golfo di Catania	41	7-8	5.51
5	1892	01	22	23	47		Monti Iblei	26	5	4.41
5-6	1895	04	13	15	01		Monti Iblei ?	32	6-7	4.82
3	1897	02	11	23	33	0	Ionio meridionale	96	5	5.03
NF	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5	4.52
4	1897	05	28	22	40	0	Ionio	132	6	5.46
4	1898	11	03	05	59		Calatino	48	5-6	4.51
5	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5	4.14
NF	1908	12	10	06	20		Monti Peloritani	64	7	5.11
5	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
6	1937	03	06	01	56		Monti Iblei	15	5	4.49
6	1949	10	08	03	08		Sicilia sud-orientale	32	7	5.10
5	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7	5.11
4	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6	4.39
4	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40		4.79
5-6	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
3-4	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
4	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4	3.82
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56
4	2016	02	08	15	35	4	Monti Iblei	58	5-6	4.44
5	2020	12	22	20	27	2	Ragusano	25	5	4.52

Fig. 7.3: Principali eventi sismici sul territorio comunale in epoca storica. Fonte INGV

L'evento più significativo a tutt'oggi risulta quello del 11 Gennaio 1693, con epicentro nelle Sicilia sud-orientale, e con un'intensità sul territorio comunale (I_0 - scala MCS) valutata in 11.

Per l'accelerazione orizzontale di picco a_g attesa (in riferimento ad un suolo di categoria A con periodo di ritorno di 475) all'indirizzo web: <http://esse1-gis.mi.ingv.it> è disponibile una funzione che, consentendo la disaggregazione dei dati, permette di ottenere i valori della *Magnitudo* (M) e della *Distanza* (R) del *Terremoto di riferimento atteso* (in senso probabilistico). Dall'interrogazione web-gis emergono valori di 5,88 per la magnitudo e di 10.5 km per la distanza.

Nelle figure 7.4 e 7.5 sono riportati i risultati completi dell'interrogazione; si evidenziano nell'area valori di a_g compresi tra 0,175g e 0,200g, quindi in linea con l'intervallo previsto dall'O.P.C.M. 3274/03.

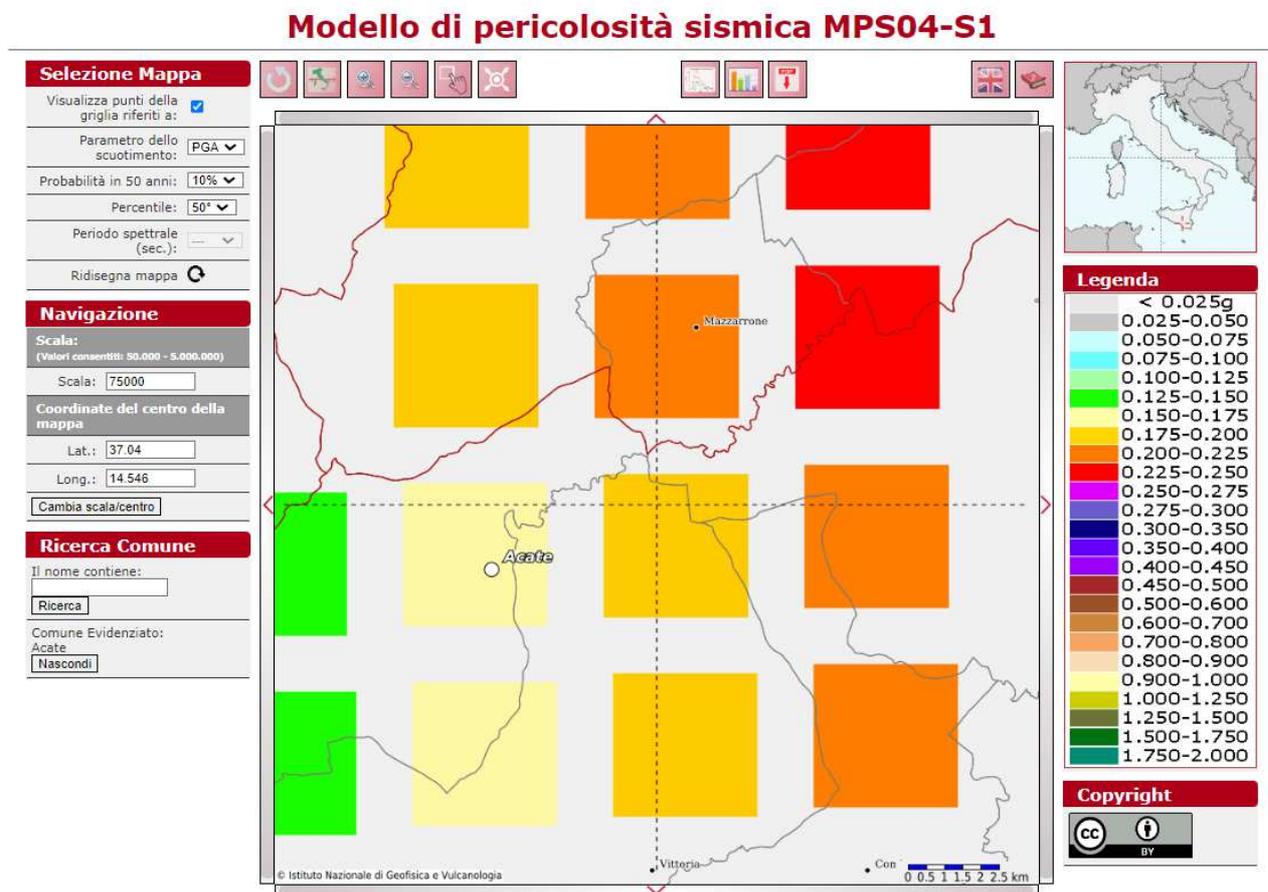


Fig. 7.4: Griglia per la valutazione dei valori di a_g sul territorio. Fonte INGV

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 37.030 lon. 14.551 - id 50078)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5- 4.0	4.0- 4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0- 6.5	6.5- 7.0	7.0- 7.5	7.5- 8.0	8.0- 8.5	8.5- 9.0
0-10	0.0000	4.9700	13.7000	13.7000	11.6000	8.4700	5.4400	3.1500	0.4310	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.2340	1.5200	3.2300	4.8600	5.7400	5.4900	4.3700	0.7030	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0081	0.2470	0.8530	1.5800	2.1600	2.3500	0.4480	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.1140	0.4340	0.8200	1.1400	0.2500	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0033	0.1100	0.3300	0.5750	0.1410	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0164	0.1360	0.3070	0.0830	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0448	0.1510	0.0451	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0235	0.0078	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0003	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.88	10.5	0.518

Fig. 7.5: Tabella dei valori di disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Fonte INGV

7.2 Pericolosità Sismica di base

La pericolosità sismica di base rappresenta, sostanzialmente, la probabilità che un evento sismico si verifichi in una determinata area per un determinato periodo di tempo con una data intensità, ovvero la previsione probabilistica dello scuotimento del suolo in un sito con riferimento ad un terremoto standard di riferimento; in pratica fornisce i valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo (PGA - peak ground acceleration) riferite ad una situazione ideale con suolo rigido ed omogeneo ($V_s > 800$ m/s; categoria A nelle NTC 18). Già con l'ordinanza O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 l'intero territorio italiano era stato riclassificato con l'individuazione di 4 categorie sismiche in funzione dei valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo

riferite a suolo rigido ed omogeneo ($V_s > 800$ m/s) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e con periodo di ritorno di 495 anni.

Recentemente con deliberazione della giunta Regionale 24/Febbraio2022, n 81 la Regione Siciliana ha adottato l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale in applicazioni dei criteri dell'Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri 28 Aprile 2006, n. 3519.

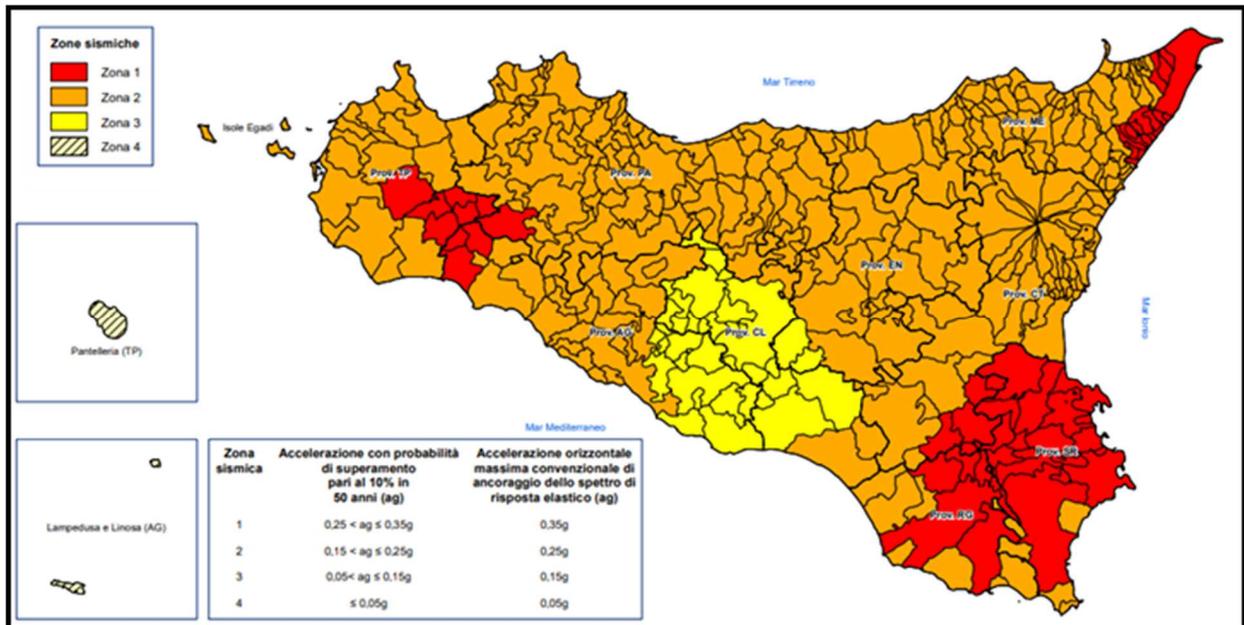


Fig. 7.2.1 Classificazione sismica comuni della Sicilia delib. della giunta Regionale 24/02 22, n 81.

In riferimento a tale macrozonazione sismica l'area in esame ricade in zona 2, ovvero “Zona dove possono verificarsi forti terremoti” con un'accelerazione orizzontale massima pari a $a_g=0,25g$ e con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni che risulta $0,15 \leq a_g \leq 0,25g$.

Nella nuova normativa, invece, poiché l'azione sismica viene definita facendo riferimento ad un reticolo i cui punti sono riportati in termini di latitudine e longitudine, di fatto può presentare una discreta variabilità anche all'interno di uno stesso territorio molto ristretto; più nello specifico l'azione sismica viene definita in funzione dei parametri (a_g, F_0, T_c^*) che, secondo differenti tempi di ritorno (TR), definiscono le forme spettrali e quindi la “pericolosità sismica di base” che assieme al fattore suolo (S), legato agli effetti di amplificazione locale (stratigrafica e topografica), andrà in definitiva a caratterizzare la “risposta sismica locale”.

In riferimento al vigente D.M. 17/01/2018, pertanto, al fine di ricavare i parametri di riferimento per l'azione sismica di base, si devono, innanzitutto, individuare le coordinate di sito tramite rilevatore satellitare WGS 84 - ETRF89.

Con riferimento al vigente D.M. 17/01/2018 al fine di ricavare i parametri di riferimento per l'azione sismica di base sono state prima di tutto individuate le coordinate baricentriche di sito tramite rilevatore satellitare (WGS 84) che risultano:

Lat: 37.040403°

Long: 14.545813°

Tali coordinate sono state poi convertite al *datum ED50* mediante la procedura on-line fornita dal sito della geostru (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018>), ottenendo i seguenti valori:

Lat: 37.041474°

Long: 14.546634°

A partire da queste ultime coordinate sono stati ricavati i parametri a_g , F_o , T_c^* per i vari periodi di ritorno T_R associati a ciascun *Stato Limite*, ipotizzando come tipologia un'opera ordinaria con $V_N = 35$ anni e classe d'uso I (*Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli*) risulta:

Siti di riferimento

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 50077 Lat: 37,0304 Lon: 14,4888 Distanza: 5279,272

Sito 2 ID: 50078 Lat: 37,0298 Lon: 14,5512 Distanza: 1363,608

Sito 3 ID: 49856 Lat: 37,0798 Lon: 14,5520 Distanza: 4283,262

Sito 4 ID: 49855 Lat: 37,0804 Lon: 14,4895 Distanza: 6660,475

STATO LIMITE	T_R (anni)	A_g (g)	F_o (-)	T_c^* (s)
SLO	30	0.033	2.508	0.232
SLD	35	0.037	2.507	0.240
SLV	332	0.159	2.322	0.353
SLC	682	0.234	2.333	0.410

7.3 Pericolosità Sismica Locale

La Pericolosità sismica locale, rappresenta una valutazione, a scala di dettaglio, delle variazioni della pericolosità sismica di base per effetto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito specifico (condizioni locali). È ormai cosa acclarata e confermata da innumerevoli studi, che la struttura geologica sovrastante il bedrock assume un ruolo determinante nella modifica del treno di onde sismiche con fenomeni di amplificazione o di smorzamento; sicché, ad esempio, quando si passa dal bedrock rigido ad un terreno più superficiale con minore rigidità (variazione di impedenza) le onde sismiche subiscono un rallentamento e, per la legge della conservazione dell'energia, la loro ampiezza aumenta. Ne consegue un'amplificazione del moto sismico con danni all'edificato superiori rispetto ad aree circostanti poggianti su un terreno di copertura più rigido.

Citando la casistica espressa nelle varie circolari A.R.T.A. relative ai piani di revisione dei PRG, situazioni che portano ad una amplificazione dell'azione sismica sono legate per esempio a zone di ciglio (con $H > 10$ mt), zone di

cresta rocciosa o di dorsale, aree di fondovalle con presenza di alluvioni incoerenti, zone pedemontane di falda di detrito, zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse o zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti; oltre a questa casistica vengono ugualmente prese in considerazione quelle situazioni che possono portare all'accentuazione di fenomeni di instabilità già in atto in occasione di eventi sismici quali zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti o zone con elevata acclività associate a copertura detritica o ancora ammassi rocciosi con acclività > 50% ed una giacitura sfavorevole degli strati.

In fase di progettazione esecutiva la risposta sismica locale viene valutata o mediante analisi specifiche, come indicate al paragrafo 7.11.3 delle NTC 2018 o facendo riferimento alla procedura semplificata (qui utilizzata per la progettazione definitiva) descritta al paragrafo 8.3.

7.4 Indagini Sismiche Masw

Il piano di indagini in fase di progettazione definitiva ha previsto la realizzazione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del D.M. 17/01/2018, la realizzazione di n°4 stendimenti per indagine di sismica a rifrazione e n°4 stese sismiche per indagini di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) al fine di valutare sia la stratigrafia del sito e ricavare il parametro V_{Seq} (Cfr. Tav. 14 Carta delle Indagini).

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati. I risultati delle inversioni delle quattro indagini eseguite (Mw1, Mw2, Mw3 e Mw4) in corrispondenza dei clusters agrovoltaici hanno fornito valori di **categoria suolo fondazione di tipo B** per il sito in progetto.

Le indagini geofisiche, hanno consentito, dunque, di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde di taglio al fine di valutare il valore del parametro V_{Seq} e quindi stabilire la categoria di appartenenza del sottosuolo come da D.M. 17/01/2018. Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato; successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, richiamata dal DM 17/01/2018, è stato possibile classificare tali terreni.

Lo studio sugli effetti di sito è un aspetto fondamentale nella valutazione e mitigazione del rischio sismico. Tale studio si effettua in termini di risposta sismica locale, partendo dal concetto di amplificazione del moto sismico che si origina dal basamento roccioso (definito bedrock sismico) e che si propaga all'interno di un deposito sino a raggiungere la superficie. Valutare questi effetti non è sempre del tutto facile anche perché, in molti casi, l'amplificazione è dovuta ai cosiddetti fenomeni di risonanza nei terreni stratificati posti al di sopra del bedrock, di riflessione e rifrazione delle onde sismiche nelle interfacce di discontinuità e tra mezzi a diversa densità, dove le onde vengono per così dire "intrappolate" e successivamente trasmesse allo strato più superficiale generando così onde di tipo Love e di Rayleigh. A questi, poi, si aggiunge l'effetto di focalizzazione del raggio sismico nelle zone morfologicamente più acclive.

Sul territorio italiano la valutazione degli effetti della risposta sismica locale viene fatta sulla base delle vigenti norme tecniche per le costruzioni pubblicate in GU n.42 del 20/02/2018 - Suppl. Ordinario n. 8. In particolare per situazioni riconducibili alle categorie definite in Tab. 3.2.II di cui al § 3.2.2 si può fare riferimento ad un approccio semplificato basato sui valori di velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s , che costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo di cui al § 6.2.2. In tal caso si calcola la velocità equivalente con la seguente espressione:

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

con: h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo (in m), V_s = Velocità dell'onda di taglio i-esimo strato, N = Numero di strati, H = profondità del substrato sismico (in m), definito come quella formazione, costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} 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.

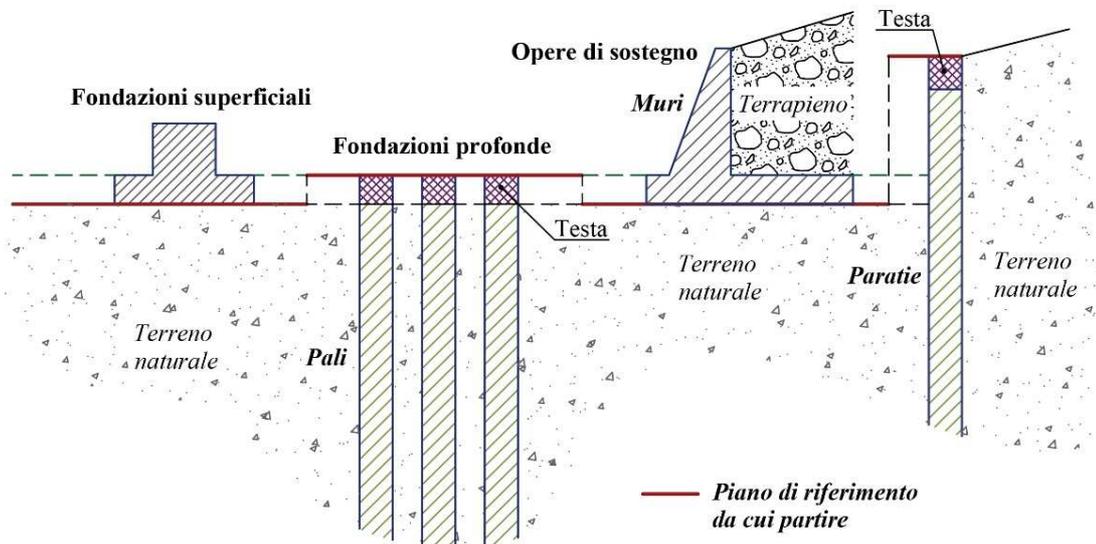


Figura 7.4.1: Schemi di riferimento richiamati al § 3.2.2 delle NTC 2018.

Mentre per tutti quei casi non rientranti è richiesta una specifica analisi della risposta sismica locale, così come previsto al § 7.11.3.

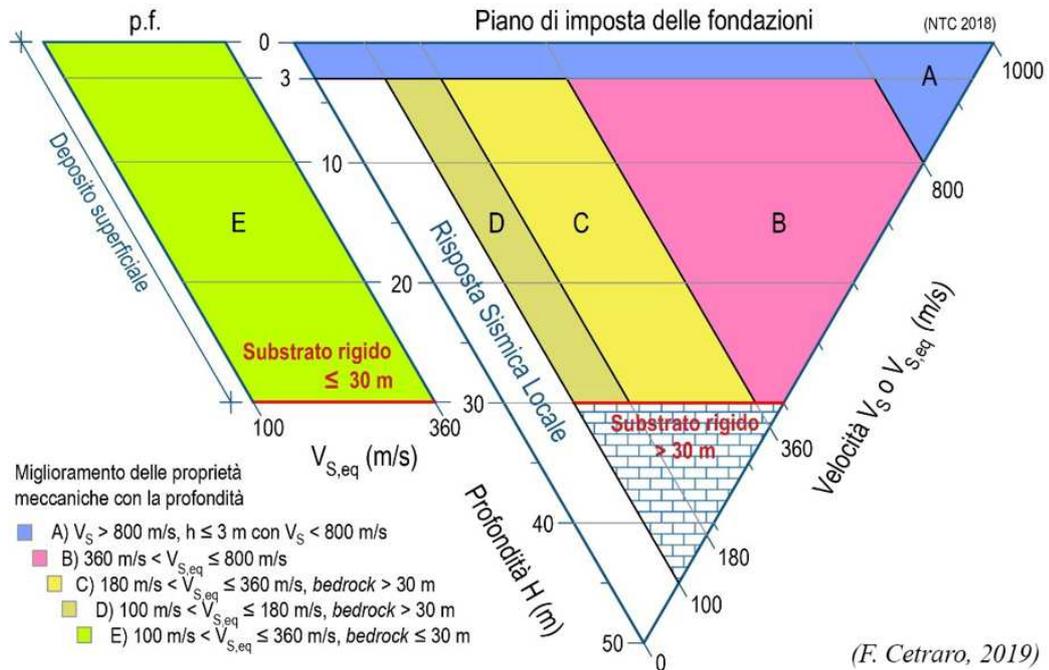


Figura 7.4.2: Diagramma categorie di sottosuolo secondo i riferimenti del § 3.2.2 delle NTC 2018.

7.5 Risultati dei Calcoli

Nell'interpretazione della curva di dispersione delle onde di superficie di tipo Rayleigh, valutata tra 5 Hz e 60 Hz, la modellazione diretta basata sulle conoscenze stratigrafiche del sito ha permesso di correlare l'andamento dei modi di propagazione delle onde con i massimi della velocità di fase; Basandosi su tale interpretazione ed a partire dal risultato della modellazione diretta, allo scopo di affinare ulteriormente il modello, è stato successivamente effettuato il picking e l'inversione ipotizzando, per i primi 30 metri, un modello a 4 sismostrati.

I risultati dell'inversione hanno fornito i seguenti valori della velocità delle onde S.

INDAGINE SISMICA MASW 1

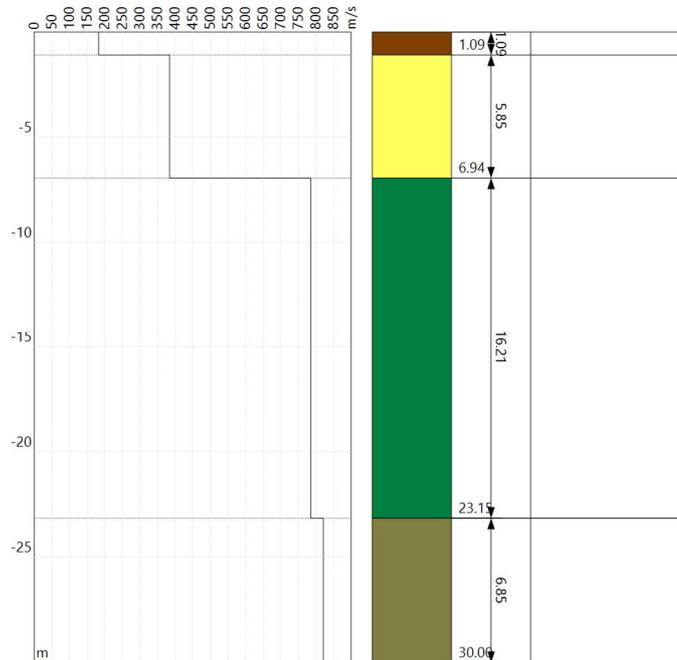
Strato n°1: $V_S = 183.1 \text{ m/s}$; spessore medio 1.09 metri.

Strato n°2: $V_S = 384.2 \text{ m/s}$; spessore medio oltre 5.85 metri.

Strato n°3: $V_S = 785.6 \text{ m/s}$; spessore medio 16.21 metri.

Strato n°4: $V_S = 821.0 \text{ m/s}$; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, $V_{S,eq} = 553.69 \text{ m/s}$, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di tipo B e Categoria topografica T1.

INDAGINE SISMICA MASW 2

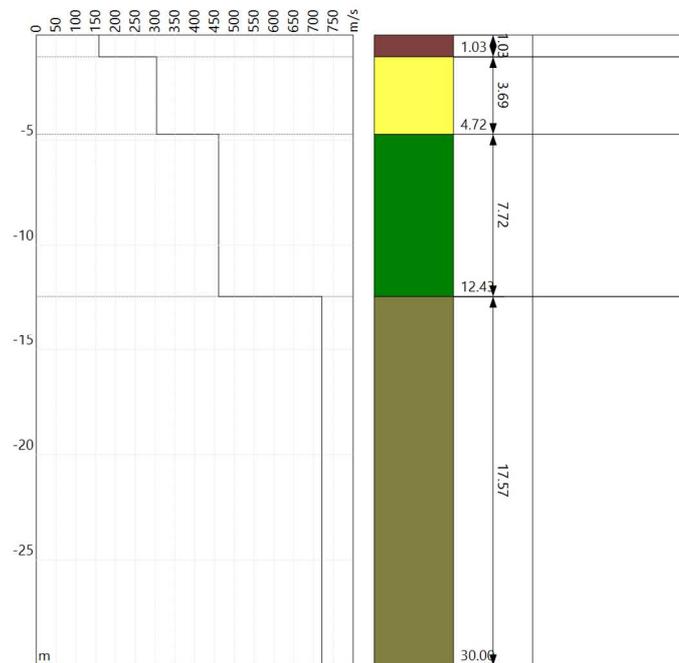
Strato n°1: Vs = 158.1 m/s; spessore medio 1.03 metri.

Strato n°2: Vs = 303.8 m/s; spessore medio oltre 3.69 metri.

Strato n°3: Vs = 460.4 m/s; spessore medio 7.72 metri.

Strato n°4: Vs = 721.0 m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, $V_{S,eq} = 501.75 \text{ m/s}$, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di tipo B e Categoria topografica T1.

INDAGINE SISMICA MASW 3

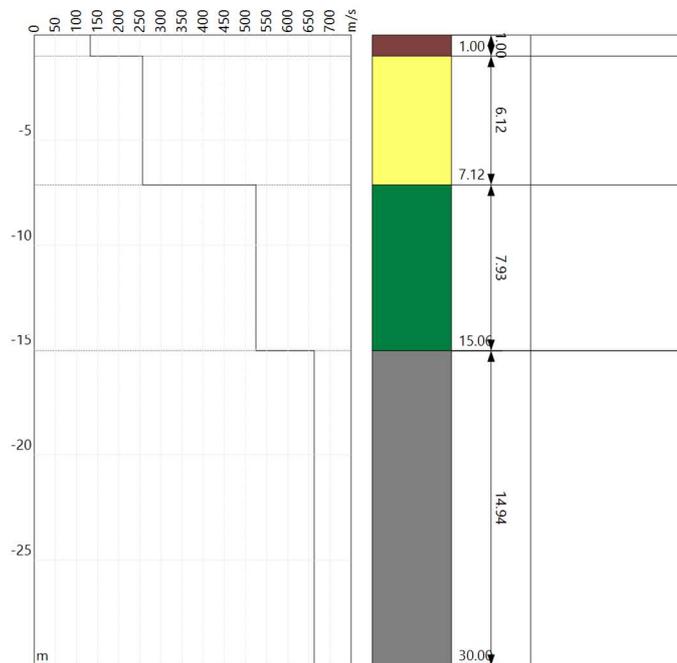
Strato n°1: Vs = 132.6 m/s; spessore medio 1.00 metri.

Strato n°2: Vs = 256.1 m/s; spessore medio oltre 6.12 metri.

Strato n°3: Vs = 524.6 m/s; spessore medio 7.93 metri.

Strato n°4: Vs = 662.7 m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, $V_{S,eq} = 434.01 \text{ m/s}$, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di tipo B e Categoria topografica T1.

INDAGINE SISMICA MASW 4

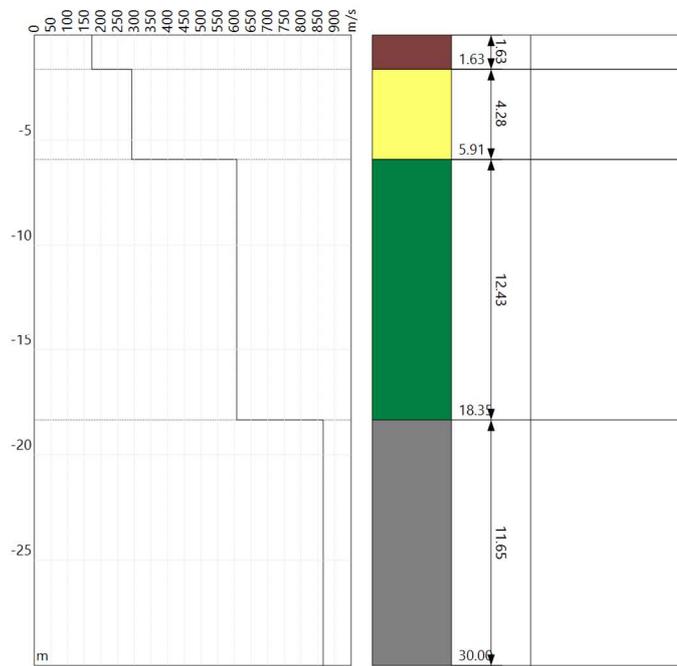
Strato n°1: Vs = 172.8 m/s; spessore medio 1.63 metri.

Strato n°2: Vs = 292.1 m/s; spessore medio oltre 4.28 metri.

Strato n°3: Vs = 607.2 m/s; spessore medio 12.43 metri.

Strato n°4: Vs = 866.3 m/s; spessore oo.

Il modello interpretativo fornito ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:



Per la determinazione della Categoria del sottosuolo in applicazione delle NTC/2018 (§ 3.2.2), sulla base del valore ricavato, $V_{S,eq} = 411.66 \text{ m/s}$, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle Vs, il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di tipo B e Categoria topografica T1.

	IMPIANTO AGROVOLTAICO “CHIARAMONTE III” COMUNE DI VITTORIA (RG) E NEL COMUNE CHIARAMONTE GULFI (RG) RELAZIONE SISMICA	Codice: REL.02	
		Rev.: 00	Pag.: 60 / 62

8. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto in ottemperanza al D.M. 17/01/2018. La finalità dello stesso è stata quella di accertare la compatibilità sismica delle opere in progetto con il territorio in esame, attraverso rilievi sismici di dettaglio estesi ad una fascia perimetrale esterna rispetto a quella di stretto interesse. In particolare è stata eseguita una campagna di indagini di sito specifiche, così come disposto dall'art. 6.12.1 del N.T.C 2018, che hanno incluso tecniche di sismica a rifrazione e sismica masw, il cui numero è apparso congruo in funzione sia dell'attuale livello di approfondimento progettuale sia della copertura litologica dell'area di interesse. In fase esecutiva si dovranno prevedere, comunque, un supplemento di indagini, attraverso mirate campagne di indagini geognostiche e prove di laboratorio, al fine di potere approfondire le conoscenze circa le stratigrafie presenti e la caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Sulla base delle elaborazioni effettuate sono strati individuati, in ciascuna delle quattro indagini di sismica a rifrazione, due sismostrati interfacciati da una superficie di discontinuità con aspetto lievemente ondulato e andamento sub-parallelo rispetto alla traccia sulla superficie topografica. In particolare i risultati delle indagini effettuate in corrispondenza dell'area in progetto, hanno messo in evidenza la presenza, nei primi 10-12 metri, di un solo orizzonte rifrattore ben definito. I modelli sismo-stratigrafici rispecchiano abbastanza fedelmente le caratteristiche geologiche dell'area. Dalle indagini di sismica a rifrazione effettuate è stato riscontrato fino ad una profondità variabile di circa 0,7-1,6 metri dal p.c. uno strato di terreno vegetale sciolto di colore rossastro con presenza di elementi litici eterometrici di chiara natura calcarenitica. Al di sotto si riscontra la presenza di sabbie giallastre debolmente stratificate con sottili e rari intercalazioni calcarenitiche fossilifere.

Sulla base dei valori ricavati, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle V_{seq} , il sottosuolo in esame risulta classificabile come **sottosuolo di tipo B** ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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." (D.M. 17/01/2018) e **categoria Topografica T1**.

Palermo, Gennaio 2023

IL PROFESSIONISTA
Dott. Geol. Michele Ognibene

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz1 e Mw1.



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz2 e Mw2.



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz3 e Mw3.



Foto Stendimento di sismica a rifrazione Rz4 e Mw4.

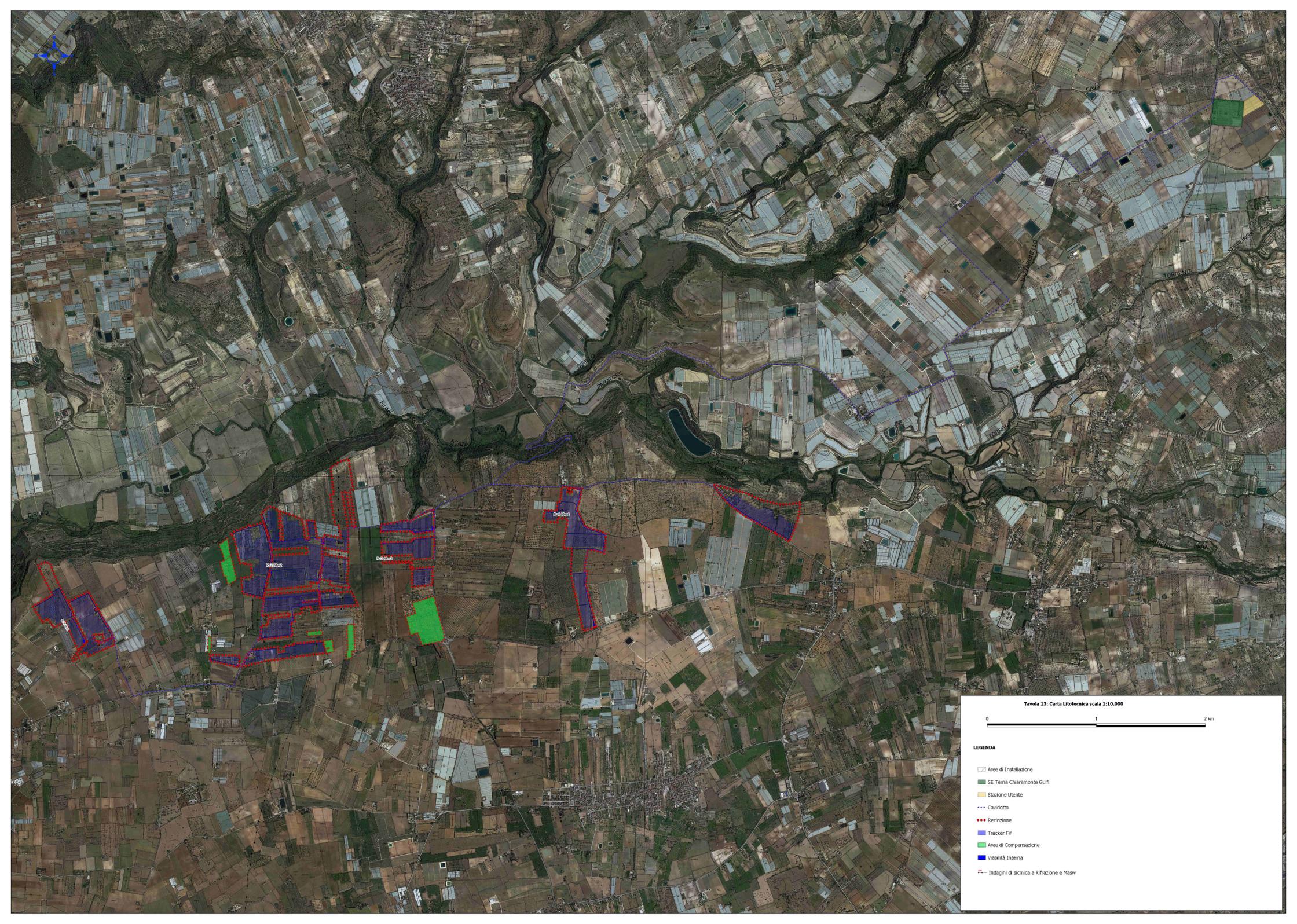
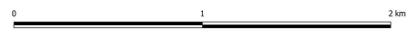


Tavola 13: Carta Litotecnica scala 1:10.000



LEGENDA

-  Aree di Installazione
-  SE Terna Chiaromonte Guffi
-  Stazione Utente
-  Cavidotto
-  Recinzione
-  Tracker PV
-  Aree di Compensazione
-  Viabilità Interna
-  Indagini di sismica a Rifrazione e Masw