

REGIONE
SICILIANA



COMUNE DI
RIBERA



COMUNE DI
CALAMONACI



Il Committente:

NP Sicilia 5

NP SICILIA 5 S.R.L.

Via San Marco, 21, CAP 20121 Milano (MI)

C.F. e P. IVA 12930310961

REA MI-2693053

PEC: npsicilia5@legalmail.it

Legale Rappresentante STEFANO PIERONI

Il Progettista:

Agon
engineering



Entrope srl

dott. ing. VITTORIO RANDAZZO



dott. ing. VINCENZO DI MARCO



Titolo del progetto:

PARCO EOLICO "BELMONTE"
POTENZA NOMINALE 30,5 MW

Elaborato:

PROGETTO DEFINITIVO

Codice Elaborato:

NPS5_RIB_D03_REL

TITOLO ELABORATO: Studio geologico preliminare, idrogeologico,
caratterizzazione sismiche e geotecniche

FOGLIO:

SCALA:

FORMATO:

A4

Rev:	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	21/07/2023			V.D.	V.R.

Regione Sicilia
COMUNI di
RIBERA e CALAMONACI
(Libero Consorzio comunale di Agrigento)

RELAZIONE
GEOLOGICA, GEOFISICA ed IDROGEOLOGICA
D. M. 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» e succ. mod. int.

Progetto per la realizzazione di impianti eolici nei
Comuni di Ribera e Calamonaci, in provincia di
Agrigento

PROPONENTE: NDP Italia Il S.r.l. Via San Marco 2 20121 Milano
C.F.P.I. e iscrizione R.I. n°11987560965
Legale Rappresentante: Stefano Pieroni
PROGETTISTA:

Firma:

INFORMATIVA AI SENSI DELL'ART. 13 DEL DECRETO LEGISLATIVO 30.6.2003 N.196 I dati sopra riportati vengono utilizzati da questa struttura nell'osservanza delle disposizioni del D.Lgs 196/03 che prevede la "tutela delle persone e di altri soggetti rispetto al trattamento dei dati personali" e per le finalità strettamente connesse alle attività di competenza. Il trattamento dei dati personali avviene mediante strumenti manuali e informatici in modo da garantire la sicurezza e la riservatezza dei dati stessi. Autorizzo il trattamento dei miei dati personali nei termini consentiti dal D.Lgs. n.196/03

Dott. Geol. Maurizio Miceli



M. Miceli

Dott. Geol. Leonardo Mauceri

A circular professional stamp for the Regional Order of Geologists of Sicily. The text inside the stamp reads "ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA", "Dott. Geol. MAUCERI LEONARDO", and "N° 460".

L. Mauceri

Agrigento, 21 gennaio 2023

Relazione Geologica Impianto Belmonte

Oggetto: Progetto per la realizzazione di impianti eolici nei Comuni di Ribera e Calamonaci, in provincia di Agrigento

Committente: NDP Italia II S.r.l.
Via San Marco 2
20121 Milano

C.F. P.I. e iscrizione R.I. n°11987560965
Legale Rappresentante: Stefano Pieroni

Indice:

Premessa;

Inquadramento topografico;

Lineamenti geomorfologici ed idrogeologici;

Lineamenti geologici;

Caratterizzazione sismica;

Caratterizzazione geotecnica;

Conclusioni;

Allegati:

Corografia scala 1:25.000

Stralcio aerofotogrammetrico scala 1:10.000;

Stralcio della carta dei dissesti (P.A.I.) scala 1:10.000;

Stralcio della carta della pericolosità e del rischio geomorfologico (P.A.I.) scala 1:10.000;

Stralcio della carta del vincolo idrogeologico;

Carta della permeabilità scala 1:10.000;

Carta dei sondaggi scala 1:10.000;

Carta del reticolo idrografico scala 1:10.000;

Carta geologica scala 1:10.000;

Relazione Sismica;

Report fotografico sondaggi;

Report prova penetrometrica;

Certificati prove di laboratorio;

Schede della storia sismica.

Premessa

La presente relazione geologica- sismica contempla i risultati di uno studio geologico-tecnico inerente il progetto per la realizzazione di impianti eolici nel territorio dei Comuni di Ribera e Calamonaci, in provincia di Agrigento.

Il territorio, dove sono previste le opere in progetto, ricade all'interno di aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico da parte dell'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste (Regio Decreto n°3267 del 30/12/1923) vedasi in allegato stralcio della Carta.

Per la conoscenza globale dello stato di dissesto idrogeologico del territorio, sono state consultate le carte redatte per il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia.

Dal P.A.I. sono state riprodotte le carte relative ai dissesti ed alla pericolosità geomorfologica (in allegato).

Sono stati effettuati anche diversi sopralluoghi che hanno permesso di definire, la situazione geologica, gli agenti morfogenetici attivi che interagiscono con le infrastrutture esistenti e le opere in progetto e quindi di verificare lo stato di dissesto, per ipotizzare, eventualmente, le opere d'intervento più opportune

Attraverso le prove di resistenza alla compressione effettuate su campioni di rocce raccolte (C₁ WTG1- C₂ WTG4 – C₃ WTG5), integrate con le indagini condotte attraverso un sondaggio penetrometrico di tipo leggero e cinque sondaggi sismici con metodo passivo HVSR, si è ottenuto un livello di conoscenza tale, che permette in questa fase di progettazione, di fare simulazioni e verifiche, che si discostano il meno possibile dalle condizioni reali.

Inquadramento Topografico

L'area oggetto del presente studio, ricade nei territori comunali di Ribera e Calamonaci, in provincia di Agrigento ad una quota media di 350 metri circa s.l.m.

L'area indagata, topograficamente, ricade nella tavoletta dell'I.G.M. in scala 1: 25.000 denominata: *F° 266 della Carta d'Italia "Caltabellotta" I S.O.* L'esatta ubicazione, è evidenziata nell'allegata corografia elaborata dallo scrivente.

Catastralmente le torri eoliche, ricadono:

WTG 1 Foglio 18 part.IIa 12 Comune di Calamonaci;

WTG 2 Foglio 18 part.IIa 291 Comune di Calamonaci;

WTG 3 Foglio 18 part.IIa 71 Comune di Calamonaci;

WTG 4 Foglio 11 part.IIa 106 Comune di Ribera;

WTG 5 Foglio 11 part.IIa 24 Comune di Ribera:

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di

ID WTG	Nord	Est.	Comune
1	37°31'30.68"N	13°19'25.95"E	CALAMONACI
2	37°31'17.07"N	13°18'44.73"E	CALAMONACI
3	37°31'2.55"N	13°18'44.81"E	CALAMONACI
4	37°30'55.47"N	13°18'26.05"E	RIBERA
5	37°30'44.34"N	13°18'10.12"E	RIBERA

ID WTG	Coordinate decimali	Coordinate UTM (WGS84)	Comune
1	Lat. 37.525188; Long. 13.323875	Coord. Est: 351891.465 Coord. Nord 4154455.658	Calamonaci
2	Lat. 37.521468 Long. 13.312116	Coord. Est: 350892.993 Coord. Nord 4154056.076	Calamonaci
3	Lat. 37.517408; Long. 13.312301	Coord. Est: 350853.616 Coord. Nord 4153610.598	Calamonaci
4	Lat. 37.515161; Long. 13.307611	Coord. Est: 350389.168 Coord. Nord 4153377.538	Ribera
5	Lat. 37.512168; Long. 13.302816	Coord. Est: 349999.393 Coord. Nord 4153075.340	Ribera

Lineamenti Geomorfologici ed Idrogeologici

In linea generale, la morfologia dell'area di progetto passa da un contesto prevalentemente montuoso nel settore settentrionale, riferibile ai Monti Sicani, ad un andamento prevalentemente collinare, con aree sub-pianeggianti nel settore meridionale. L'evoluzione morfologica risulta essere condizionata dai processi gravitativi ed erosivi che determinano l'attuale stato di dissesto.

Le verifiche dirette attraverso sopralluoghi, integrate con gli studi e le indagini specifiche, non hanno evidenziato situazioni di rischio o individuato pericolosità connesse ai dissesti sui versanti, pericolosità idrauliche o idrologiche.

Le forme di dissesto rilevate al di fuori delle aree di progetto, in particolare lungo il versante destro del Fiume Magazzolo interessano le litologie plastiche riferibili alle argille riferibili alla Formazione “Monte Narbone”. L’esame della conformazione geomorfologica, ha permesso di rilevare un assetto territoriale improntato verso una generale tranquillità morfologica. Per la conoscenza globale dello stato di dissesto idrogeologico del territorio, sono state consultate le carte redatte per il Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia. Dal P.A.I. sono state riprodotte le carte relative ai dissesti ed alla pericolosità geomorfologica (in allegato).

Le verifiche dirette attraverso sopralluoghi, integrate con gli studi e le indagini specifiche, hanno evidenziato per il sito di Cozzo Musiti, dove è in progetto la realizzazione di WTG2, una situazione di rischio e individuato un livello di pericolosità P1 moderato con un livello di rischio R1 moderato. Il territorio ad est dell’area di progetto, è interessato da un colamento lento, inattivo, che interessa la parte più superficiale dei terreni di copertura.

Dal punto di vista geomorfologico, pertanto, complessivamente l’area è inserita in un ambiente, che non lascia prevedere evoluzioni negative per l’insediamento dell’opera in progetto, e pertanto, presenta i necessari requisiti, per definirla idonea alla realizzazione dell’opera in progetto.

L’idrografia principale, a notevole distanza dall’area di progetto, è rappresentata dal Fiume Magazzolo, che presenta, sino alla sua foce, un andamento lineare, con rari rami secondari. Dal punto di vista della permeabilità dei terreni affioranti sono stati così distinti:

Complesso Idrogeologico dei Terrazzi marini

I terrazzi marini, sono costituiti da corpi sedimentari dalla caratteristica geometria lenticolare, con interdigitazioni di livelli argillosi di modesto spessore

e continuità laterale. Tali caratteristiche litostratigrafiche danno origine a una notevole variabilità di spessore e a locali sovrapposizioni di più acquiferi. Presentano un coefficiente di permeabilità $10^{-4} < K > 10^{-3} \text{m/s}$.

Complesso Idrogeologico dei “Trubi” e dei Gessi

I “Trubi” rappresentano terreni a permeabilità modesta per porosità che tende ad aumentare con la fratturazione della roccia e carsismo. Possono essere sede di falda freatica nei livelli più fratturati.

Presentano un coefficiente di permeabilità $10^{-6} < K > 10^{-5} \text{m/s}$.

Complesso Idrogeologico delle Argille

I terreni sono praticamente impermeabili. Il livello corticale alterato può presentare una modesta permeabilità, capace di favorire una circolazione idrica sub -superficiale. In relazione alle opere in progetto si possono escludere interferenze significative dovute a possibili interazioni tra le opere previste e la circolazione sotterranea.

Il coefficiente di permeabilità è pari a $K < 10^{-9} \text{m/s}$.

Lineamenti Geologici

I depositi più antichi, affioranti nell’area di studio, sono riferibili alla “Serie Gessoso Solfifera”, affiorante estesamente nella porzione a nord dell’area di progetto ad est di Cozzo Musiti e Cozzo Giacobbe, costituiscono la sequenza apicale della deposizione evaporitica di età messiniana. Si tratta di una formazione potente oltre i 250-300 metri, costituita da banchi spessi fino a 20-30 metri di gessi a grossi cristalli di selenite e da piccoli cristalli, separati da partimenti argillosi e da sottili lamine decimetriche di sedimenti carbonatici. Sono presenti frequentemente anche strati e banchi di gesso balatino, a lamine millimetriche, con intercalazioni di rari livelli di argille verdastre e di gesso selenitico. Rappresentano il substrato dell’Aerogeneratore denominato WTG1.

All'inizio del Pliocene, nel Mediterraneo avviene un cambiamento radicale delle condizioni ambientali, come testimoniato dalla deposizione dei "Trubi". Si tratta di calcari marnosi e marne calcaree a globigerine, che in affioramento si presentano di colore bianco crema, a stratificazione alternata di strati più o meno coerenti e caratterizzati da un sistema di fratture, che per la loro regolarità, spesso simulano le superfici di stratificazione a cui sono normali. La loro giacitura, quasi sempre discordante sui terreni, testimonia il carattere trasgressivo. Nonostante le numerose fratture, che farebbero pensare ad un comportamento fragile, i "Trubi" sono terreni plastici con un notevole spessore stratigrafico, 200 metri circa, riportato dalla letteratura specialistica. Affiorano in C.da Canalotto, sino ad arrivare a lambire la sponda destra del Fiume Magazzolo.

Al di sopra dei "Trubi" si colloca la Formazione "Monte Narbone" (Pliocene medio -superiore). Il passaggio fra la sedimentazione pelagica dei "Trubi" e la terrigena, avviene gradualmente.

La Formazione "Monte Narbone" è formata da sedimenti terrigeni via via più grossolani che assumono caratteri di torbida. Affiorano estesamente in C.da Canalotto e in C.da Belmonte.

Le variazioni eustatiche del livello del mare, legate essenzialmente all'alternanza di periodi glaciali ed interglaciali e al sollevamento isostatico conseguente ai processi plicativi, hanno determinato, nel Pleistocene medio superiore della Sicilia, la formazione dei Terrazzi Marini. Morfologicamente sono rappresentati da superfici sub-pianeggianti e con vergenza verso mare, delimitati quasi sempre da un orlo interno e da un orlo esterno.

Gli eventi che portano alla formazione dei terrazzi marini possono essere schematicamente riassunti:

- Trasgressione marina con abrasione e spianamento, con stasi del livello del mare;
- Formazione del deposito;

-Regressione con erosione o deposizione.

Nell'area sono state riconosciute diverse superfici sub-pianeggianti poste a diversa altezza sul livello del mare.

Tali unità, che si sviluppano secondo una direzione parallela all'andamento dell'attuale linea di costa, sono costituite, localmente, da sabbie, in parte cementate, con ciottoli mal classati, da limi sabbiosi e da argille sabbiose.

Viste le caratteristiche granulometriche degli elementi e la costante presenza alla base di depositi marnosi e argillosi, può essere presente una circolazione idrica, comunque molto limitata.

Evidenti affioramenti, al di fuori dell'area di progetto, sono visibili nell'area su cui si insediano i centri abitati di Ribera, di Calamonaci e verso est e nord-est, su Cozzo Musiti e Cozzo Giacobbe.

I litotipi testè descritti, rappresentano il substrato d'imposta degli Aerogeneratori WTG2 WTG3 WTG4 WTG5 in progetto.

Caratterizzazione sismica

La sismicità dell'area di progetto è legata alla presenza della neotettonica, intendendo con questo termine i movimenti tettonici riferibili al lasso di tempo geologico compreso fra il Pliocene e l'attuale. Si distinguono movimenti legati alla neotettonica di tipo lineare che si sviluppano lungo superfici riferibili a faglie o sovrascorrimenti e movimenti neotettonici areali che originano movimenti di sollevamento e/o abbassamenti differenziale. Il territorio di Ribera e Calamonaci è stato interessato sino al Pleistocene inferiore da un abbassamento, seguito da un intenso sollevamento e ricade nella zona di avanfossa fortemente deformata da faglie inverse.

La ricerca storica degli eventi sismici, ha messo in evidenza che il settore maggiormente interessato in passato e al tempo stesso maggiormente indiziato di un possibile ripetersi di eventi sismici, è rappresentato dalla fascia orientale della Sicilia, dal basso Tirreno al Canale di Sicilia e dalla zona della

Valle del Belice. I restanti settori non registrano eventi sismici storicamente significativi e statisticamente ricorrenti, così come tutta l'area interessata dal progetto, ad esclusione di sciami sismici secondari.

Per avere un quadro completo della Pericolosità Sismica è necessario considerare anche l'intensità macrosismica (MCS) che rappresenta, in qualche modo le conseguenze socio/economiche di un evento sismico. Con riferimento ai dati della banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del catalogo dei forti terremoti in Italia di ING/SGA, le massime intensità macrosismiche osservati nella provincia di Agrigento, nell'area interessata dal progetto in epigrafe l' $I_{max} \leq 6/7$ MCS. Pertanto sulla base ottenuta da queste informazioni, la sismicità dell'area di progetto può definirsi di modesta entità. Quindi la pericolosità del sito è stata definita facendo riferimento alle mappe ed ai dati pubblicati dal Gruppo Nazionale per la difesa dai terremoti (GNDT) dall'INGV e dal CNR.

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

La Regione Sicilia con delibera n. 408 del 19/12/2003 riporta l'elenco dei comuni classificati come da OPCM 3274/2003.

Il comune di Ribera è riportato al progressivo n. 207 classificato in zona 2 e di II° Categoria.

Il comune di Calamonaci è riportato al progressivo n.195 classificato in zona di II° Categoria.

COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2						
PROGRESSIVO	Codice Istat 2001	PROVINCIA	COMUNE	Categoria secondo la classificazione sismica precedente (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica prevista dall'Ordinanza n.3274/2003	Nuova Classificazione sismica della Regione Siciliana
				Categoria	Zona	Zona
195	19084006	AGRIGENTO	Calamonaci	II	2	2

207	19084033	AGRIGENTO	Ribera	II	2	2
-----	----------	-----------	--------	----	---	---

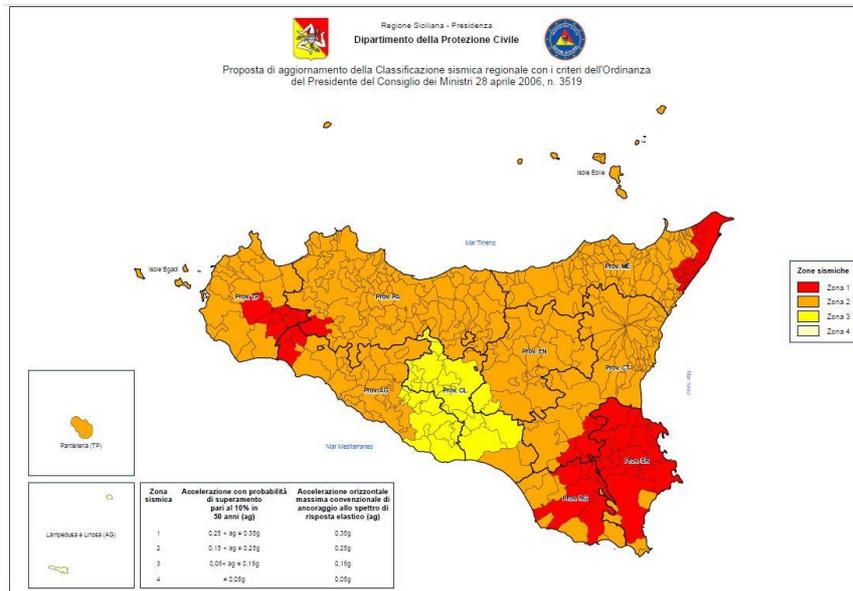
Il nuovo studio di pericolosità allegato all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. L'Ordinanza, tra l'altro, individua i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. Sono individuate quattro zone, a pericolosità decrescente, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A (a_g), ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

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

La Deliberazione di Giunta Regionale 19 dicembre 2003, n. 408 recante *"Individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274"* ed il successivo decreto del Dirigente Generale del DRPC Sicilia 15 gennaio 2004, hanno reso esecutiva nel territorio della Regione Sicilia la nuova classificazione sismica.

Nel 2021, in seguito a segnalazioni da parte di alcuni Ordini Professionali nonché da diversi comuni della Provincia di Agrigento e Caltanissetta, si è appurata l'incongruenza tra la classificazione sismica nazionale e quella vigente nel territorio della Sicilia. A seguito delle opportune verifiche e acquisiti i necessari riscontri tecnici, il Dipartimento Regionale Protezione Civile Sicilia ha elaborato una proposta di aggiornamento (Delibera n. 81 del 24/02/2022)

della vigente classificazione sismica regionale, attraverso l'applicazione dei criteri esposti all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519.



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	0,25 < ag ≤ 0,35g	0,35g
2	0,15 < ag ≤ 0,25g	0,25g
3	0,05 < ag ≤ 0,15g	0,15g
4	≤ 0,05g	0,05g

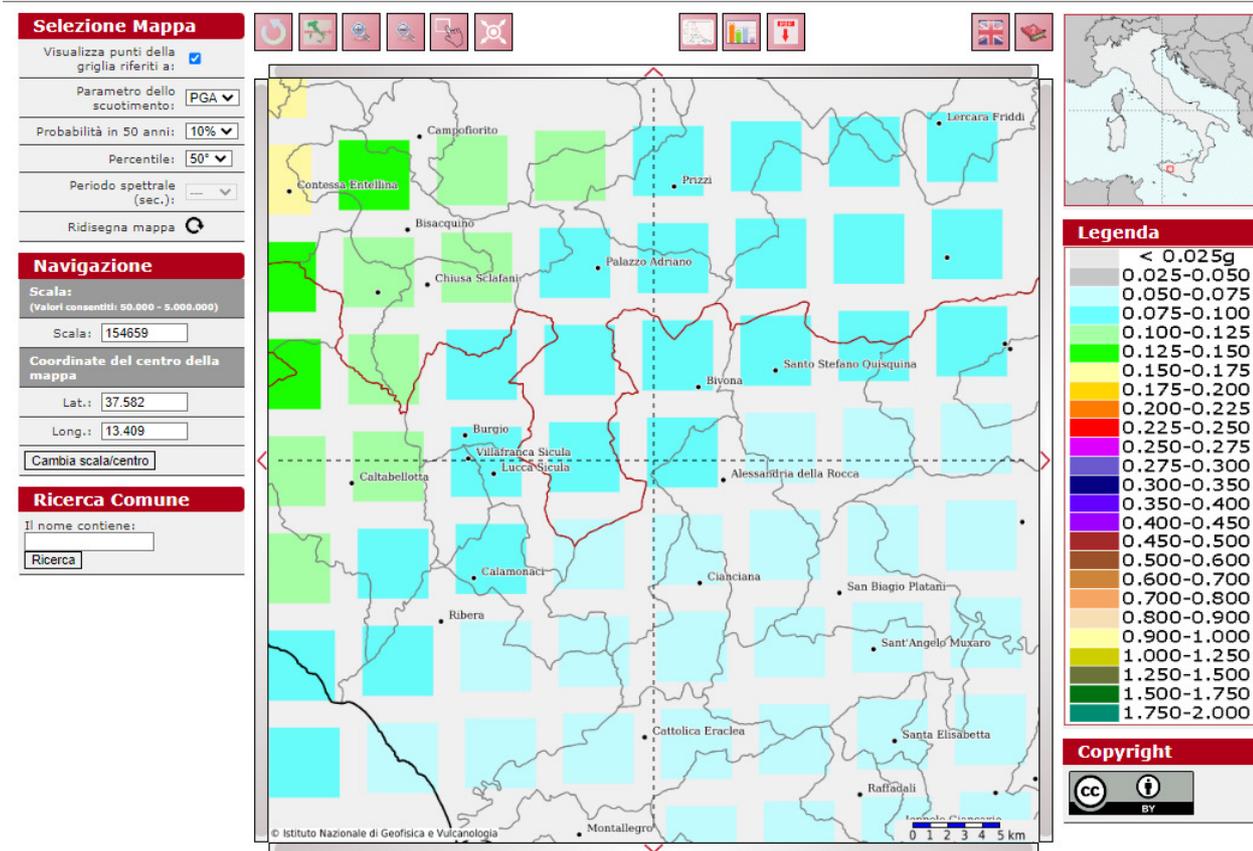
Sulla base della proposta di aggiornamento, i territori di Calamonaci e Ribera mantengono l'originaria categoria ma con rischio più elevato. Calamonaci con ag 0,0794 e Ribera ag 0,0833.

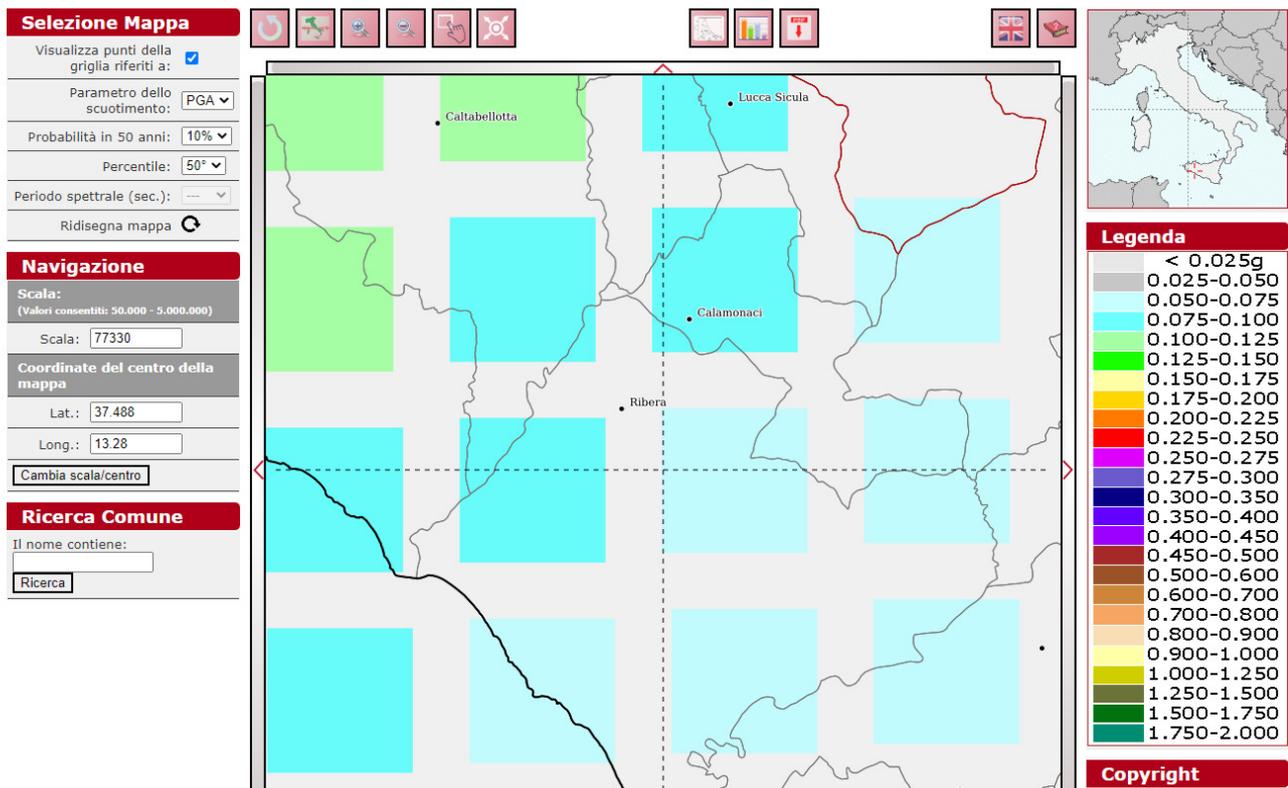
COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2								
ag	COMUNE	CODICE ISTAT	SIGLA PROV.	PROVINCIA	CLASSIFICAZIONE ex DGR 408/2003	ELABORAZIONE DRPC SICILIA (Criteri OPCM 3519/2006)	NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA	NOTE
0,0794	CALAMONACI	19084006	AG	AGRIGENTO	2	3	2	Mantiene la categoria con rischio più elevato
0,0833	RIBERA	19084033	AG	AGRIGENTO	2	3	2	Mantiene la categoria con rischio più elevato

MAPPE DI PERICOLOSITA' SISMICA



Modello di pericolosità sismica MPS04-S1





Per la definizione sismica del suolo di fondazione, sono state effettuate, n°5 prove sismiche di tipo HVSR, in corrispondenza dei siti sui quali andranno posizionati gli aerogeneratori.

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo V_{seq} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tali registrazioni devono essere effettuate, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee. Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{s30} .

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è stata eseguita per risalire al valore della V_{seq} e la frequenza di risonanza dei terreni, consentendo una microzonizzazione sismica dell'area, con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento, al fine di definire una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 1).

- SPECIFICHE TECNICHE -

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 Hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

- Specifiche geofoni -

- Frequenza naturale: $2 \pm 0,75$ Hz
- Resistenza della bobina a $25^\circ \text{C} \pm 5\%$: 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm $\pm 10\%$: 2 V / in / sec
- Massa $\pm 5\%$: 23 g

L'elaborazione sismica è stata fatta con il software Easy HVSR della GEOSTRU che permette l'analisi del rapporto spettrale dei microtremori con registrazioni a stazione singola. La semplicità d'uso e la velocità di esecuzione dei calcoli, consente di ottenere risultati immediati nella stima di: frequenza di risonanza, profilo stratigrafico e velocità delle onde di taglio equivalente V_{s30} . Il tutto secondo le direttive suggerite dal progetto SESAME.

Il software importa file *SEG2*, *SAF* e *ASCII*.

E' possibile scegliere i vari modi in cui trattare i dati, scegliendo i metodi più opportuni per la somma direzionale delle tracce nelle direzioni orizzontali, per il lisciamento dati e per la banda di frequenza da analizzare.

Tra le somme direzionali a disposizione è infatti possibile scegliere dalla più semplice media aritmetica alla media quadratica o geometrica. Tra i metodi per il lisciamento dei dati, suggeriti dal progetto SESAME, si possono scegliere: Konno & Ohmachi, Triangolare costante e Triangolare proporzionale. Si possono scegliere le finestre temporali da includere ed escludere semplicemente con un segno di spunta, vedendo in tempo reale le variazioni delle modifiche apportate. Il tutto supportato dalla possibilità' di filtrare i dati in input automaticamente.

Tutti i risultati vengono rappresentati in grafici personalizzabili. I grafici a disposizione sono: le tracce nelle tre direzioni in analisi con la rappresentazione delle finestre temporali scelte; lo spettro medio delle tracce;

la mappa per la verifica della stazionarietà della registrazione; la mappa per la verifica dell'isotropia direzionale della registrazione; il rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia con la possibile sovrapposizione della curva dell'ellitticità di più modelli stratigrafici non solo del modo fondamentale ma anche di quelli superiori; la rappresentazione grafica del profilo stratigrafico; il profilo delle velocità associato alla stratigrafia.

Permette di valutare in automatico una prima stima del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento spettrale H/V registrato in situ ed analizzato per poi 'sintonizzarlo' ed affinarlo con maggiore rapidità. Si ottiene così, oltre che la frequenza naturale di vibrazione della stratigrafia tipica della tecnica HVSR, l'immediata valutazione del V_{s30} e del profilo delle velocità delle onde di taglio del modello stratigrafico ipotizzato. Sul grafico del rapporto spettrale H/V sono quindi visibili, oltre che la stessa curva H/V con il suo intervallo di fiducia, tutte le curve dell'ellitticità' dei vari modi di ciascun modello stratigrafico che l'utente può decidere di aggiungere. In questo modo si possono mettere a confronto le differenze da un punto di vista qualitativo, e va ad aggiungersi anche un confronto quantitativo con la stima della funzione di disadattamento tra la curva l'ellitticità 'fondamentale' e quella del rapporto spettrale H/V. Il tutto corredato dalle verifiche sull'affidabilità della curva H/V e del suo picco suggerite dal progetto SESAME.

Il suolo di fondazione con la profondità del substrato riferita al piano d'imposta, è stato definito, secondo quanto specificato al punto 3.2.2. del D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" sulla base della V_{seq} . Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano d'imposta delle stesse, mentre per le fondazioni indirette è riferita alla testa dei pali. Per la determinazione delle V_{seq} e delle categorie del suolo, sono state eseguite n°5 prove geofisiche sismiche (tipo HVSR), correlati con i dati derivati da un sondaggio penetrometrico di tipo leggero. I risultati dei sondaggi HVSR sono così riassunti:

WTG 1 $V_{s_{eq}} = 447,67$ m/s Suolo B;
WTG 2 $V_{s_{eq}} = 433,00$ m/s Suolo B;
WTG 3 $V_{s_{eq}} = 544,23$ m/s Suolo B;
WTG 4 $V_{s_{eq}} = 514,02$ m/s Suolo B;
WTG 5 $V_{s_{eq}} = 545,42$ m/s Suolo B.

CATEGORIA DI SUOLO “B”

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.
---	---

I risultati delle elaborazioni delle prospezioni sismiche, sono riportati in appendice nella relazione sismica.

In base alle condizioni topografiche del sito di progetto, è stata verificata l'appartenenza al tipo **T1 “Superficie pianeggiante, pendio e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”**

CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendio 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 $i > 30^\circ$

Caratterizzazione geotecnica

In questa fase di studio, per la parametrizzazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di sedime degli aerogeneratori in progetto, sono stati prelevati tre campioni di rocce rappresentative denominati C₁ WTG1- C₂ WTG4- C₃ WTG5, sui quali sono state effettuate prova di resistenza alla

compressione ed è stata effettuata una prova penetrometrica, di tipo dinamico sul sito WTG 3 (vedasi planimetria allegata).

Il penetrometro dinamico usato è il DL 30, le cui caratteristiche sono:

- Peso del maglio 30 kg;
- Altezza di caduta 20 cm;
- Peso delle aste 2,9 kg/ml;
- Sezione della punta conica 10cmq.

La prova consiste nel registrare il numero di colpi (N) necessari ad infiggere una quantità costante di 10 cm. di aste. Riportando su di un diagramma, in ascisse N ed in ordinate la profondità in metri, si ricava il profilo penetrometrico. Il sondaggio penetrometrico è stato spinto sino ad una profondità di circa 1,80 m. e successivamente interrotto, in quanto è stata riconosciuta la continuità stratigrafica dell'orizzonte calcarenitico.

Dai dati ricavati dall'interpretazione del sondaggio penetrometrico si estrapola, dall'alto verso il basso, la seguente stratigrafia:

Strato n°1 dal p.c. a – 0,70 m. terreno agrario.

Classificazione A.G.I.: sciolto

Peso di volume	$\gamma=16,44\text{KN/mc.}$
Modulo Edometrico	2,98 Mpa
Angolo d'attrito non drenato	$\phi= 28^\circ$

Strato n°2 da –0,70 m. a –1,60 m. Terreno di alterazione

Classificazione A.G.I.: Moderatamente addensato

Peso di volume	$\gamma=17,95\text{ KN/mc.}$
Modulo Edometrico	5,35 MPa
Angolo d'attrito non drenato	$\phi=31^\circ$

Strato n°3 da –1,60 m. a –1,80 m. Depositi calcarenitici

Classificazione A.G.I.: Moderatamente addensato

Peso di volume	$\gamma=18,77$ KN/mc.
Modulo Edometrico	11,51 MPa
Angolo d'attrito non drenato	$\phi=40^\circ$

Tutto questo ha permesso la definizione della stratigrafia sul sito WTG 3 e, cautelativamente dei seguenti valori geotecnici:

- Terreno agrario con livello di alterazione dal p.c. a -1,60 m da asportare
- Depositi calcarenitici terrazzati da -1,60 m a -4.00 m.

Litotipo	γ KN/mc.	Φ (°)	Modulo Edometrico KPa
Terreno agrario sino a -1,60 m	15,98	27°	2,98
Depositi calcarenitici terrazzati da – 1,60 m a – 4,00 m.	18,77	40°	11,51

In appendice sono riportate le schede di caratterizzazione geomeccanica delle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati e del sondaggio penetrometrico (p.p. WTG 3).

In assenza di dati provenienti da campioni prelevati in profondità, in questa fase di progettazione, i principali parametri geotecnici, possono essere preliminarmente definiti sulla base della comparazione dei risultati delle prove di resistenza alla compressione effettuate sui campioni prelevati e dai risultati di indagini condotte in contesti geologici simili.

WTG 1

Parametri fisico meccanici	Gessi
Peso di volume	23,24 kN/mc
Coesione non drenata	390 KN/mq
Angolo di attrito interno	35°
Carico di rottura	67,37 kN
Resistenza a compressione	15,66 Mpa

WTG2-WTG3-WTG4-WTG 5

Parametri fisico meccanici	Depositi di terrazzo marino Calcirudite -Calcarenite
Peso di volume	22,26-23,73 kN/mc
Coesione non drenata	0,13 Kg/cmq
Angolo di attrito interno	30°-40°
Carico di rottura	30,10-118,69 kN
Resistenza a compressione	7,01-27,60 Mpa

Conclusioni

La presente relazione geologica sismica, ha permesso di definire le caratteristiche geomorfologiche, idrologiche, geologiche, sismiche e geotecniche dei terreni, in rapporto all'intervento riportato in epigrafe.

Sotto l'aspetto geomorfologico, l'area ricade in corrispondenza di una zona, dove gli equilibri risultano stabili in virtù a condizioni non soggette ad evoluzione accelerata del territorio.

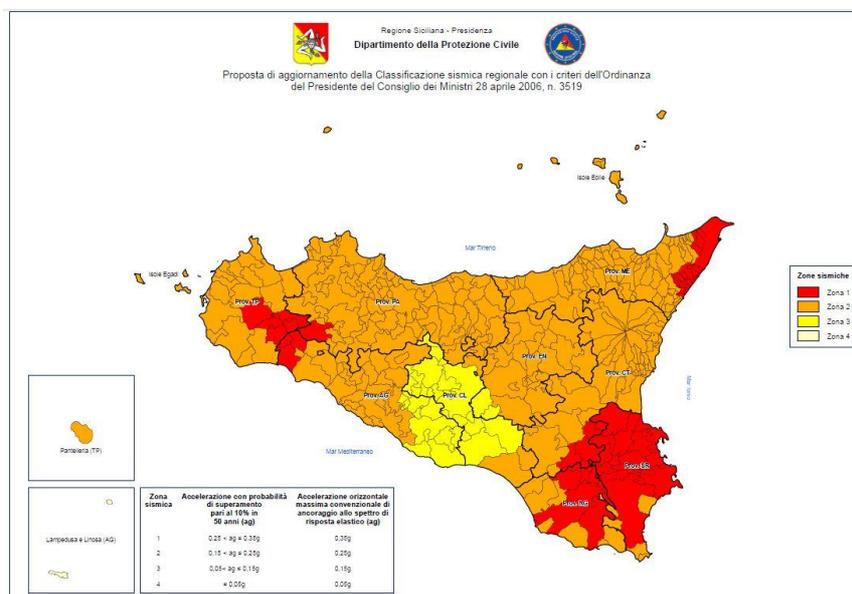
Dall'analisi della cartografia tematica allegata al **Piano per l'Assetto Idrogeologico P.A.I. 2005**, relativo al **bacino idrografico del Fiume Magazzolo**, approvato con il DPRS_n° 229 del 04.06.2007, all'interno del quale ricade il sito di pertinenza all'impianto in progetto, si evince che **i lotti studiati non ricadono** nelle aree individuate come **siti d'attenzione**, o per le quali è stata riconosciuta una **pericolosità idraulica e di frana** P1-P2-P3 (elevata)-P4(molto elevata) e/o un **rischio idraulico e di frana** R1-R2-R3 (elevato)-R4 (molto elevato). Soltanto il sito dove è previsto l'insediamento dell'aerogeneratore denominato WTG2 si trova nelle immediate vicinanze di un limitato corpo di frana inattivo, del tipo colamento lento. Su questo e sugli altri siti, oltre le indagini geognostiche definite nelle successive prescrizioni sono previste, in fase di progetto esecutivo, le verifiche di stabilità dei versanti interessati.

L'area di progetto, non ricade all'interno di Siti di Interesse Comunitario (SIC), in Zone di Protezione Speciale (ZPS) (GURS Parte I n°31 del 22/07/2005) e all'interno di aree IBA (Important Bird Areas). I siti di progetto ricadono all'interno del territorio dei Comuni di Ribera e Calamonaci e sono sottoposti a Vincolo Idrogeologico (R.D. n° 3267 del 30/12/1923).

Viene sottolineata, inoltre, l'assenza di linee di deflusso superficiale e delle conseguenti azioni di ruscellamento. Le acque meteoriche in seno ai lotti interessati dalle opere in progetto, saranno allontanate attraverso un idoneo sistema di smaltimento.

L'assetto morfologico generale dell'area, risulta caratterizzato da un versante sub-pianeggiante, vergente verso mare, dove ad oggi, gli equilibri sono stabili in virtù a condizioni non soggette ad evoluzione accelerata del territorio.

Nel 2021, in seguito a segnalazioni da parte di alcuni Ordini Professionali nonché da diversi comuni della Provincia di Agrigento e Caltanissetta, si è appurata l'incongruenza tra la classificazione sismica nazionale e quella vigente nel territorio della Sicilia. A seguito delle opportune verifiche e acquisiti i necessari riscontri tecnici, il Dipartimento Regionale Protezione Civile Sicilia ha elaborato una proposta di aggiornamento (Delibera n. 81 del 24/02/2022) della vigente classificazione sismica regionale, attraverso l'applicazione dei criteri esposti all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519.



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	0,25 < ag ≤ 0,35g	0,35g
2	0,15 < ag ≤ 0,25g	0,25g
3	0,05 < ag ≤ 0,15g	0,15g
4	≤ 0,05g	0,05g

Sulla base della proposta di aggiornamento, i territori di Calamonaci e Ribera mantengono l'originaria categoria ma con rischio più elevato. Calamonaci con ag 0,0794 e Ribera ag 0,0833.

Il suolo di fondazione, secondo quanto specificato al punto 3.2.2. del D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" sulla base della V_{seq} misurata attraverso le prove HVSR, è definito appartenere al **suolo di tipo 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.”

In base alle condizioni topografiche dei siti di progetto, è stata verificata l'appartenenza al tipo **T1** **“Superficie pianeggiante, pendio e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”**.

In questa fase di studio, la parametrizzazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di sedime degli aerogeneratori (**WTG**) in progetto, sono i seguenti:

WTG 1

Parametri fisico meccanici	Gessi
Peso di volume	23,24 kN/mc
Coesione non drenata	390 KN/mq
Angolo di attrito interno	35°
Carico di rottura	67,37 kN
Resistenza a compressione	15,66 Mpa

WTG2-WTG3-WTG4-WTG5

Parametri fisico meccanici	Depositi di terrazzo marino Calcirudite -Calcarenite
Peso di volume	22,26-23,73 kN/mc
Coesione non drenata	0,13 Kg/cm ^q
Angolo di attrito interno	30°-40°

Carico di rottura	30,10-118,69 kN
Resistenza a compressione	7,01-27,60 Mpa

La scelta e il dimensionamento delle opere di fondazione da adottare per la realizzazione degli impianti in progetto, dovranno essere effettuate in sede di progettazione esecutiva, dopo aver effettuato una campagna di indagini geognostiche (dirette e/o indirette) in situ per ogni singola torre eolica, che prevede il prelievo di campioni di rocce e terre, da sottoporre ad analisi di laboratorio. Pertanto, in fase di progettazione esecutiva, si rende necessario approfondire il presente studio geologico, con un adeguato piano d'investigazione costituito da sondaggi a carotaggio continuo, dai quali si evidenzierà la successione litologica.

Correlando tra loro le colonne litologiche ottenute dai vari sondaggi, si otterrà una sezione stratigrafica significativa per la reale situazione del sottosuolo.

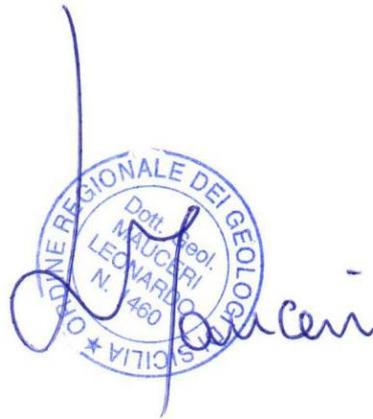
Durante i sondaggi, sarà opportuno prelevare dei campioni significativi dei terreni attraversati, da analizzare con prove geotecniche di laboratorio. Nel caso durante le perforazioni si individuasse presenza di acqua, si dovranno posizionare dei piezometri, ed eseguire accertamenti idraulici in foro. In ogni sondaggio poi verranno effettuate ulteriori prove sismiche per verificare le $V_{s_{eq}}$ registrate in questa fase di progettazione.

Infine le acque di ruscellamento devono essere regimentate con appositi sistemi di drenaggio superficiale, senza alterare il normale deflusso, al fine di garantirne l'allontanamento ed evitare che siano intercettate dalle opere in progetto.

In conclusione, a seguito delle risultanze dello studio effettuato e delle conoscenze acquisite sul territorio, si definisce la fattibilità del progetto per quanto attiene la compatibilità geomorfologica, idrogeologica, geologica e sismica.



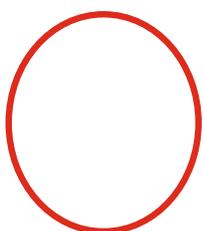
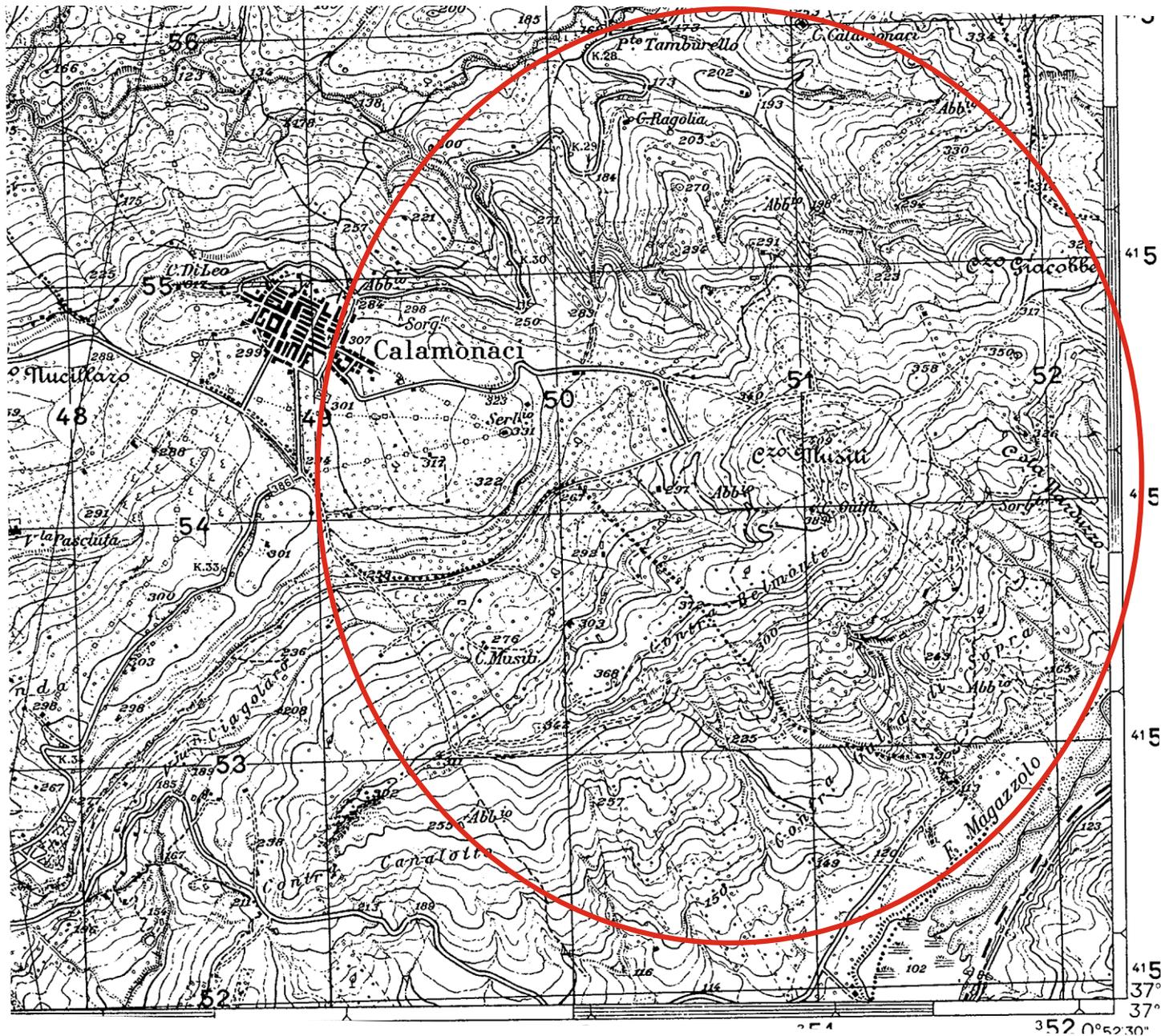
Dott. Geol. Leonardo Mauceri



ALLEGATI

Corografia

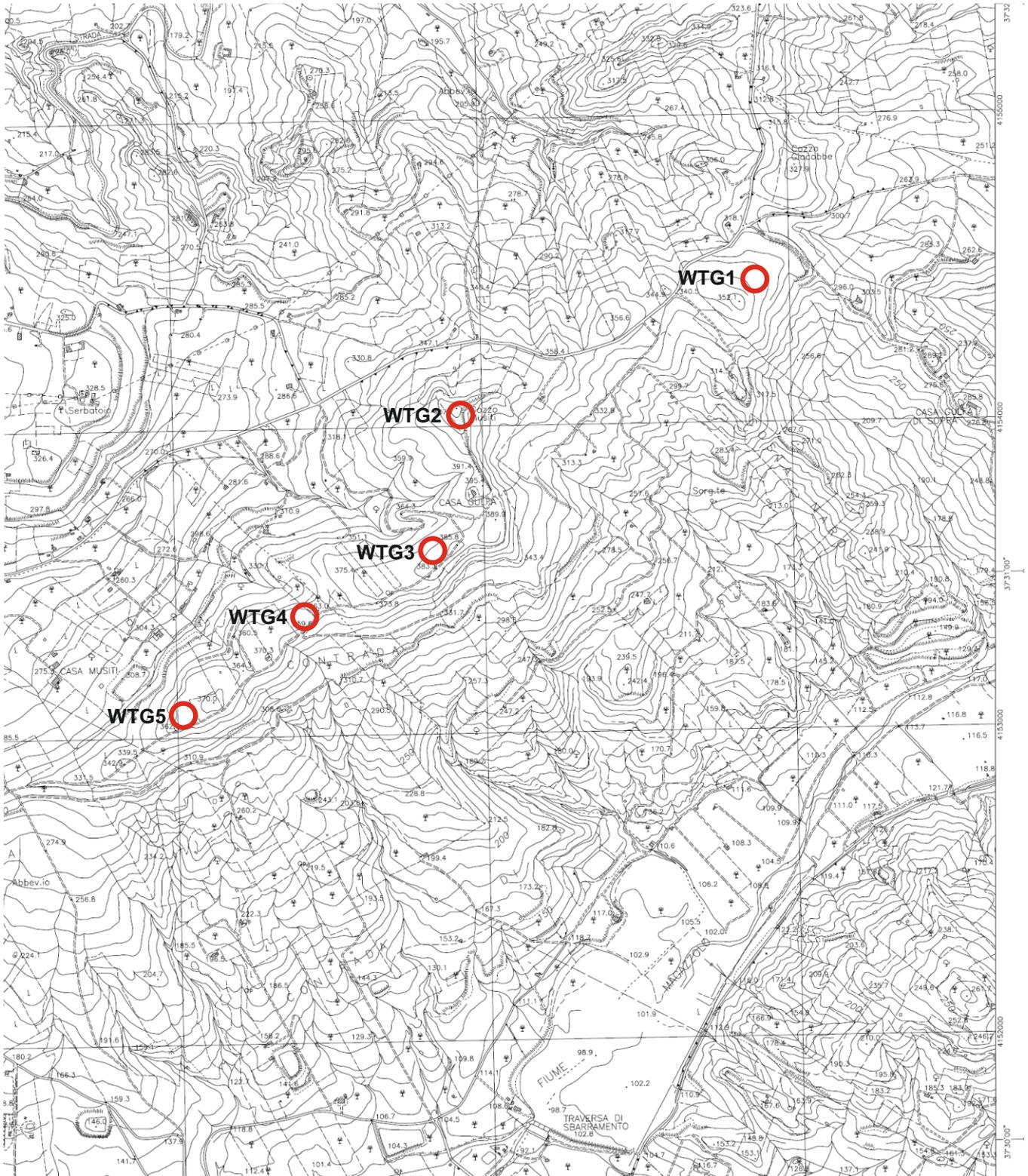
Carta d'Italia alla scala 1:25.000 Foglio 266 I S.O. «Caltabellotta»



Area di Progetto

Stralcio Aerofotogrammetrico

Scala 1:10.000

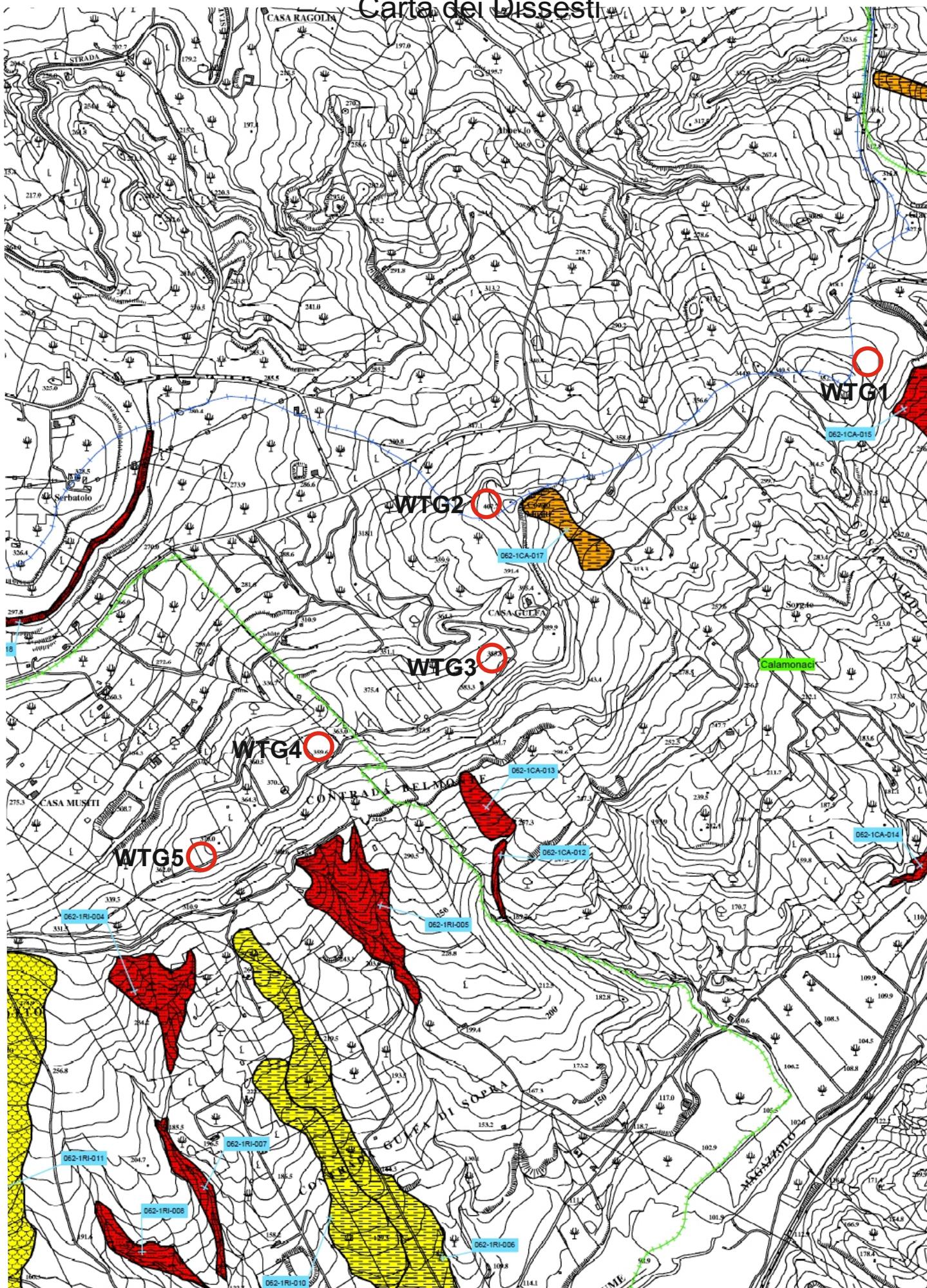


WTG5  Aerogeneratore

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico

Bacino Idrografico del F. Magazzolo e area territoriale fra i bacini del Fiume Platani e del Fiume Magazzolo

Carta dei Dissesti





Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L.267/98 e ss. mm. ii.)

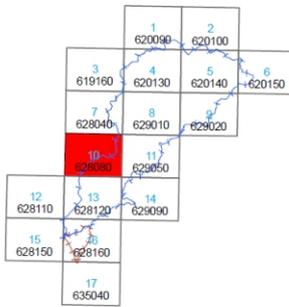
Bacino Idrografico del Fiume Magazzolo (062) e area territoriale tra i Bacini del F. Platani e del Fiume Magazzolo



CARTA DEI DISSESTI N° 10

COMUNI DI: CALAMONACI-LUCCA SICULA-RIBERA

Scala 1:10.000



Anno 2006

LEGENDA

TIPOLOGIA

-  Crollo e/o ribaltamento
-  Colamento rapido
-  Sprofondamento
-  Scorrimento
-  Frana complessa
-  Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
-  Colamento lento
-  Area a franosità diffusa
-  Deformazione superficiale lenta
-  Calanco
-  Dissesti conseguenti ad erosione accelerata
-  Sito di attenzione

STATO DI ATTIVITA'

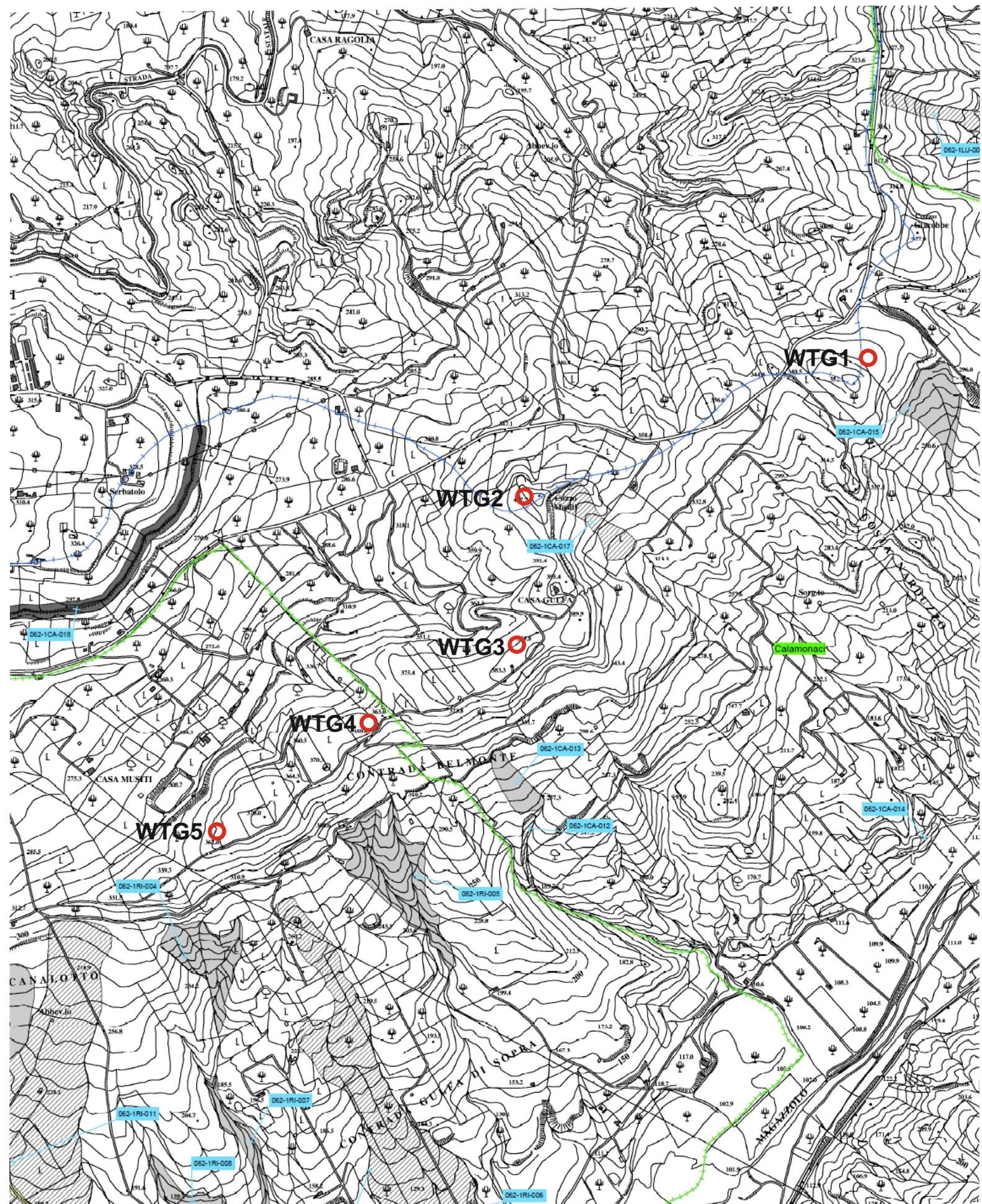
-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente
-  Stabilizzato artificialmente o naturalmente

-  Limite bacino idrografico
-  Limite area territoriale
tra i Bacini del F. Platani e del Fiume Magazzolo
-  Limite comunale

Piano Stralcio di Bacino Idrogeologico

Bacino Idrografico del F. Magazzolo e area territoriale fra i bacini del F. Platani e del F. Magazzolo

Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfológico





Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L.267/98 e ss. mm. ii.)

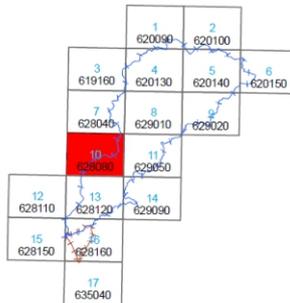
**Bacino Idrografico del Fiume Magazzolo (062)
e area territoriale
tra i Bacini del F. Platani e del Fiume Magazzolo**



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 10

COMUNI DI: CALAMONACI-LUCCA SICULA-RIBERA

Scala 1:10.000



Anno 2006

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

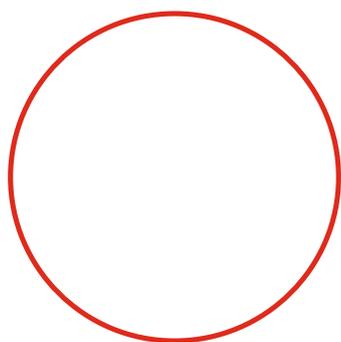
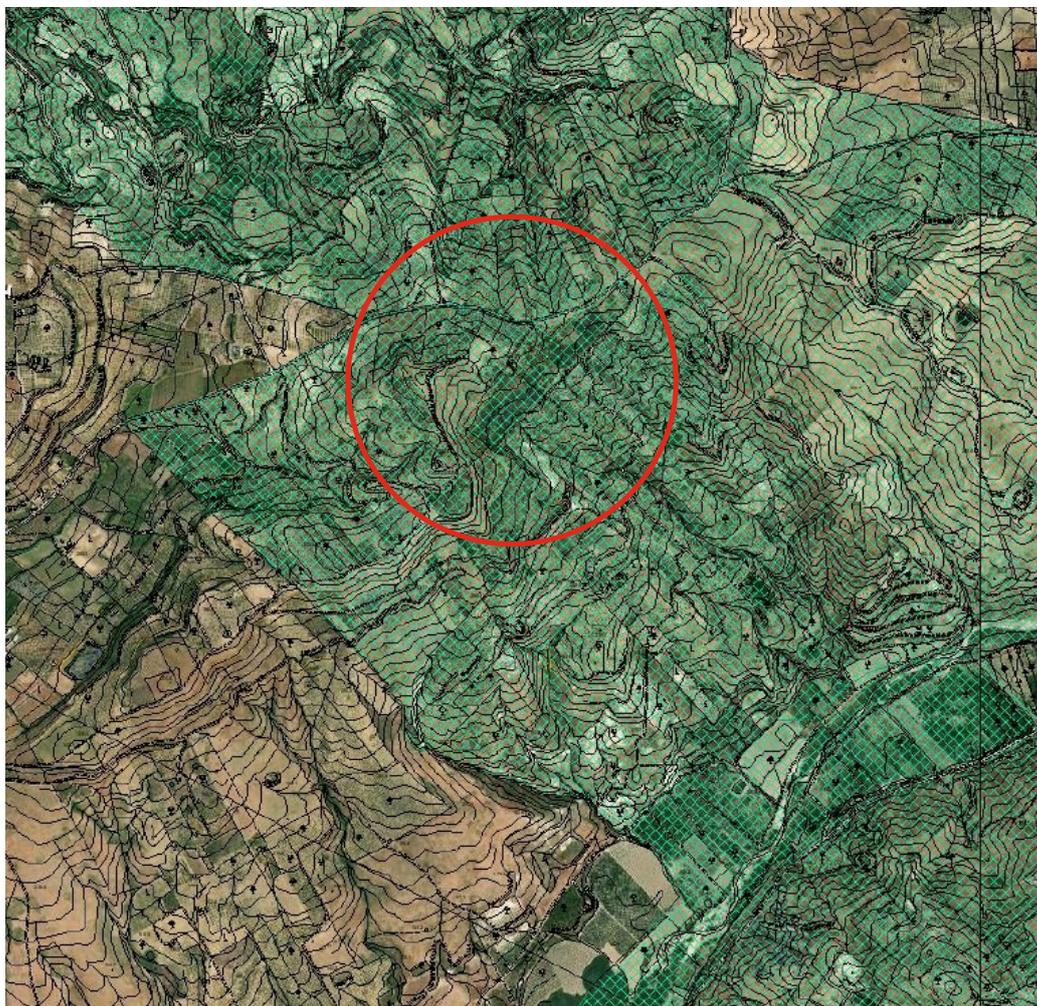
-  P0 basso
-  P1 moderato
-  P2 medio
-  P3 elevato
-  P4 molto elevato
-  Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

-  R1 moderato
-  R2 medio
-  R3 elevato
-  R4 molto elevato

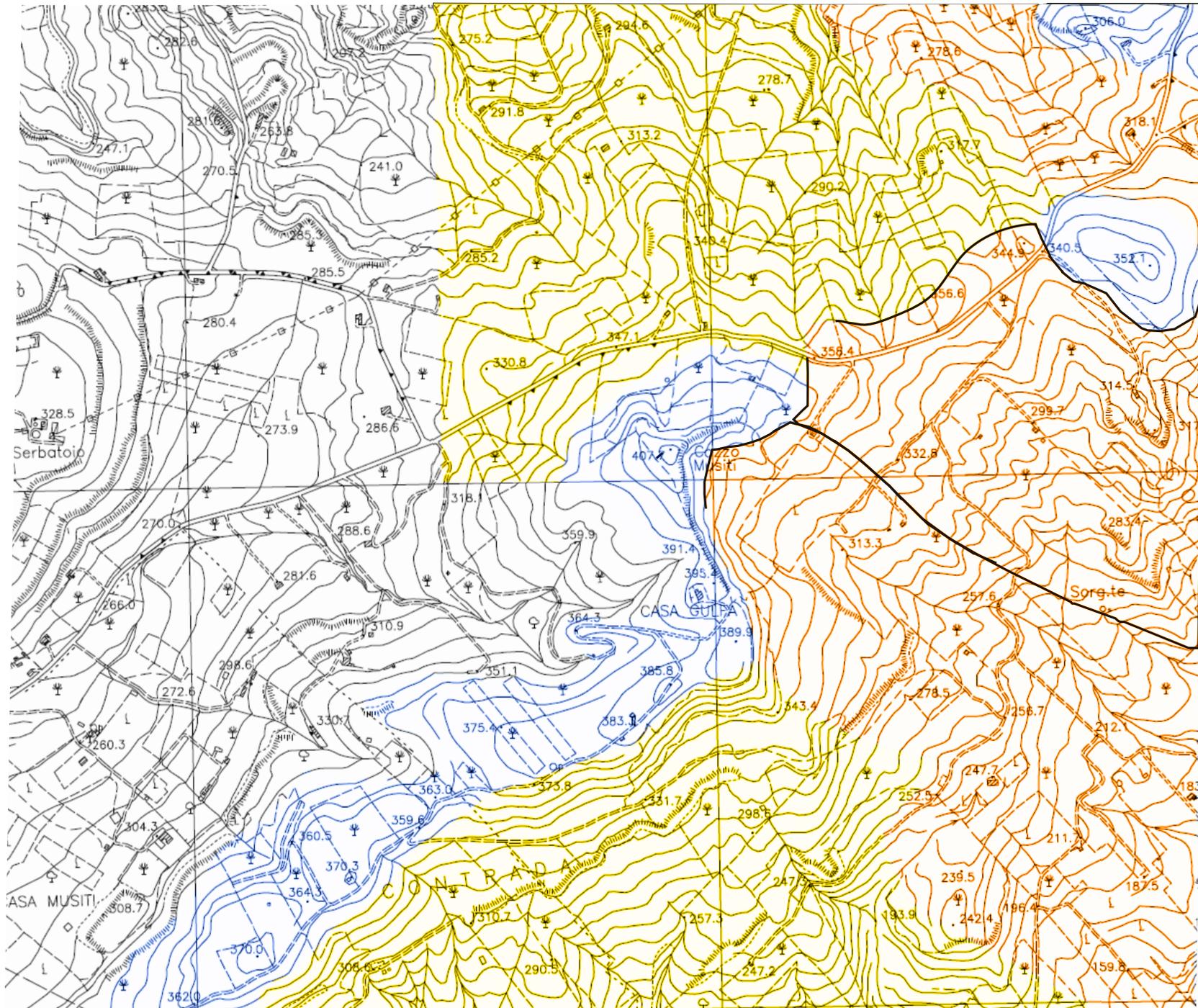
-  Limite bacino idrografico
-  Limite area territoriale
tra i Bacini del F. Platani e del Fiume Magazzolo
-  Limite comunale

Stralcio della Carta del Vincolo Idrogeologico (R.D. n°3267 del 30/12/1923)



Area di Progetto

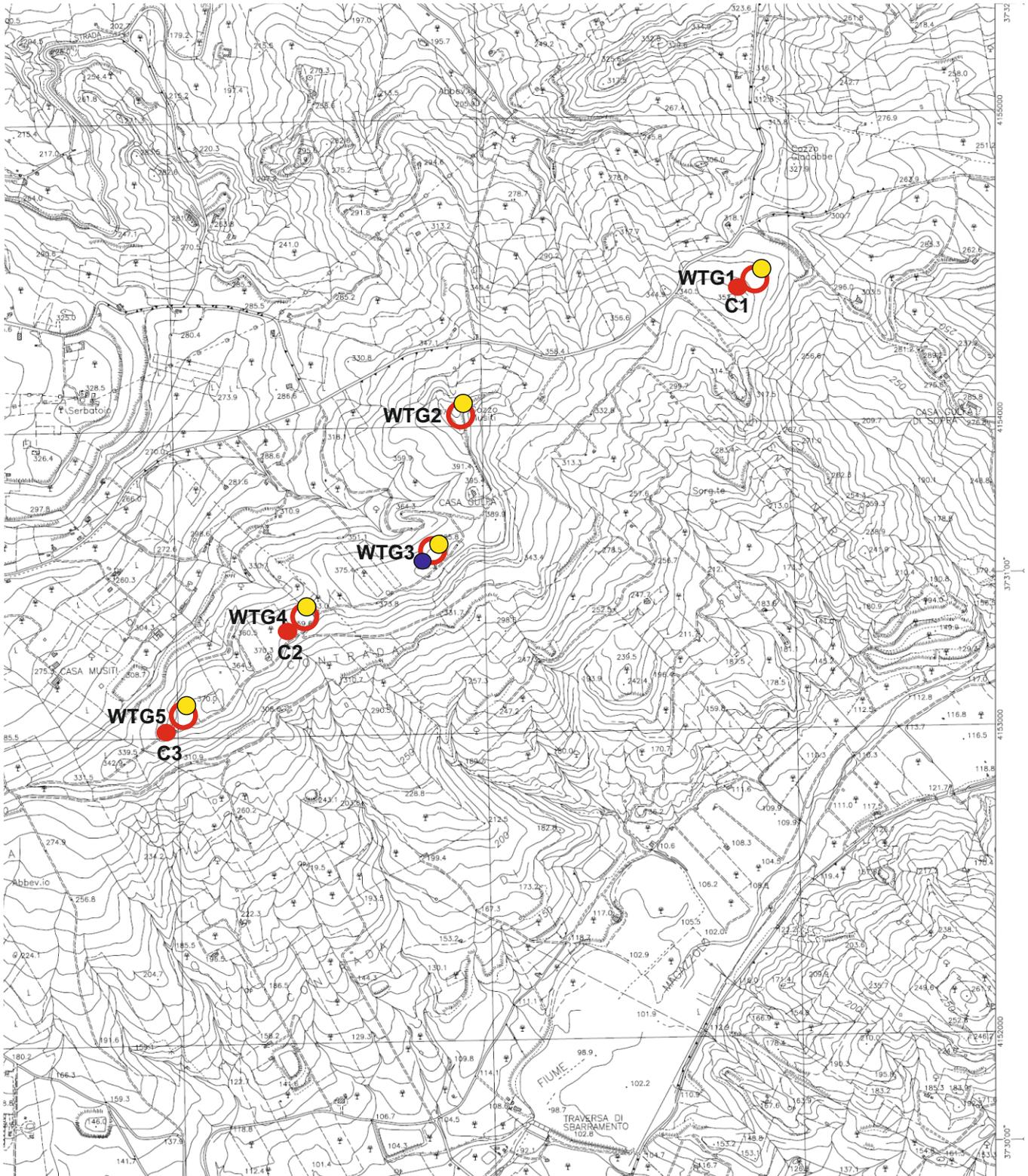
Carta della Permeabilità Scala 1:10.000



-  Unità permeabili per porosità primaria
-  Unità permeabili per fratturazione e carsismo
-  Unità impermeabili

Carta Ubicazione Sondaggi

Scala 1:10.000



● Sondaggio Penetrometrico

● Sondaggio Sismico HVSR

● Campione di roccia C1

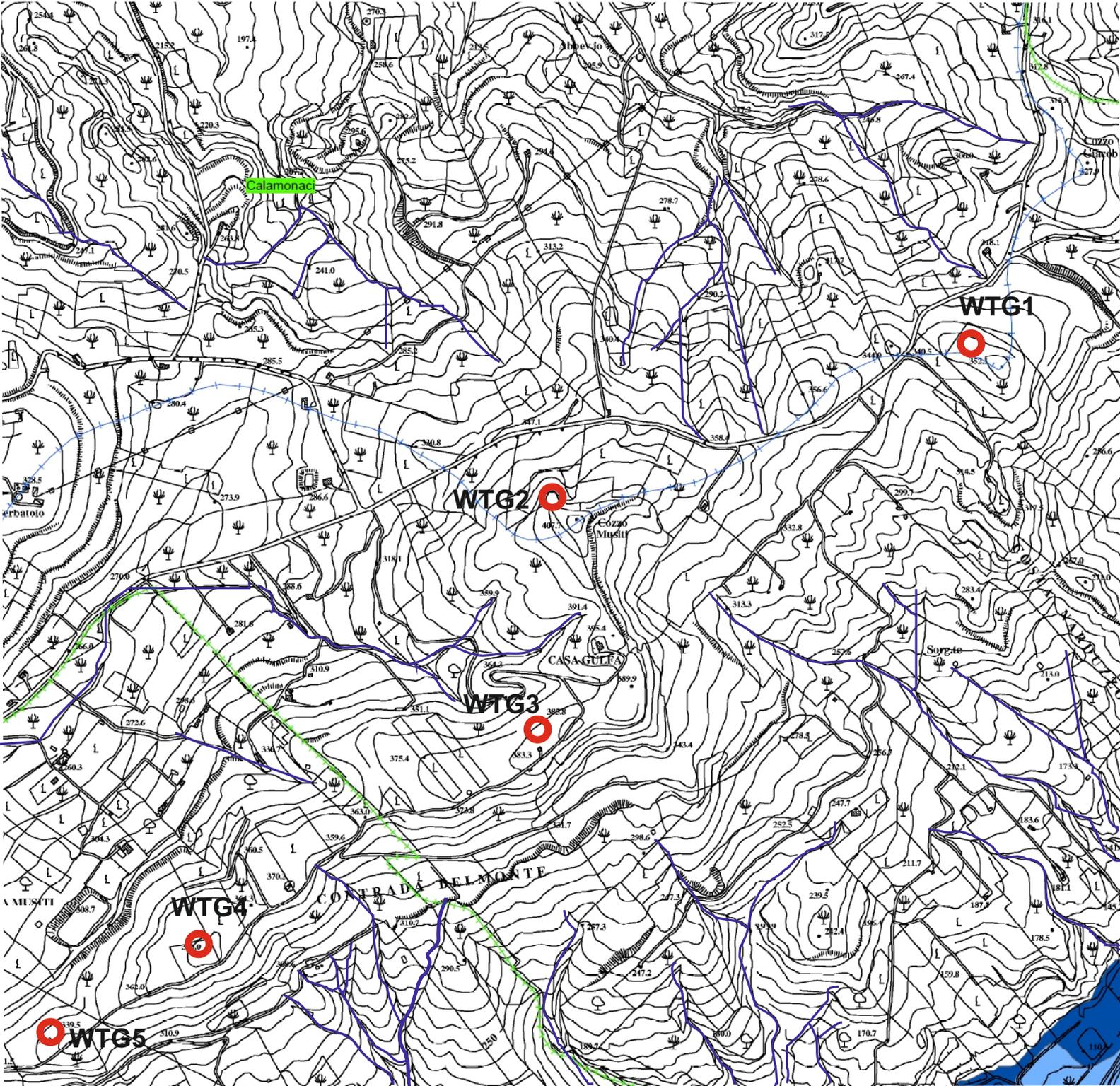
WTG1



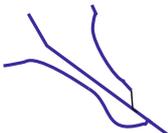
Aerogeneratore

Carta del Reticolo Idrografico

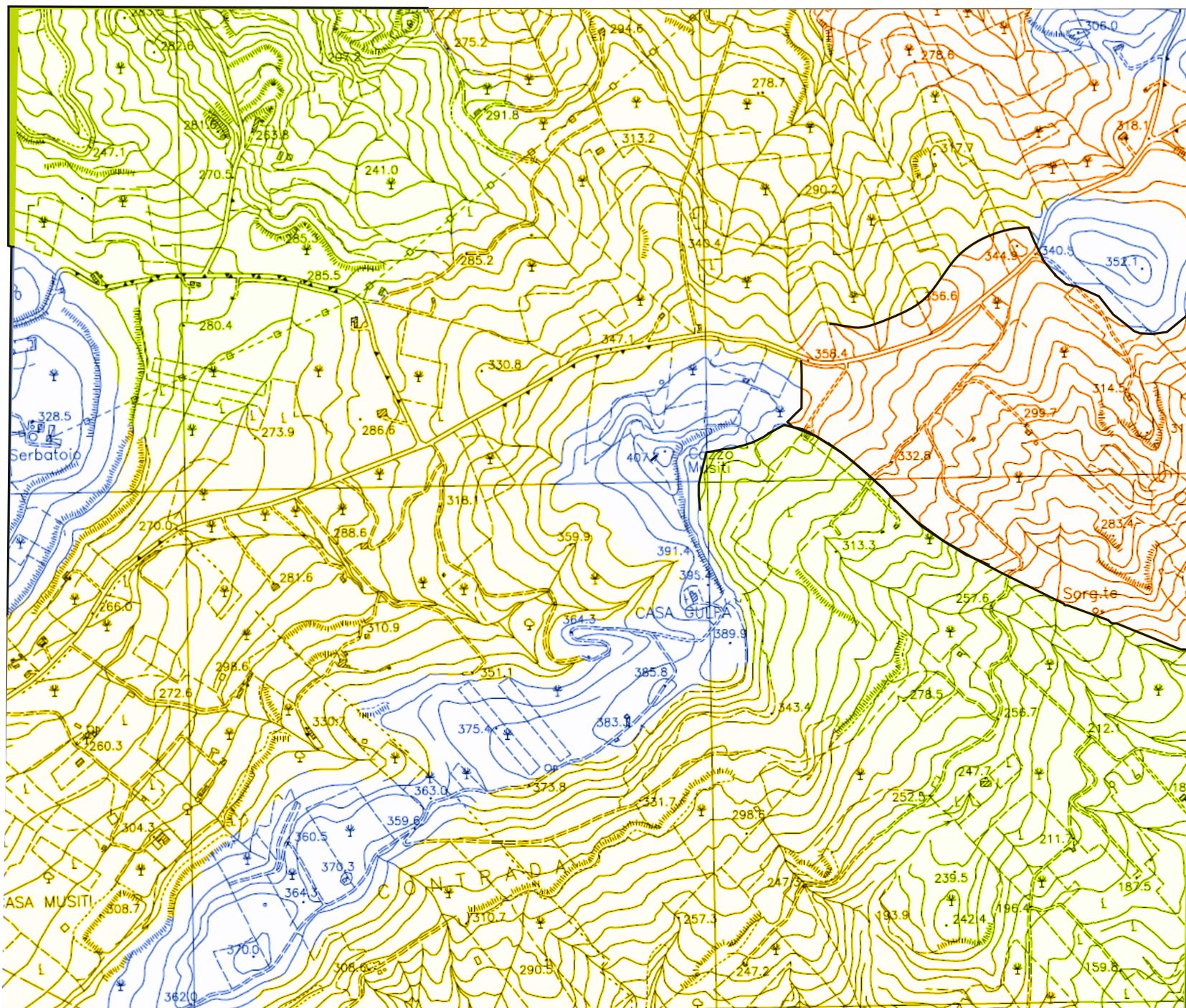
Scala 1:10.000



WTG1
 Aerogeneratore

 Reticolo idrografico

Carta Geologica



-  Terrazzo marino
Conglomerati, calcareniti e sabbie terrazzati (Pleistocene Medio Superiore)
-  Formazione di Monte Narbone
Argille marnose (Pliocene Medio Superiore)
-  Trubi
Calcarei marnosi ben stratificati (Pliocene inferiore)
-  Complesso Evaporitico Inferiore
Gessi microcristallini intercalati a livelli argillosi risedimentati (Messiniano)

Scala 1:10.000



RELAZIONE SISMICA



Studio Geologico
geol. Leonardo Mauceri
C.FISC: MCRLRD64D28f655F
P.IVA: 01945310843

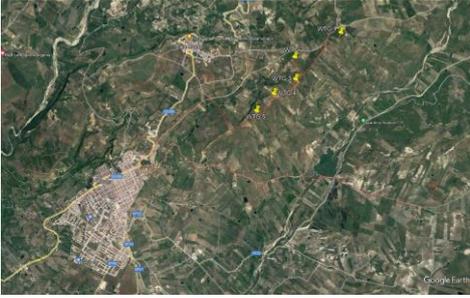
Studio Geologico
Geol. Maurizio Miceli
C.FISC: MCLMRZ64C30A089X

Via: Olanda, 15
92010 Montevago - Agrigento
Tel: 0925/38573 - 3383059800 - 3473552528
Fax: 0925/38573
Email: geologomauceri@gmail.com
info@maucerigeologo.it
Pec: geologomauceri@pec.epap.it
Web: www.maucerigeologo.it

Via Papa Luciani 31
Agrigento
Cell. 3331178864
Email: geomaumi@yahoo.it

Indagine geognostica e relazione geologica, geotecnica e sismica relativa alla progettazione di impianti eolici da realizzare nei Comuni di Ribera e Calamonaci (AG).



 	Data: 05 gennaio 2023
	Il committente: NPD Italia II S.r.l. con sede in Milano, Via San Marco 2, cap. 20121
	I Tecnici 
	Il Progettista
Indagine geofisica tramite tecnica HVSR	



Premessa

I	ID WTG	Coordinate decimali	Coordinate UTM (WGS84)	Comune
	1	Lat 37.525189; Long. 13.323875	Coord. Est: 351891.465 Coord. Nord 4154455.658	Calamonaci

sottoscritti, **geol. Maurizio Miceli** con Studio Geologico in Agrigento nella Via Papa Luciani e il **geol. Leonardo Mauceri** con Studio Geologico in Montevago (AG) nella Via Olanda n. 15; a seguito dell'incarico del **Dott. Stefano Pieroni legale Rappresentante della Soc. NPD Italia II S.r.l.** con sede in Milano, Via San Marco 2, 20121, C.F. P.iva e Iscrizione al Registro Imprese n. 11987560965, hanno redatto la presente relazione sismica con il supporto delle indagini HVSR eseguite in ogni punto di collocazione delle pale eoliche, denominate WTG1, WTG2, WTG3, WTG4 e WTG5, ricadenti nei comuni di Ribera e Calamonaci in provincia di Agrigento (fig. 1). Catastralmente ricadono sui fogli di mappa e particelle riportati in tabella 1.

ID WTG	Comune	Fg.	Part.
1	CALAMONACI	18	12
2	CALAMONACI	18	291
3	CALAMONACI	18	71
4	RIBERA	11	106
5	RIBERA	11	24

Tabella 1

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento WGS84:

ID WTG	Nord	Est.	Comune
1	37°31'30.68"N	13°19'25.95"E	CALAMONACI
2	37°31'17.07"N	13°18'44.73"E	CALAMONACI
3	37°31'2.55"N	13°18'44.81"E	CALAMONACI
4	37°30'55.47"N	13°18'26.05"E	RIBERA
5	37°30'44.34"N	13°18'10.12"E	RIBERA



2	Lat. 37.521428 Long. 13.312661	Coord. Est: 350892.993 Coord. Nord 4154056.076	Calamonaci
3	Lat. 37.517408; Long. 13.312306	Coord. Est: 350853.616 Coord. Nord 4153610.598	Calamonaci
4	Lat. 37.515233; Long. 13.3071	Coord. Est: 350389.168 Coord. Nord 4153377.538	Ribera
5	Lat. 37.512447; Long. 13.302753	Coord. Est: 349999.393 Coord. Nord 4153075.340	Ribera

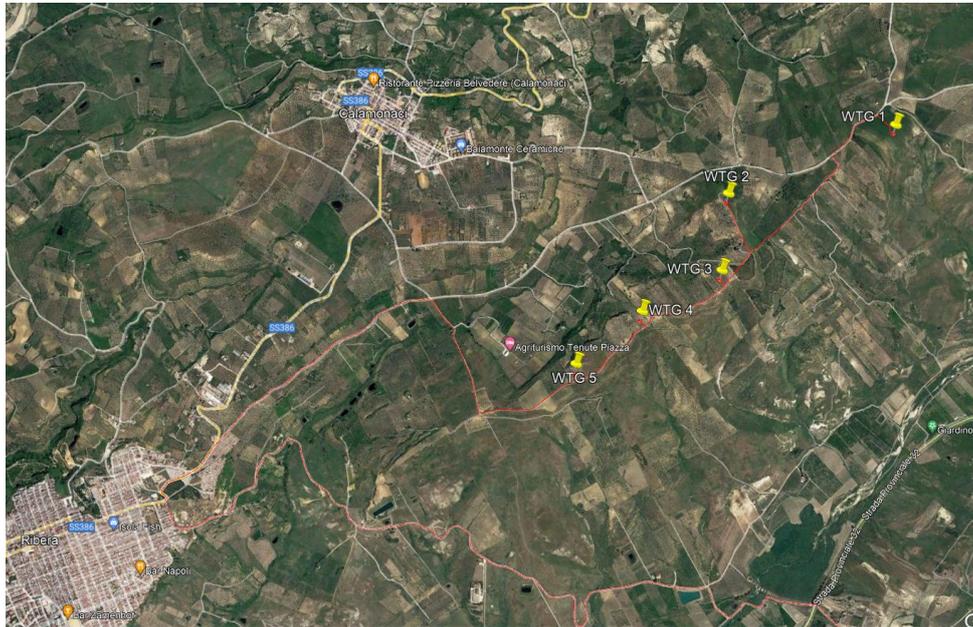




Fig. 1 - Localizzazione geografica del sito

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione devono essere effettuate, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo



corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

La presente è stata redatta in ottemperanza al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 (Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde V_s a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è stata eseguita per risalire al valore del $V_{s,eq}$ e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle



strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 2).

- SPECIFICHE TECNICHE -

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

Fig. 2



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

- Specifiche geofoni -

- Frequenza naturale: $2 \pm 0,75$ Hz
- Resistenza della bobina a $25^\circ \text{C} \pm 5\%$: 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm $\pm 10\%$: 2 V / in / sec
- Massa $\pm 5\%$: 23 g

L'elaborazione sismica è stata fatta con il software Easy HVSR della GEOSTRU che permette l'analisi del rapporto spettrale dei microtremori con registrazioni a stazione singola. La semplicità d'uso e la velocità di esecuzione dei calcoli, consente di ottenere risultati immediati nella stima di: frequenza di risonanza, profilo stratigrafico e velocità delle onde di taglio equivalente Vs30. Il tutto secondo le direttive suggerite dal progetto SESAME.

Il software importa file *SEG2*, *SAF* e *ASCII*.

Personalizzazione dell'analisi:

E' possibile scegliere i vari modi in cui trattare i dati, scegliendo i metodi più opportuni per la somma direzionale delle tracce nelle direzioni orizzontali, per il liscio dei dati e per la banda di frequenza da analizzare.



Tra le somme direzionali a disposizione è infatti possibile scegliere dalla più semplice media aritmetica alla media quadratica o geometrica. Tra i metodi per il lisciamento dei dati, suggeriti dal progetto SESAME, si possono scegliere: Konno & Ohmachi, Triangolare costante e Triangolare proporzionale. Si possono scegliere le finestre temporali da includere ed escludere semplicemente con un segno di spunta, vedendo in tempo reale le variazioni delle modifiche apportate. Il tutto supportato dalla possibilità' di filtrare i dati in input automaticamente.

Visualizzazione dei dati:

Tutti i risultati vengono rappresentati in grafici personalizzabili. I grafici a disposizione sono: le tracce nelle tre direzioni in analisi con la rappresentazione delle finestre temporali scelte; lo spettro medio delle tracce;

la mappa per la verifica della stazionarietà della registrazione; la mappa per la verifica dell'isotropia direzionale della registrazione; il rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia con la possibile sovrapposizione

della curva dell'ellitticità di più modelli stratigrafici non solo del modo fondamentale ma anche di quelli superiori; la rappresentazione grafica del profilo stratigrafico; il profilo delle velocità' associato alla stratigrafia.

Risultati:

Permette di valutare in automatico una prima stima del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento spettrale H/V registrato in situ ed analizzato per poi 'sintonizzarlo' ed affinarlo con maggiore rapidità. Si ottiene così, oltre che la frequenza naturale di vibrazione della stratigrafia tipica della tecnica HVSR, l'immediata valutazione del Vs30 e del profilo delle velocità delle onde di taglio del modello stratigrafico ipotizzato. Sul grafico del rapporto spettrale H/V sono quindi visibili, oltre che la stessa curva H/V con il suo intervallo di fiducia, tutte le curve dell'ellitticità dei vari modi di ciascun modello stratigrafico che l'utente può decidere di aggiungere. In questo modo si possono mettere a confronto le differenze da un punto di vista qualitativo, e va ad aggiungersi anche un confronto quantitativo con la stima della funzione di disadattamento tra la curva l'ellitticità 'fondamentale' e quella del rapporto spettrale H/V. Il tutto corredato dalle verifiche sull'affidabilità della curva H/V e del suo picco suggerite dal progetto SESAME.

Dati generali

Nome progetto: Indagine geognostica e relazione geologica, geotecnica e sismica relativa alla progettazione di impianti eolici da realizzare nei Comuni di Ribera e Calamonaci (AG).



Committente: *NPD Italia II S.r.l. con sede in Milano, Via San Marco 2, cap. 20121*
Cantiere: Calamonaci e Ribera
Località: Parco Eolico “Belmonte”
Operatore: geologo Leonardo Mauceri – geologo Maurizio Miceli
Responsabile: geologo Leonardo Mauceri - geologo Maurizio Miceli
Data: 28/12/2022 00:00:00

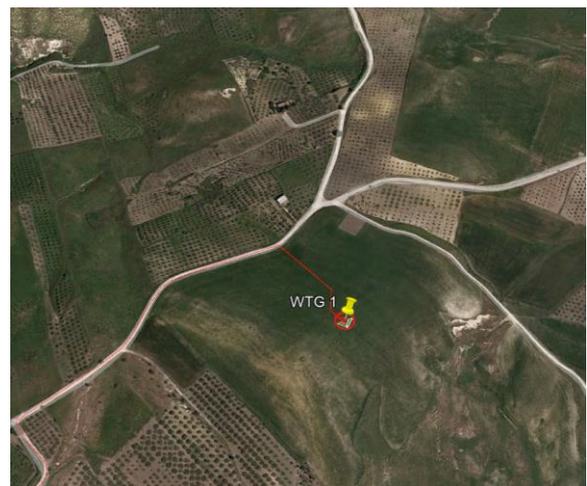
Al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico l’area di progetto, sono state eseguite delle Indagine geofisiche tramite tecnica HVSR, dove di seguito si riportano i report elaborati con il software EASY HVSR della Geostru.

Si ritiene, che in sede esecutiva oltre alle indagini dirette con sondaggi verticali a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di 30/35 m, si devono eseguire delle indagini sismiche del tipo Masw e del tipo a Rifrazione, da correlare con le HVSR, in modo da caratterizzare sia dal punto di vista sismico che geologico-stratigrafico ogni sito dove ricadono le pale eoliche.

Ovviamente, le indagini devono essere comprensive delle prove di laboratorio geotecnico per un quadro completo dal punto di vista geomeccanico. In questa fase sono state eseguite delle prove di compressione uniassiale su dei campioni prelevati in pozzetti ed affioramenti esistenti, al fine di avere una prima caratterizzazione geotecnica.



REPORT SONDAGGI SISMICI HVSR DENOMINATI: WTG1, WTG2, WTG3, WTG4, WTG



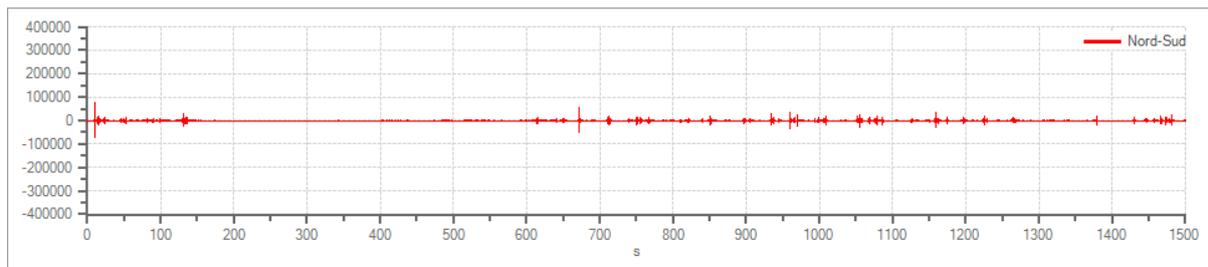
Postazione sismica WTG 1

Tracce in input

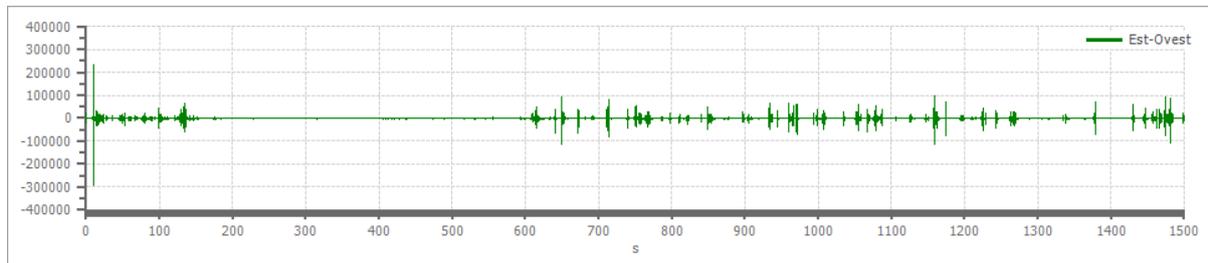
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1500 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	375000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

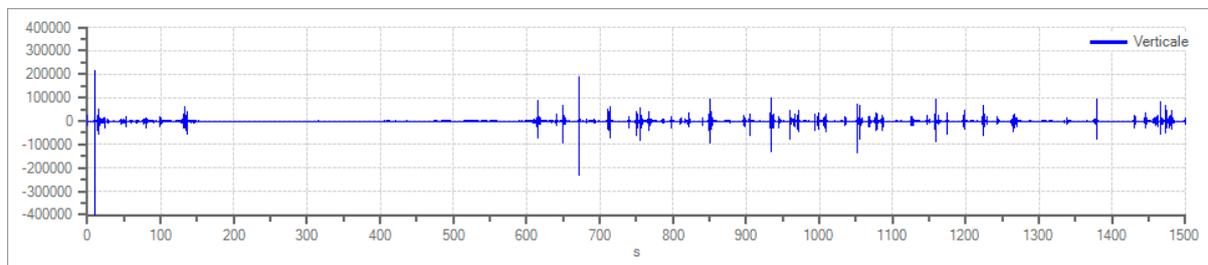
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 74
Numero finestre incluse nel calcolo: 74
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamo: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamo: 30.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa

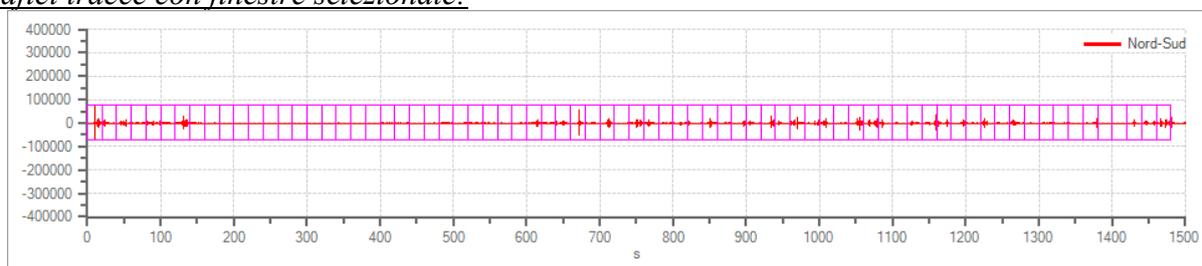


10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa

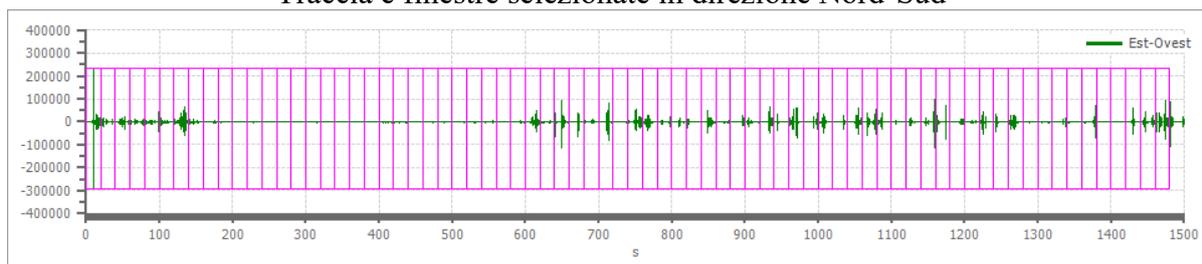


59	1160	1180	Inclusa
60	1180	1200	Inclusa
61	1200	1220	Inclusa
62	1220	1240	Inclusa
63	1240	1260	Inclusa
64	1260	1280	Inclusa
65	1280	1300	Inclusa
66	1300	1320	Inclusa
67	1320	1340	Inclusa
68	1340	1360	Inclusa
69	1360	1380	Inclusa
70	1380	1400	Inclusa
71	1400	1420	Inclusa
72	1420	1440	Inclusa
73	1440	1460	Inclusa
74	1460	1480	Inclusa

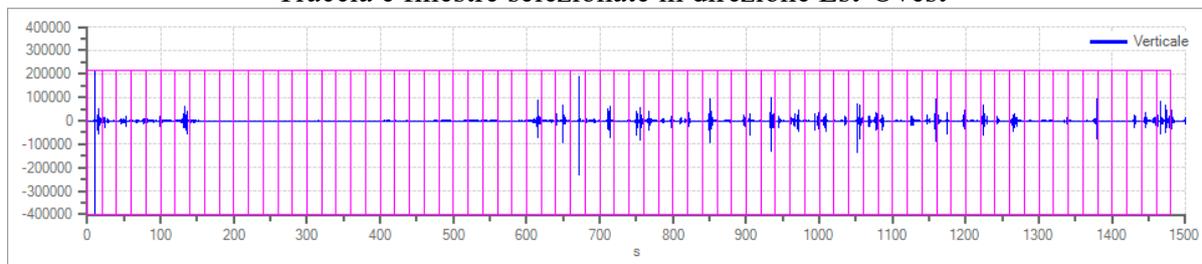
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

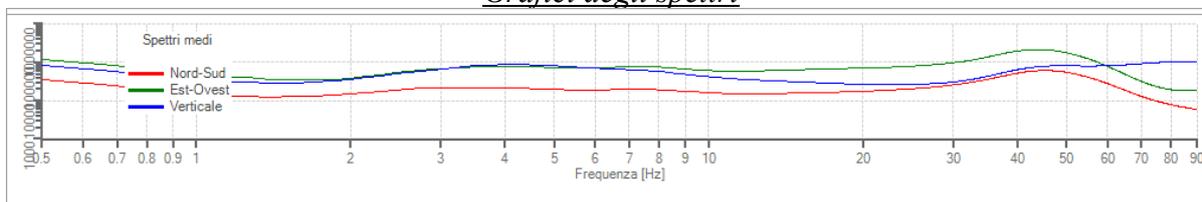


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

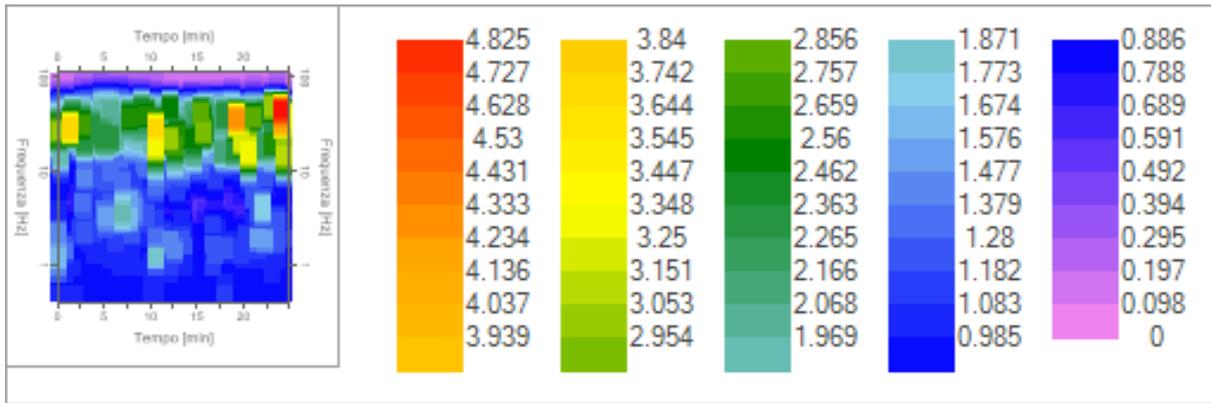


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

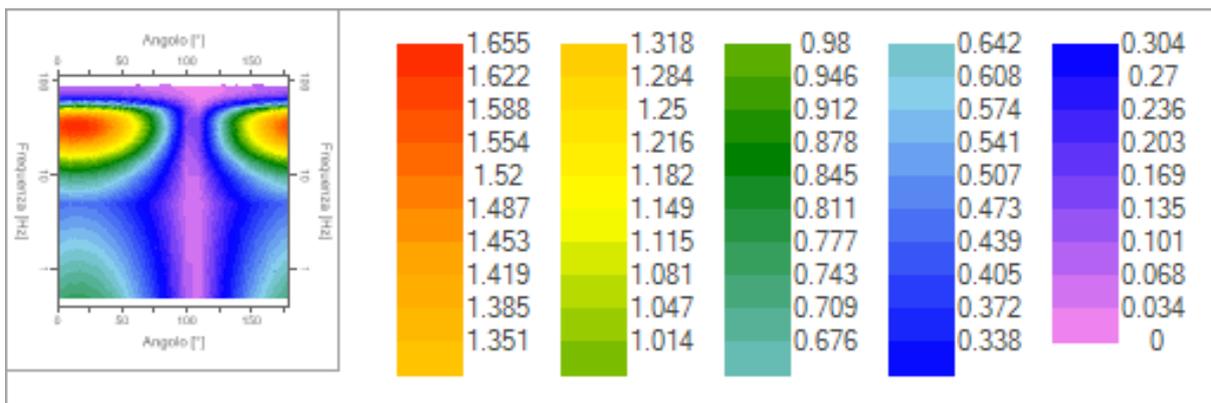
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

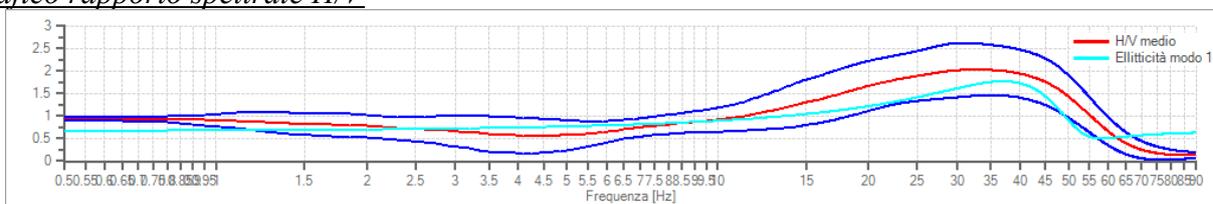
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 90.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 30.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 32.60 Hz ±0.29 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:



Verifica

$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

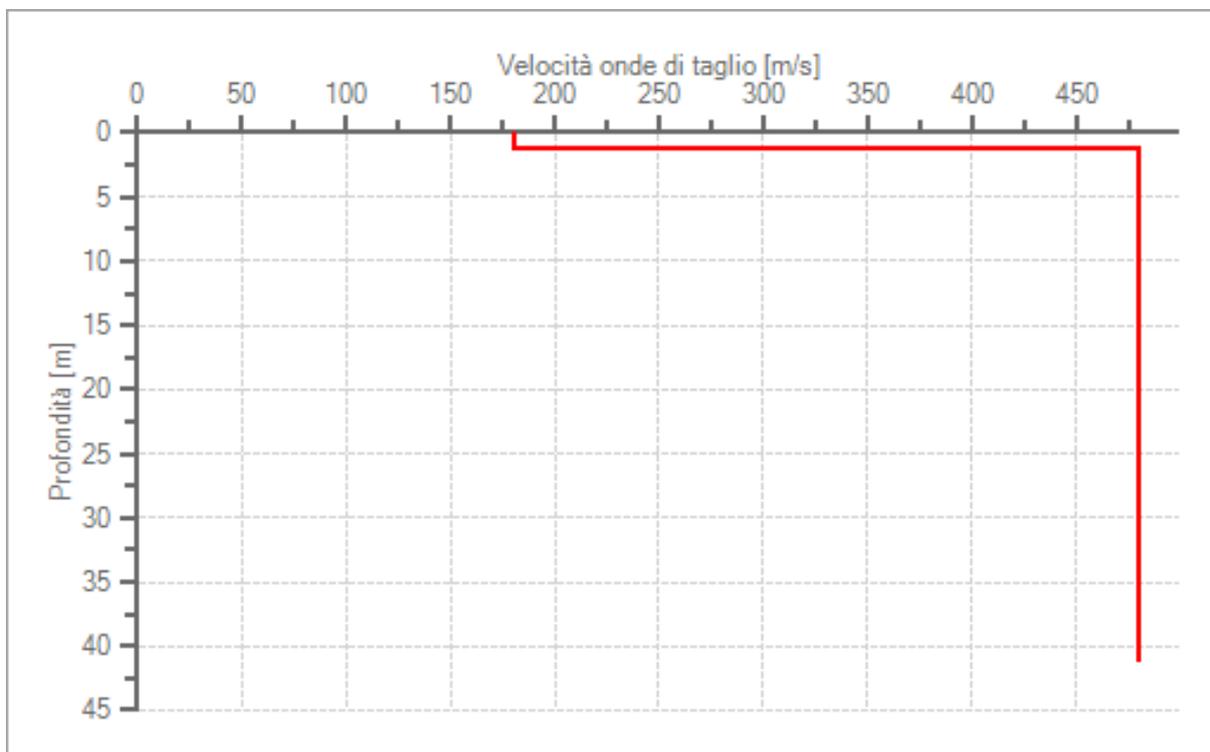
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati:	2
Frequenza del picco dell'ellitticità:	37.10 Hz
Valore di disadattamento:	-1.00
Valore Vseq:	447.67 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.3	18	0.3	180
2	1.3	40	18	0.3	480





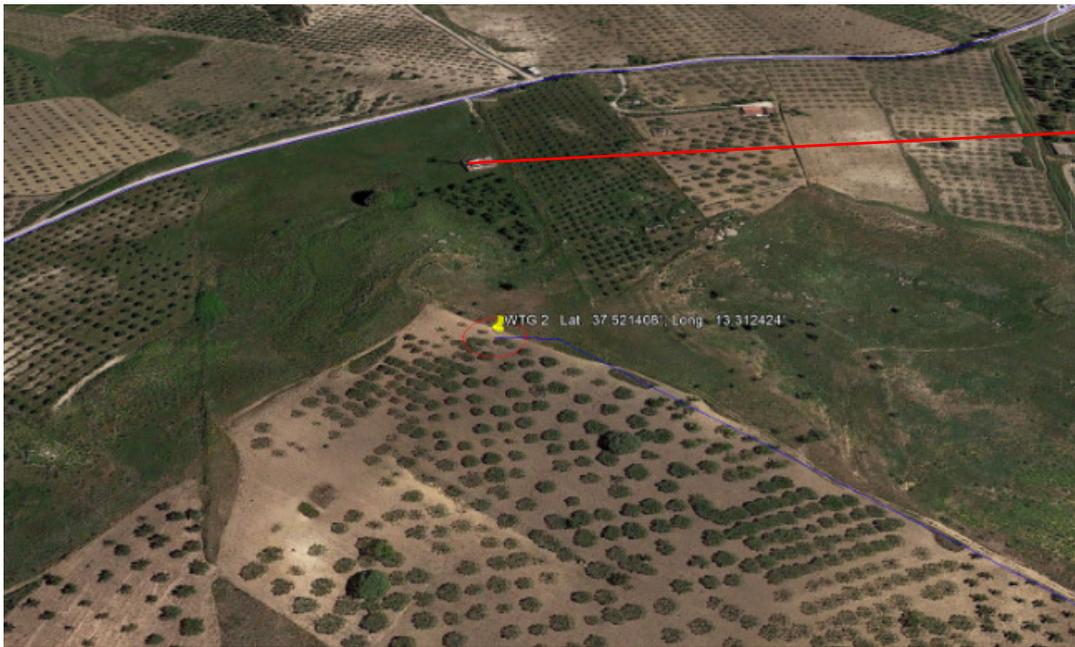
Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Valore Vseq: 447.67 m/s

CATEGORIA DI SUOLO “B”

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.
----------	--

(FOTO WTG3 CORRISPONDE ALL’IMPIANTO WTG2)

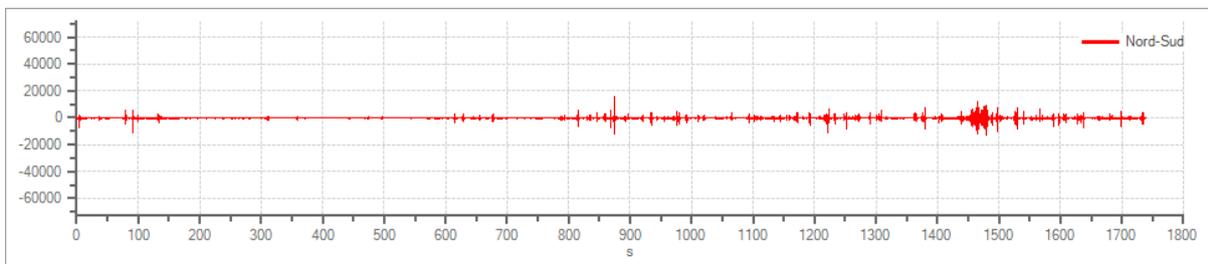


Tracce in input

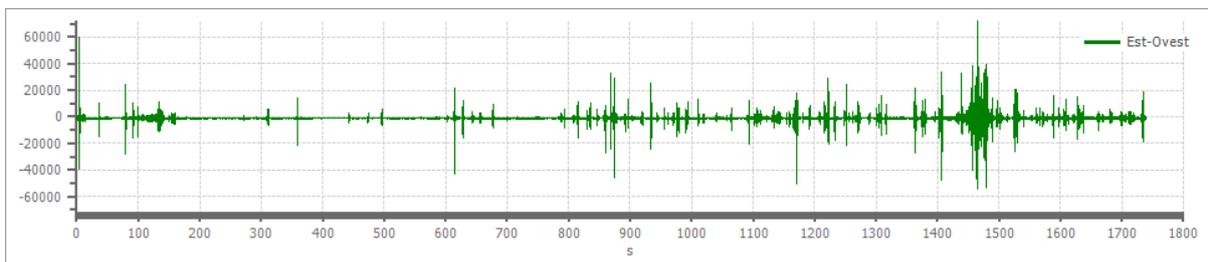
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1740 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	435000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:

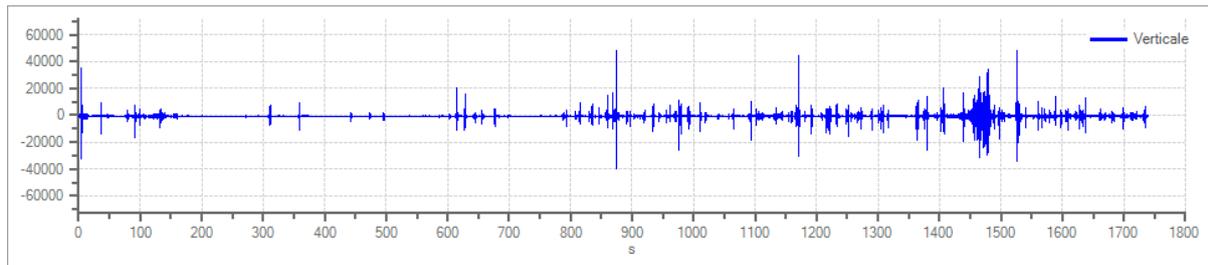


Traccia in direzione Nord-Sud





Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 86
Numero finestre incluse nel calcolo: 86
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa

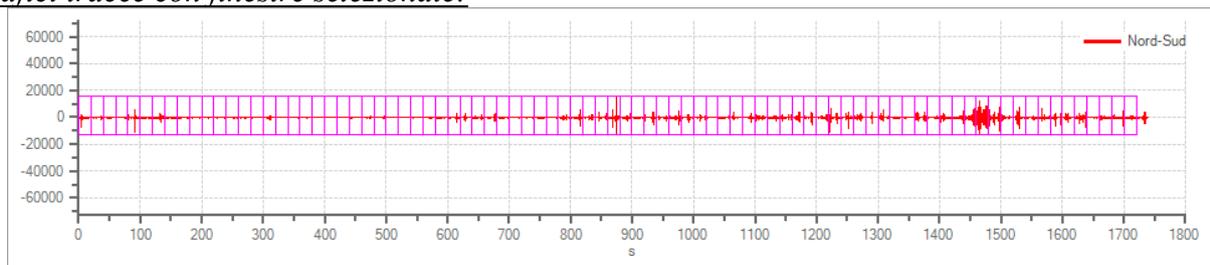


27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa
60	1180	1200	Inclusa
61	1200	1220	Inclusa
62	1220	1240	Inclusa
63	1240	1260	Inclusa
64	1260	1280	Inclusa
65	1280	1300	Inclusa
66	1300	1320	Inclusa
67	1320	1340	Inclusa
68	1340	1360	Inclusa
69	1360	1380	Inclusa
70	1380	1400	Inclusa
71	1400	1420	Inclusa
72	1420	1440	Inclusa
73	1440	1460	Inclusa
74	1460	1480	Inclusa
75	1480	1500	Inclusa

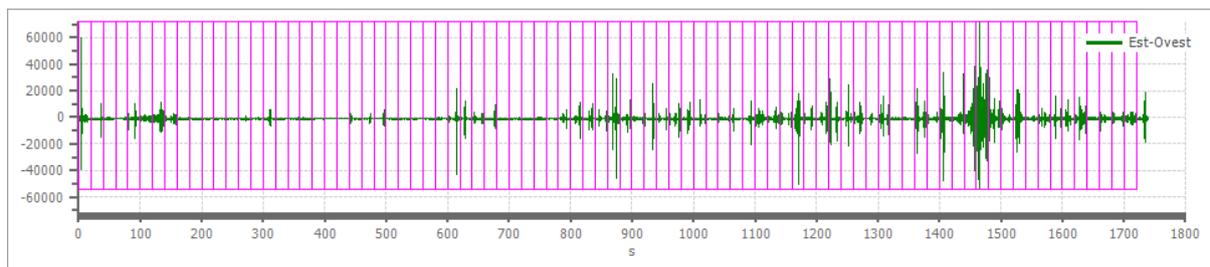


76	1500	1520	Inclusa
77	1520	1540	Inclusa
78	1540	1560	Inclusa
79	1560	1580	Inclusa
80	1580	1600	Inclusa
81	1600	1620	Inclusa
82	1620	1640	Inclusa
83	1640	1660	Inclusa
84	1660	1680	Inclusa
85	1680	1700	Inclusa
86	1700	1720	Inclusa

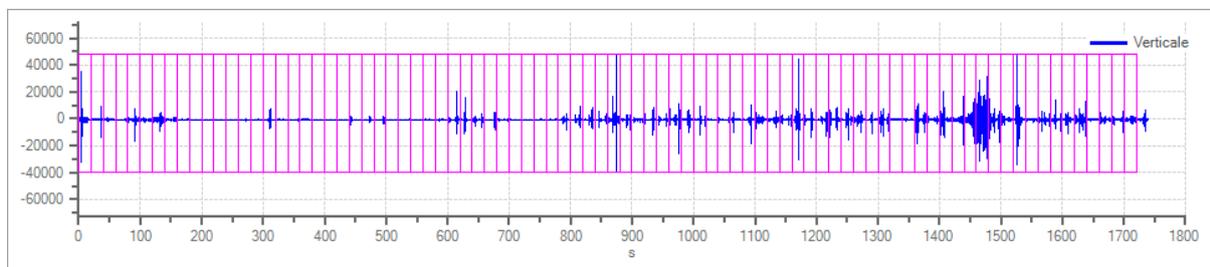
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

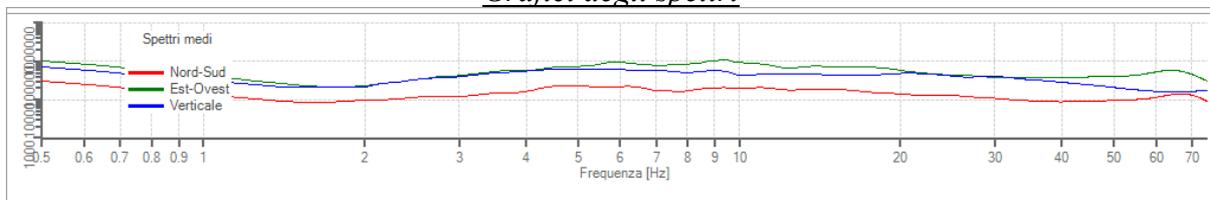


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

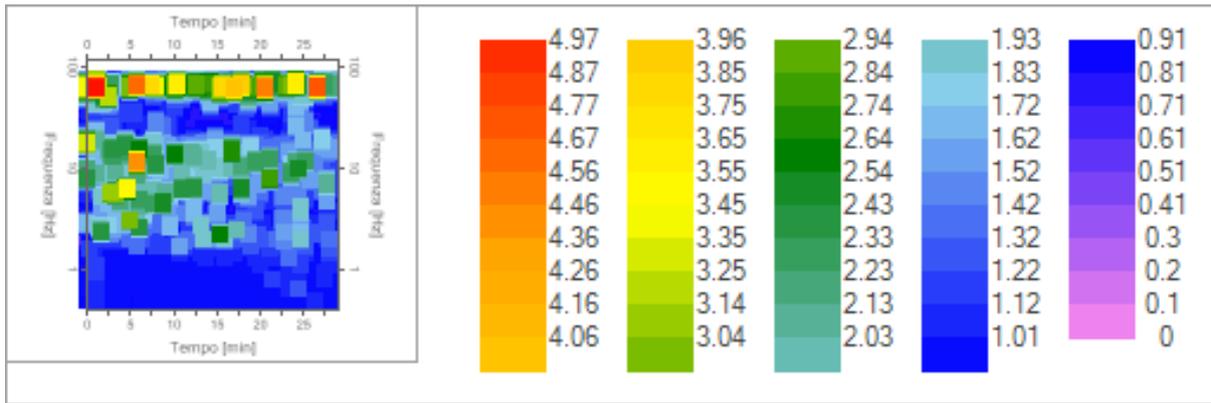


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

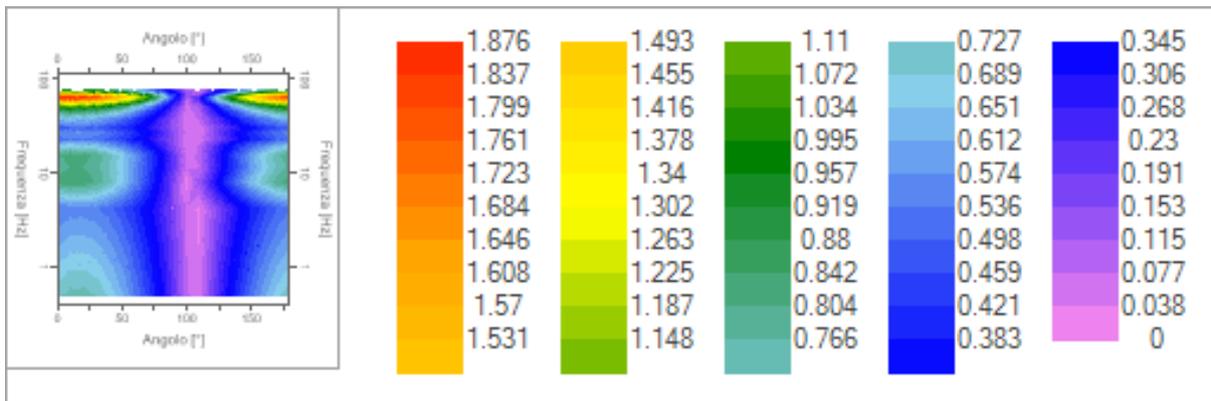
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

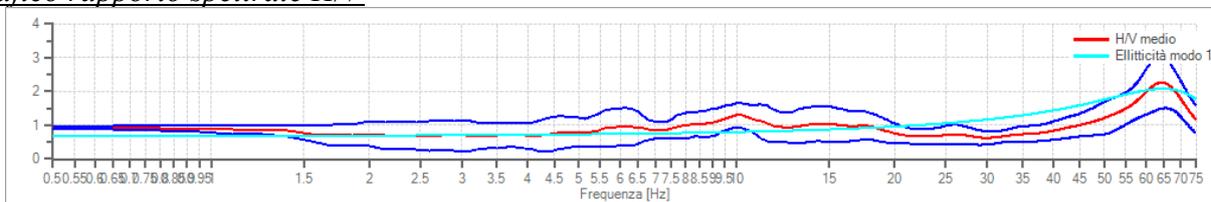
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 75.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamto: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamto: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 64.55 Hz ±0.34 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia



Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

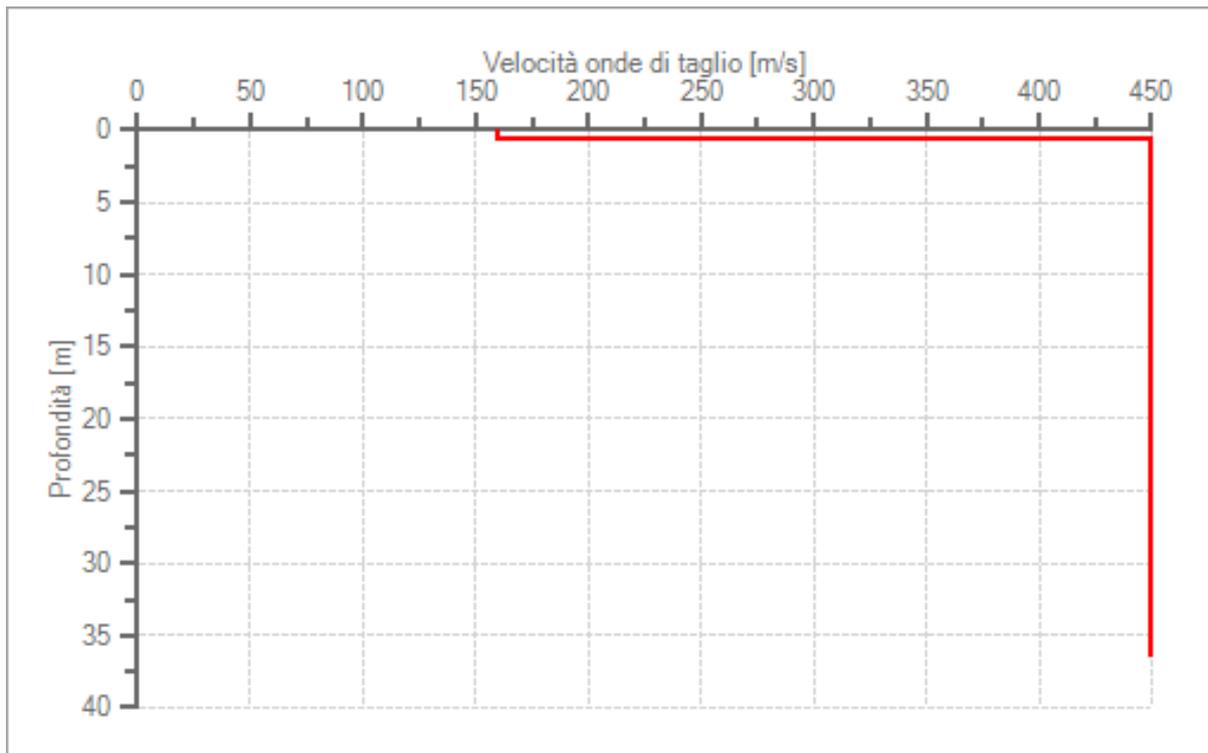
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 64.70 Hz
 Valore di disadattamento: -1.00
 Valore Vseq: 433.00 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.65	18	0.3	160
2	0.65	36	18	0.3	450



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Valore V_{seq} : 433.00 m/s

CATEGORIA DI SUOLO "B"

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.
----------	---

-WTG3

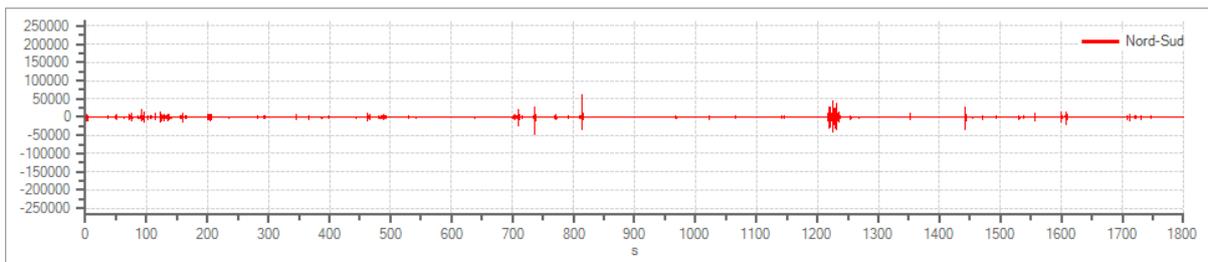


Tracce in input

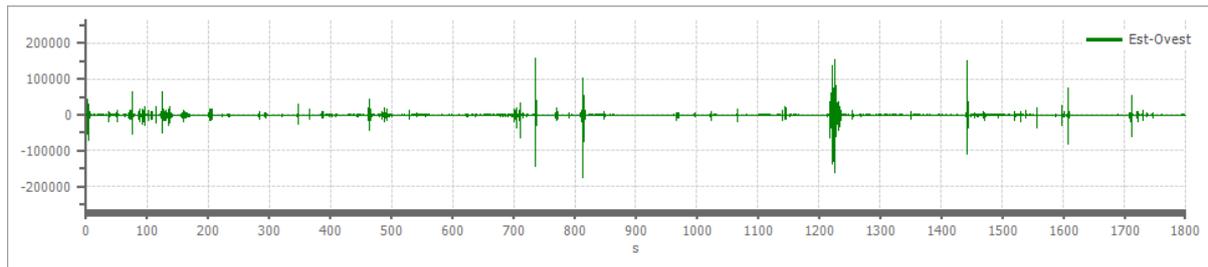
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	450000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

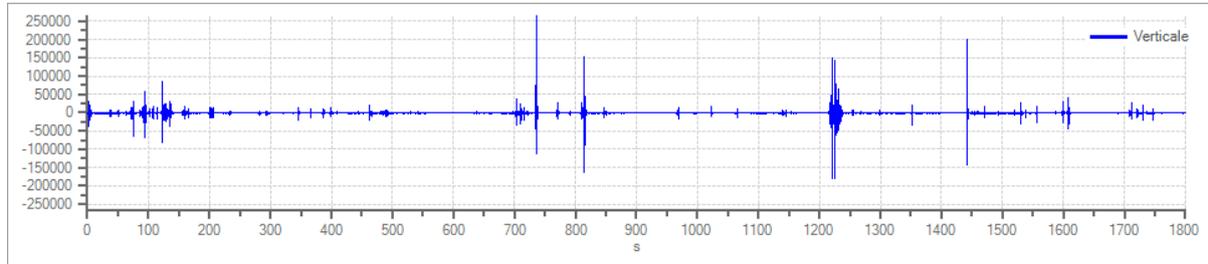
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 89
Numero finestre incluse nel calcolo: 89
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamiento: 25.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa

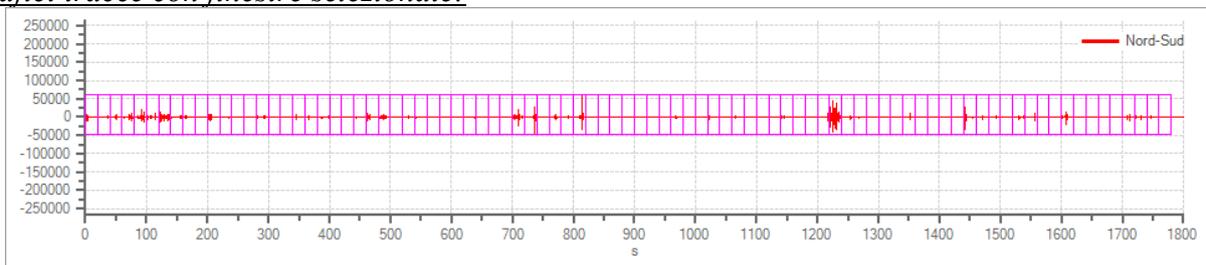


20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa
60	1180	1200	Inclusa
61	1200	1220	Inclusa
62	1220	1240	Inclusa
63	1240	1260	Inclusa
64	1260	1280	Inclusa
65	1280	1300	Inclusa
66	1300	1320	Inclusa
67	1320	1340	Inclusa
68	1340	1360	Inclusa

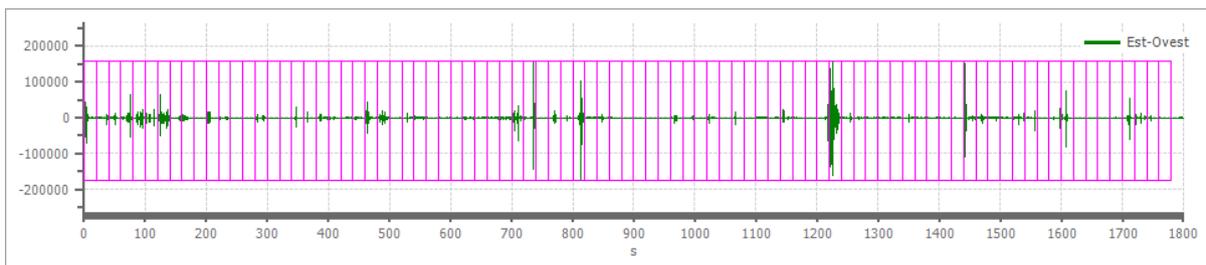


69	1360	1380	Inclusa
70	1380	1400	Inclusa
71	1400	1420	Inclusa
72	1420	1440	Inclusa
73	1440	1460	Inclusa
74	1460	1480	Inclusa
75	1480	1500	Inclusa
76	1500	1520	Inclusa
77	1520	1540	Inclusa
78	1540	1560	Inclusa
79	1560	1580	Inclusa
80	1580	1600	Inclusa
81	1600	1620	Inclusa
82	1620	1640	Inclusa
83	1640	1660	Inclusa
84	1660	1680	Inclusa
85	1680	1700	Inclusa
86	1700	1720	Inclusa
87	1720	1740	Inclusa
88	1740	1760	Inclusa
89	1760	1780	Inclusa

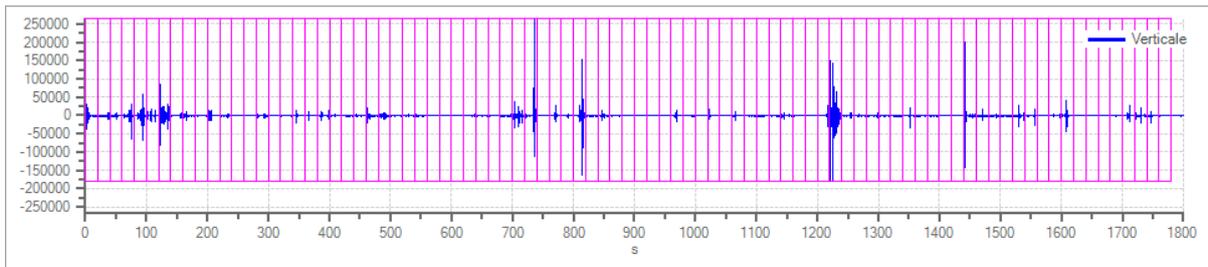
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

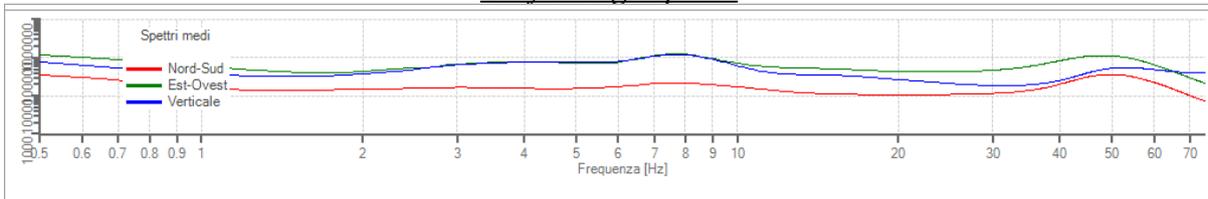


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

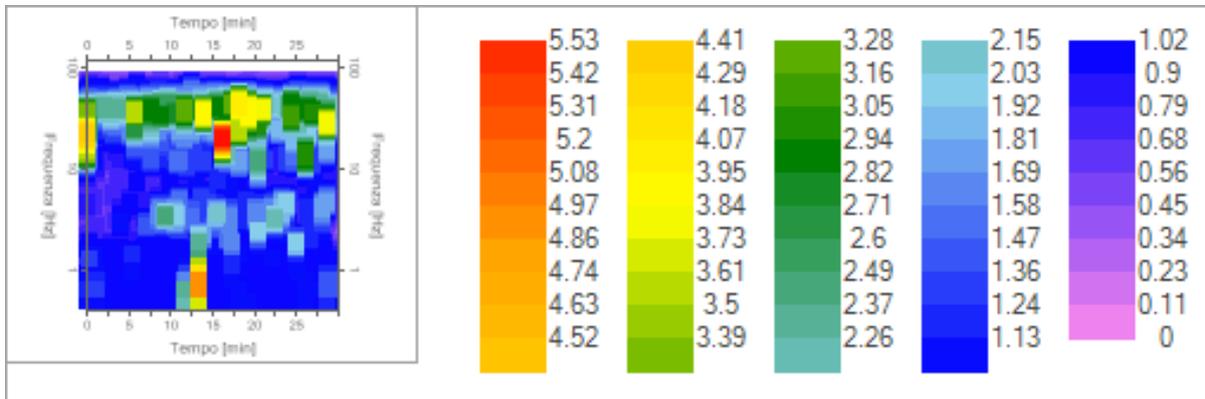


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

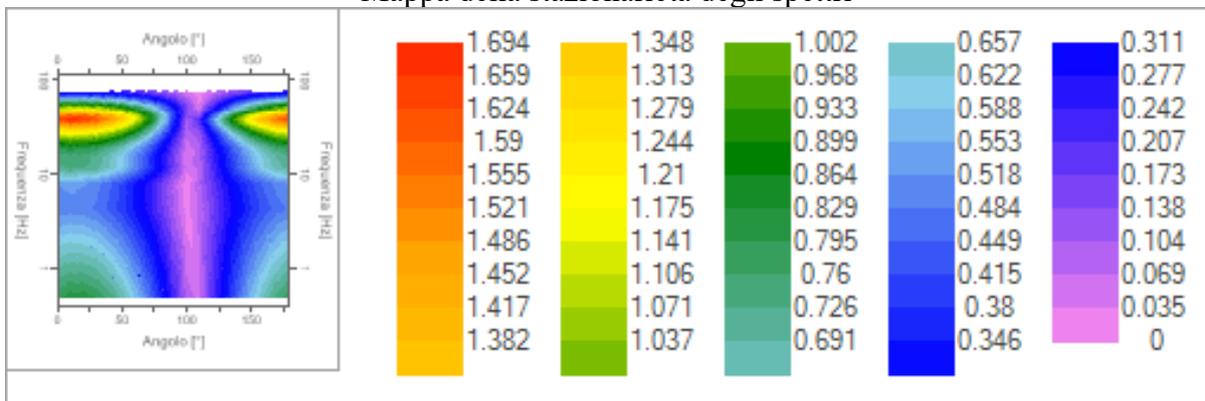
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

- Frequenza massima: 75.00 Hz
- Frequenza minima: 0.50 Hz
- Passo frequenza: 0.15 Hz
- Tipo lisciamiento: Triangolare proporzionale

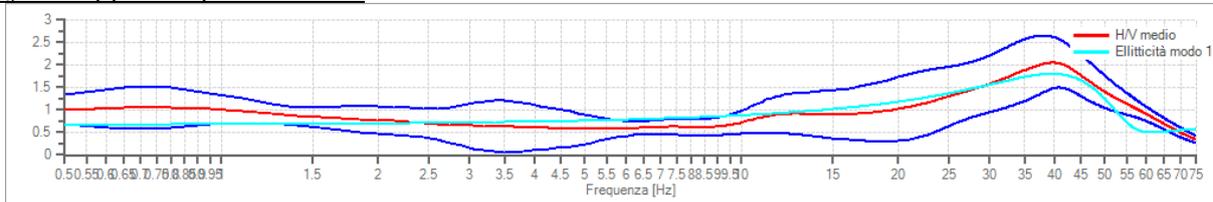


Percentuale di lisciamento: 25.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 39.80 Hz ±0.28 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

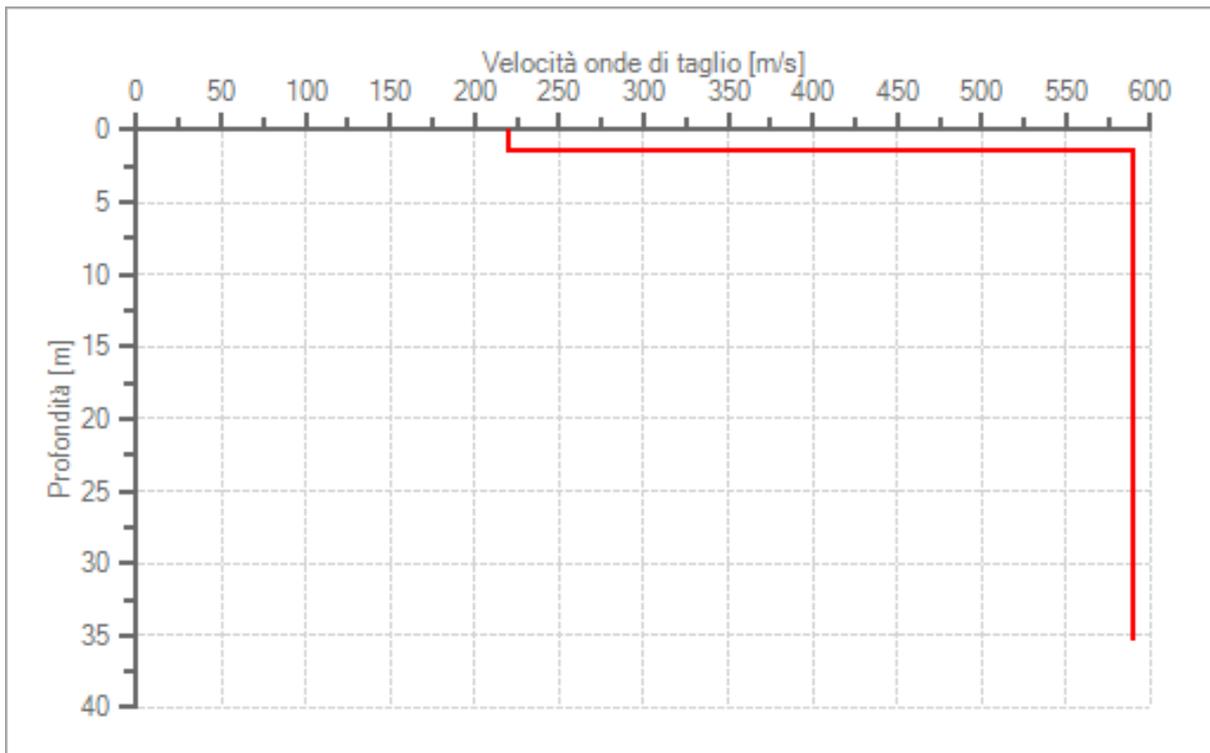
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 39.50 Hz
 Valore di disadattamento: -1.00
 Valore Vseq: 544.23 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.5	18	0.3	220
2	1.5	34	18	0.3	590



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Valore V_{seq} : 544.23 m/s

CATEGORIA DI SUOLO "B"

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.
---	---

-

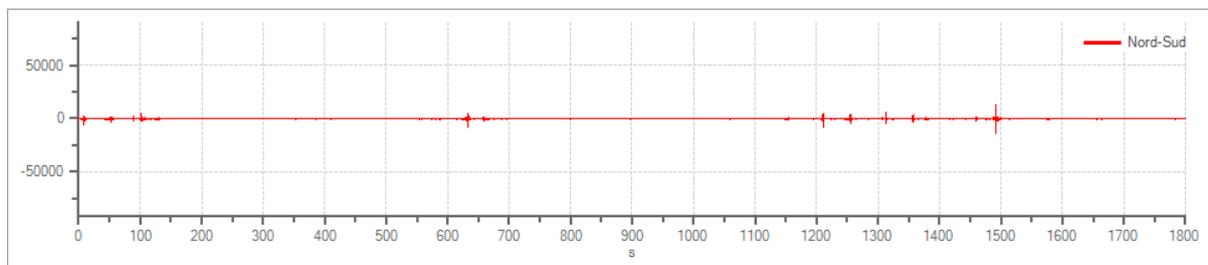


Tracce in input

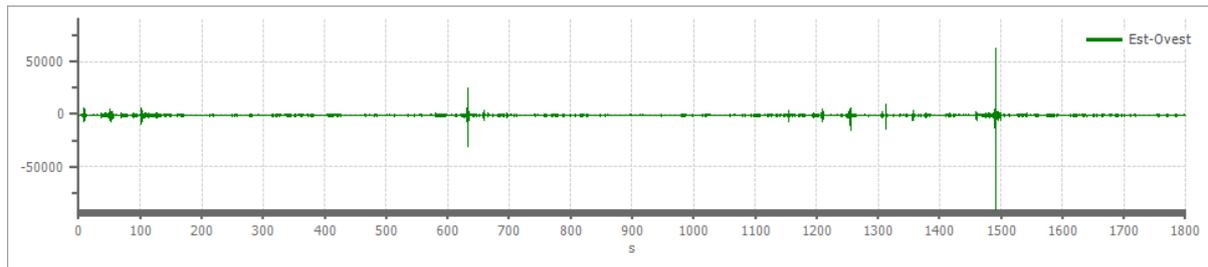
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	450000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

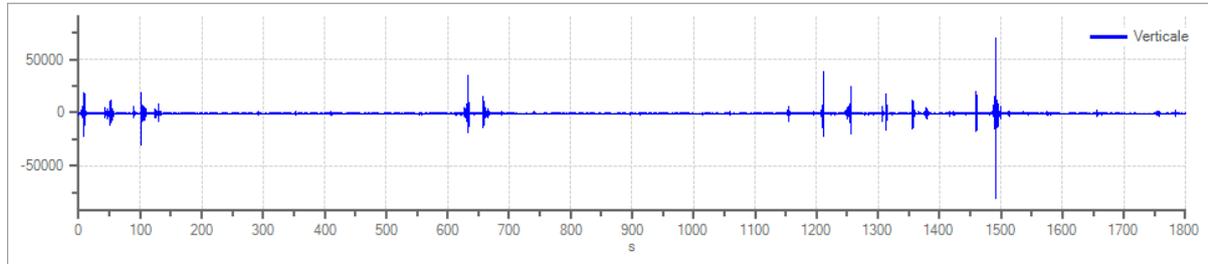
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 89
Numero finestre incluse nel calcolo: 89
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa

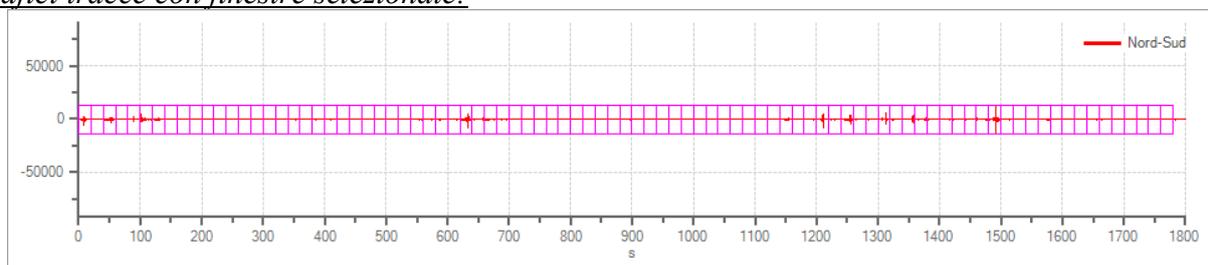


20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa
60	1180	1200	Inclusa
61	1200	1220	Inclusa
62	1220	1240	Inclusa
63	1240	1260	Inclusa
64	1260	1280	Inclusa
65	1280	1300	Inclusa
66	1300	1320	Inclusa
67	1320	1340	Inclusa
68	1340	1360	Inclusa

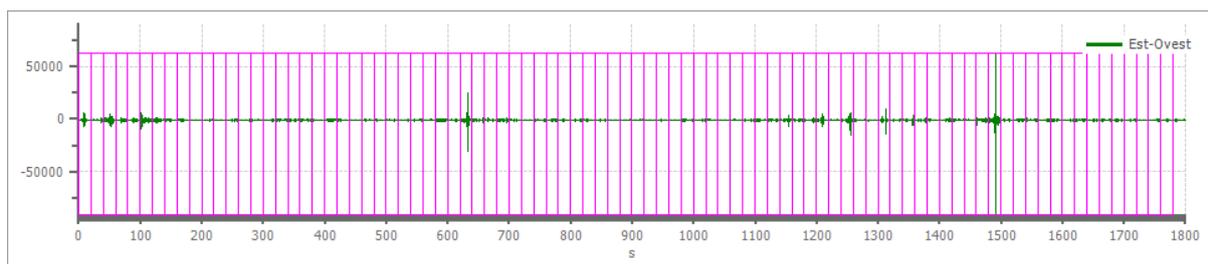


69	1360	1380	Inclusa
70	1380	1400	Inclusa
71	1400	1420	Inclusa
72	1420	1440	Inclusa
73	1440	1460	Inclusa
74	1460	1480	Inclusa
75	1480	1500	Inclusa
76	1500	1520	Inclusa
77	1520	1540	Inclusa
78	1540	1560	Inclusa
79	1560	1580	Inclusa
80	1580	1600	Inclusa
81	1600	1620	Inclusa
82	1620	1640	Inclusa
83	1640	1660	Inclusa
84	1660	1680	Inclusa
85	1680	1700	Inclusa
86	1700	1720	Inclusa
87	1720	1740	Inclusa
88	1740	1760	Inclusa
89	1760	1780	Inclusa

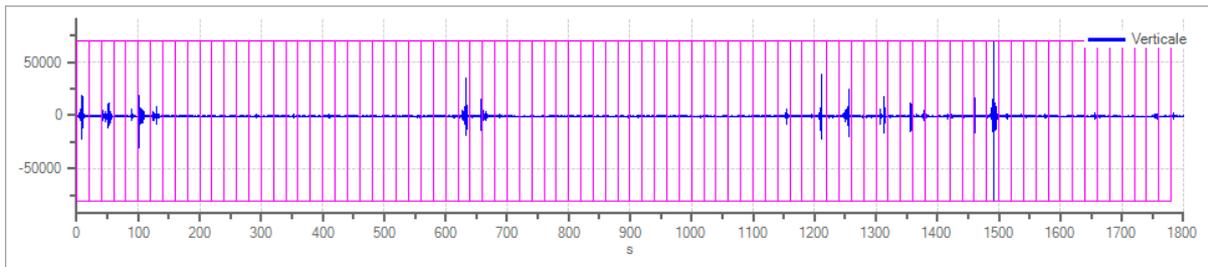
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

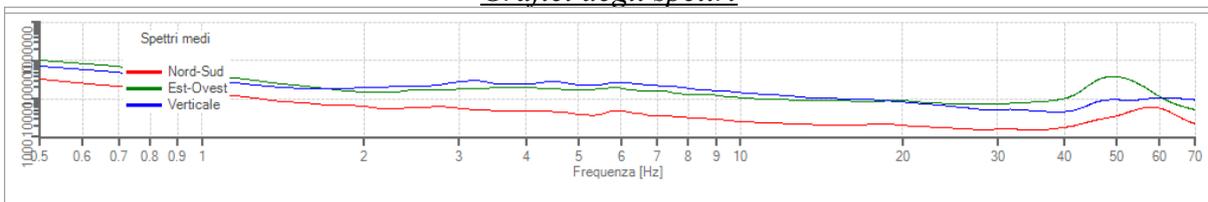


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

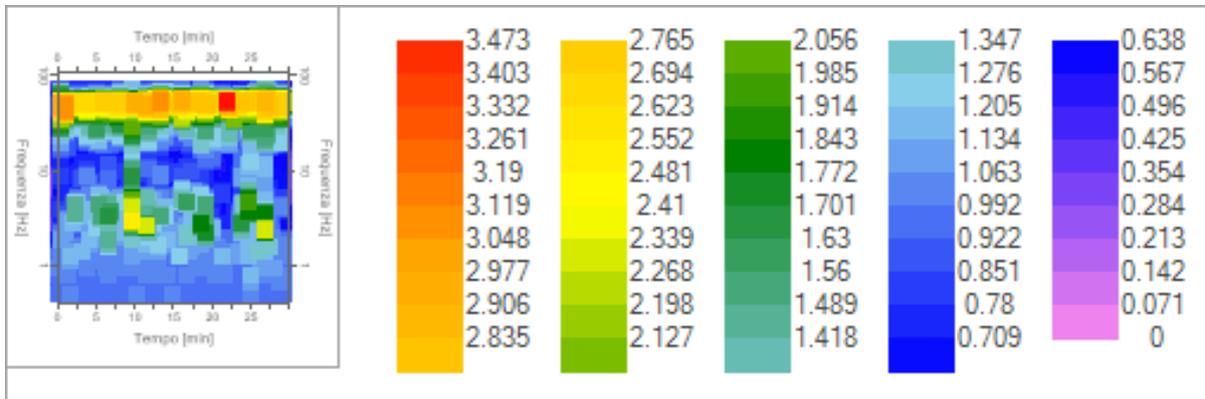


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

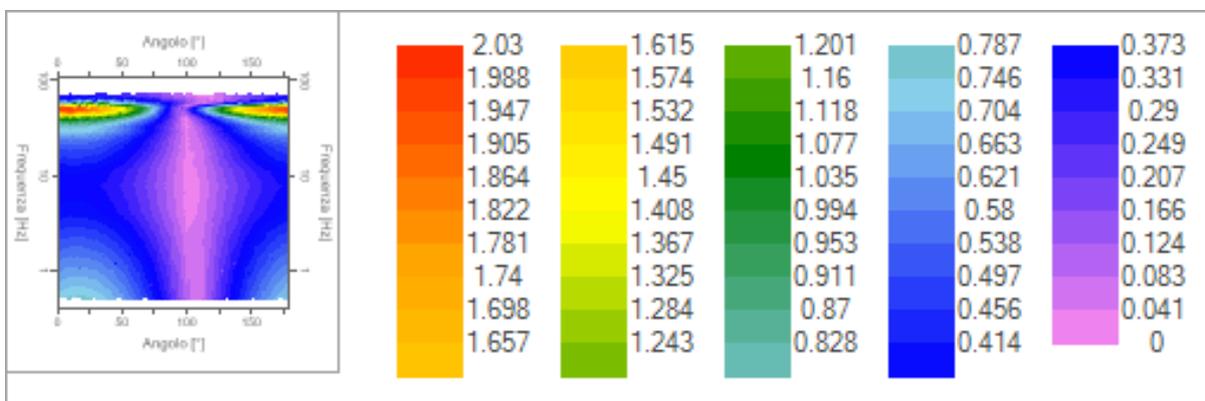
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 70.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz

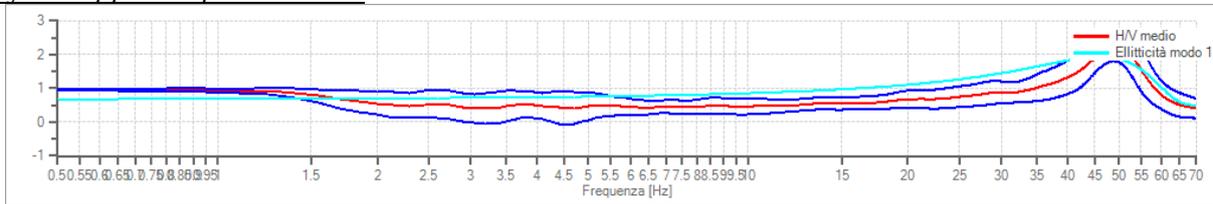


Tipo lisciamiento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 49.40 Hz ±0.19 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 46.10 Hz
 Valore di disadattamento: -1.00
 Valore Vseq: 514.02 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.2	18	0.3	200
2	1.2	40	18	0.3	550

Valore Vseq: 514.02 m/s

CATEGORIA DI SUOLO "B"



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.
----------	--

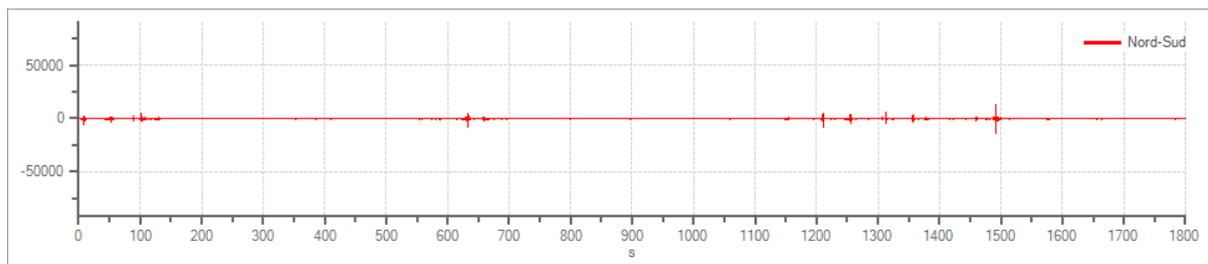


Tracce in input

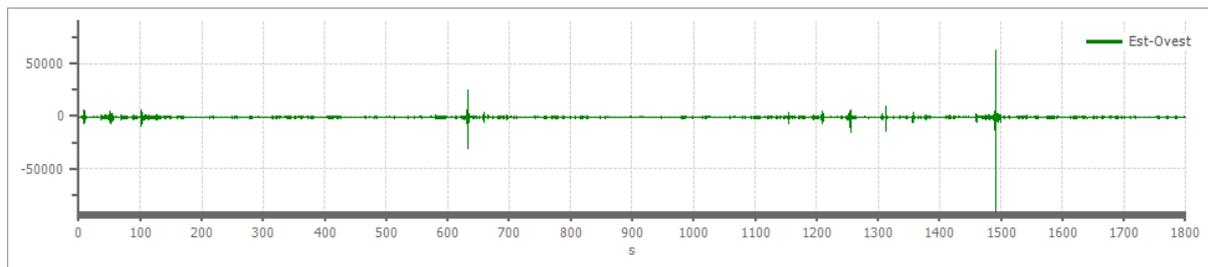
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1800 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	450000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

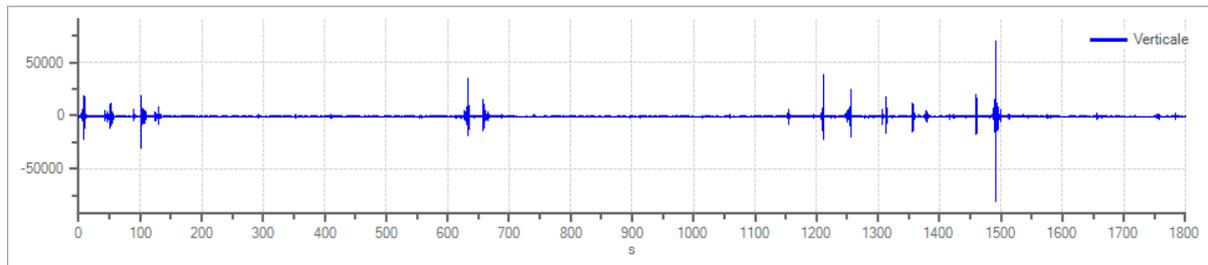
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 89
Numero finestre incluse nel calcolo: 89
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamiento: 25.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa

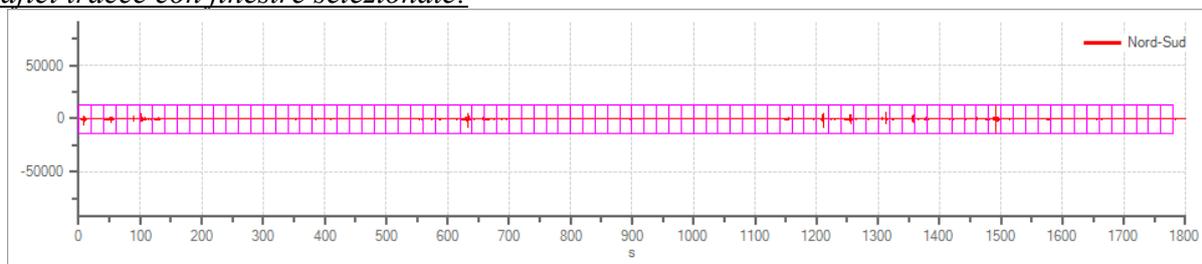


21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa
60	1180	1200	Inclusa
61	1200	1220	Inclusa
62	1220	1240	Inclusa
63	1240	1260	Inclusa
64	1260	1280	Inclusa
65	1280	1300	Inclusa
66	1300	1320	Inclusa
67	1320	1340	Inclusa
68	1340	1360	Inclusa
69	1360	1380	Inclusa

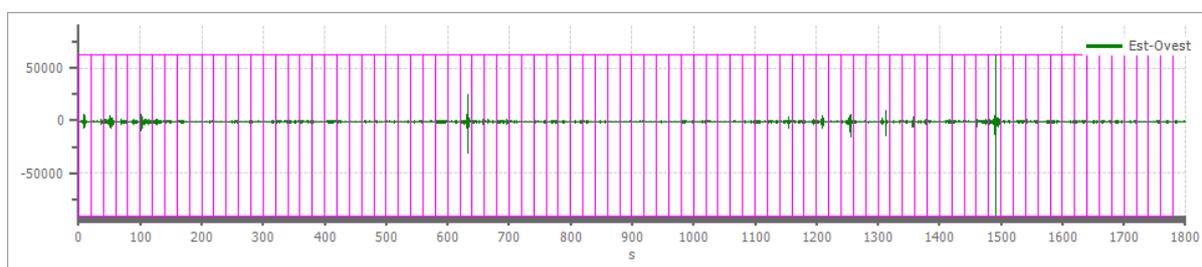


70	1380	1400	Inclusa
71	1400	1420	Inclusa
72	1420	1440	Inclusa
73	1440	1460	Inclusa
74	1460	1480	Inclusa
75	1480	1500	Inclusa
76	1500	1520	Inclusa
77	1520	1540	Inclusa
78	1540	1560	Inclusa
79	1560	1580	Inclusa
80	1580	1600	Inclusa
81	1600	1620	Inclusa
82	1620	1640	Inclusa
83	1640	1660	Inclusa
84	1660	1680	Inclusa
85	1680	1700	Inclusa
86	1700	1720	Inclusa
87	1720	1740	Inclusa
88	1740	1760	Inclusa
89	1760	1780	Inclusa

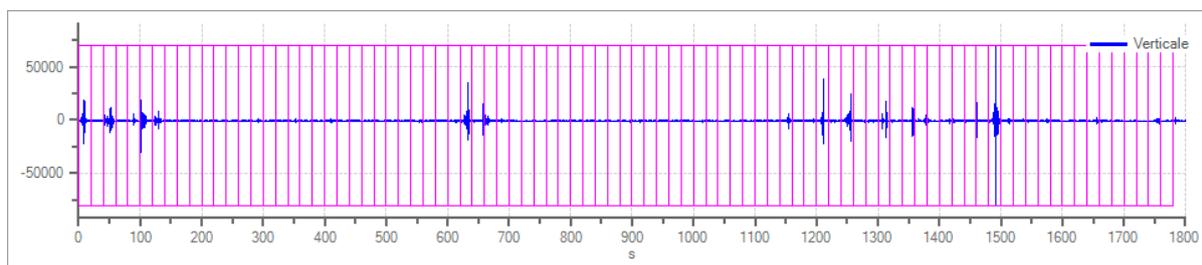
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



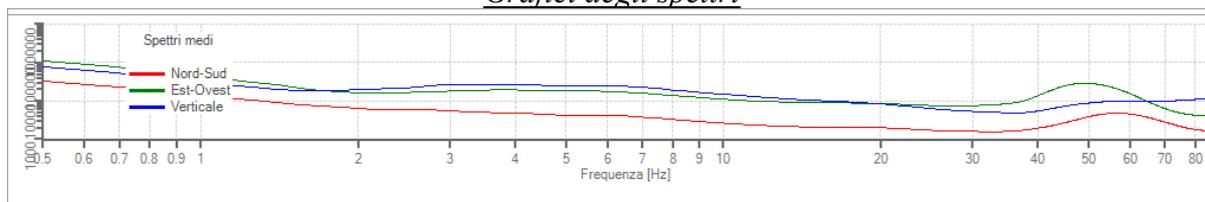
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



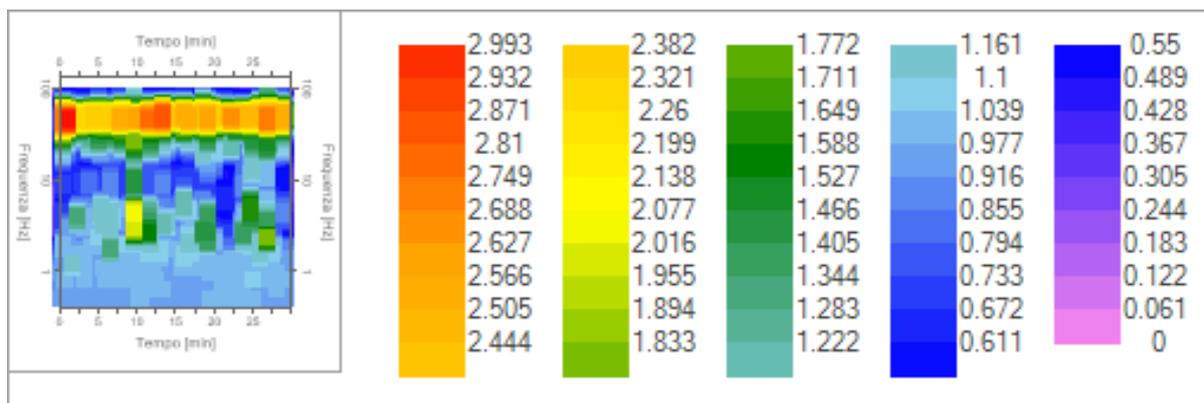
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



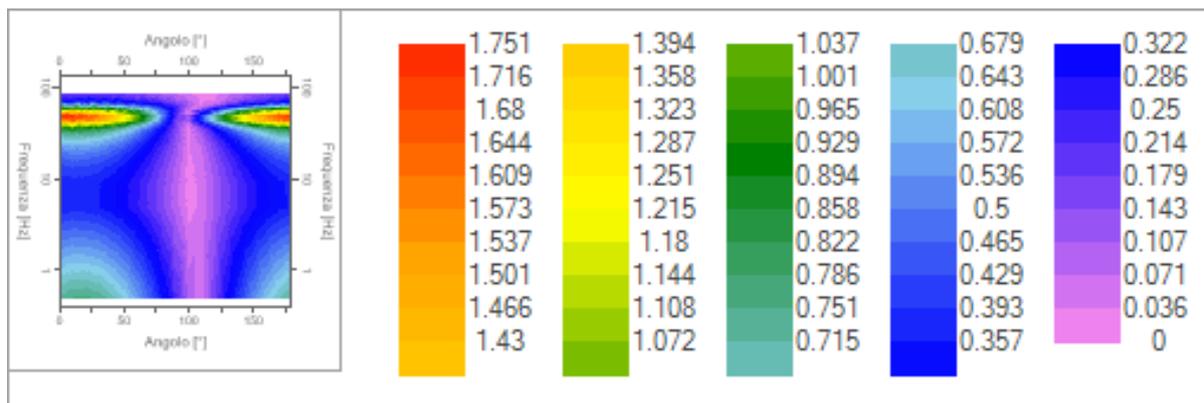
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

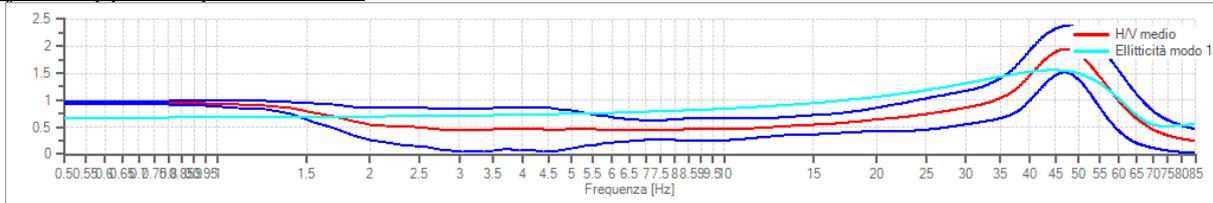
Frequenza massima:	85.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	25.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:



Frequenza del picco del rapporto H/V: 47.15 Hz ±0.22 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

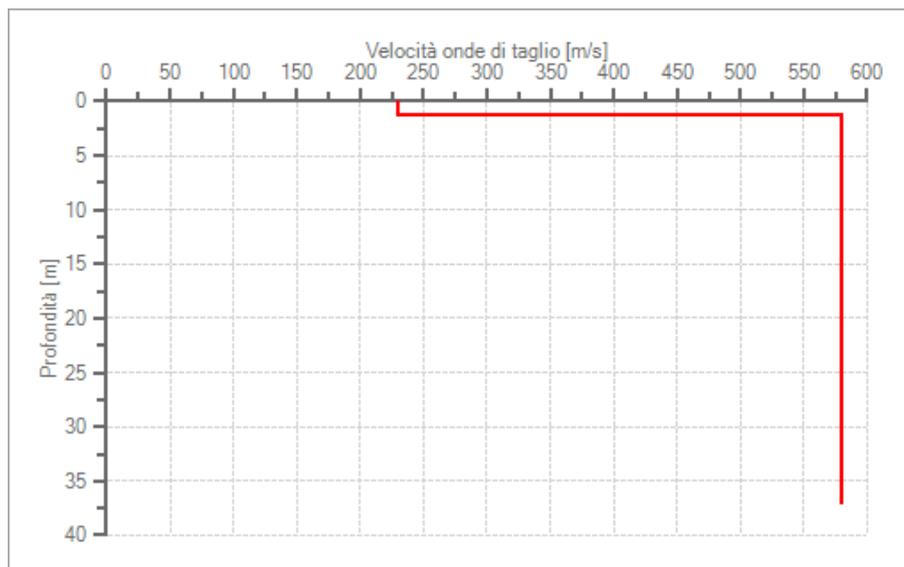
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 44.60 Hz
 Valore di disadattamento: -1.00
 Valore Vseq: 545.42 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.25	18	0.3	230
2	1.25	36	18	0.3	580



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Valore V_{seq} : 545.42 m/s

CATEGORIA DI SUOLO “B”

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.
----------	--

In conclusione, si possono sintetizzare i dati dei sondaggi HVSR, dove si evince che il parco eolico è caratterizzato da una Categoria di Suolo “B” (tabella 2), con Valore di V_{seq} compresa tra 433.00 - 545.42 m/sec

WTG 1	Valore V_{seq} : 447.67 m/s	Categoria di Suolo “B”
WTG 2	Valore V_{seq} : 433.00 m/s	Categoria di Suolo “B”
WTG 3	Valore V_{seq} : 544.23 m/s	Categoria di Suolo “B”
WTG 4	Valore V_{seq} : 514.02 m/s	Categoria di Suolo “B”
WTG 5	Valore V_{seq} : 545.42 m/s	Categoria di Suolo “B”

Tabella 2

Geol. Leonardo Mauceri

Geol. Maurizio Miceli



Dott. Geol. Leonardo Mauceri - Studio Geologico: Via Olanda, 15 cap 92010 Montevago (AG) – www.maucerigeologo.it
Dott. Geol. Maurizio Miceli – Studio Geologico: Via Papa Luciani 31 cap. 92100 Agrigento





Misura di sismica passiva HVSR
WTG1



Misura di sismica passiva HVSR
WTG2



Misura di sismica passiva HVSR
WTG 3



Misura di sismica passiva HVSR
WTG 4



Misura di sismica passiva HVSR
WTG 5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n°01

Committente: MAUCERI - MICELI
Cantiere: POSTAZIONE PALA EOLICA WTG3
Località: RIBERA-CALAMONACI

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

**RESPONSABILE
DOTT. LEONARDO MAUCERI**

Prova Penetrometrica N° 01

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 29/12/2022
 Profondità prova 1,80 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0	0,857	0,28	0,33	14,03	16,37
0,20	1	0	0,855	0,28	0,33	13,99	16,37
0,30	1	0	0,853	0,28	0,33	13,96	16,37
0,40	1	0	0,851	0,28	0,33	13,93	16,37
0,50	1	0	0,849	0,28	0,33	13,90	16,37
0,60	3	0	0,847	0,83	0,98	41,61	49,12
0,70	5	0	0,845	1,38	1,64	69,20	81,87
0,80	15	0	0,793	3,90	4,91	194,86	245,62
0,90	18	0	0,792	4,43	5,59	221,39	279,70
1,00	18	0	0,790	4,42	5,59	220,89	279,70
1,10	17	0	0,788	4,16	5,28	208,16	264,16
1,20	15	0	0,786	3,67	4,66	183,26	233,08
1,30	14	0	0,785	3,41	4,35	170,67	217,54
1,40	18	0	0,783	4,38	5,59	218,97	279,70
1,50	19	0	0,781	4,61	5,90	230,64	295,24
1,60	22	0	0,730	4,99	6,84	249,40	341,85
1,70	55	0	0,628	10,73	17,09	536,65	854,63
1,80	60	0	0,626	11,68	18,65	583,94	932,32

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.01

LIVELLO N°01 – TERRENO AGRARIO
LIVELLO N°02 – TERRENO DI ALTERAZIONE
LIVELLO N°03 – DEPOSITI CALCARENITICI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Gibbs & Holtz 1957	5,02
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Gibbs & Holtz 1957	43,4
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Gibbs & Holtz 1957	71,99

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Sowers (1961)	28,4
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Sowers (1961)	31,69
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Sowers (1961)	40,25

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Bowles (1982) Sabbia Media	13,82
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Bowles (1982) Sabbia Media	28,81

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	2,98
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,35
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,51

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m ³)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Meyerhof ed altri	16,44
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Meyerhof ed altri	17,95
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Meyerhof ed altri	18,77

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m ³)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,52

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,42	0,70	1,42	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	13,19	1,60	13,19	(A.G.I.)	0,33
Strato 3	43,76	1,80	43,76	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Ohsaki (Sabbie pulite)	8,86
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Ohsaki (Sabbie pulite)	72,02
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Ohsaki (Sabbie pulite)	222,36

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Ohta & Goto (1978) Limi	59,357
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Ohta & Goto (1978) Limi	109,809
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Ohta & Goto (1978) Limi	145,715

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Navfac 1971-1982	0,13
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Navfac 1971-1982	2,77
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Navfac 1971-1982	7,35

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	1,42	0,70	1,42	Robertson 1983	0,28
Strato 2	13,19	1,60	13,19	Robertson 1983	2,59
Strato 3	43,76	1,80	43,76	Robertson 1983	8,58

PROVE DI LABORATORIO SULLE ROCCE

COMMITTENTE: *DOTT. GEOL. LEONARDO MAUCERI*

RICHIEDENTE: *DOTT. GEOL. LEONARDO MAUCERI*

OGGETTO: *PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTI EOLICI CONTRADA BELAMONTE-BUSITI NEI COMUNI DI RIBERA E CALAMONACI IN PROVINCIA DI AGRIGENTO.*

ARCHIVIO: *PR 01 /2023*

DATA DI EMISSIONE : *09/01/2023*

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO


Ing. Calogero Palumbo Piccionello

PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

La compressione è un'azione che tende ad accorciare un materiale soggetto in modo uniforme ortogonalmente all'asse.

Norma di riferimento-UNI EN 1926/2000

I provini possono essere di forma cubica di spigolo 70 ± 5 mm o 50 ± 5 mm oppure di forma di cilindri circolari retti con diametro e altezza uguali: 70 ± 5 mm o 50 ± 5 mm.

Il rapporto fra la misura dello spigolo del provino e la dimensione del grano più grande presente nella roccia deve essere $\geq 10:1$, ma se la massima dimensione osservata supera 7 mm, si devono impiegare un numero maggiore di provini, in modo da ottenere risultati rappresentativi.

Le dimensioni della sezione trasversale del provino devono essere misurate a 0,1 mm mediando due misure prese in direzioni ortogonali fra loro sulla faccia superiore del provino e due misure prese sulla faccia inferiore del provino. Il valore medio della dimensione dello spigolo o il valore medio del diametro deve essere utilizzato per calcolare l'area della sezione trasversale.

Le facce sulle quali viene applicato il carico devono essere piane con tolleranza di 0,1 mm e devono scostarsi dalla perpendicolarità rispetto all'asse del provino in misura di $\leq 0,01$ rad o di 1 mm su 100 mm. I lati del provino devono essere lisci, senza irregolarità e rettilinei con una deviazione massima di 0,3 mm sull'intera lunghezza del provino. Per seguire le prescrizioni, i provini dovranno essere lavorati su una spianatrice con una rettifica finale, se necessario.

I provini vengono centrati su piano della macchina e si applica il carico uniforme centrato e distribuito, che viene aumentato in modo continuo fino alla rottura, con un incremento costante della velocità pari $1 \pm 0,5$ MPa/sec. Il carico massimo sul provino deve essere registrato con la precisione di 1 kN.

La resistenza a compressione R di ogni provino viene espressa, in MPa, dal rapporto fra il carico di rottura del provino e area della sezione trasversale misurata prima della prova:

$$R = F/A$$

Committente: *Geol. Leonardo Mauceri*

Richiedente: *Geol. Leonardo Mauceri*

Oggetto: *Progetto per la realizzazione di impianti eolici nei Comuni di Ribera e Calamonaci in Provincia di Agrigento*

Rapporto di prova n° 01/23 del 09/01/2023

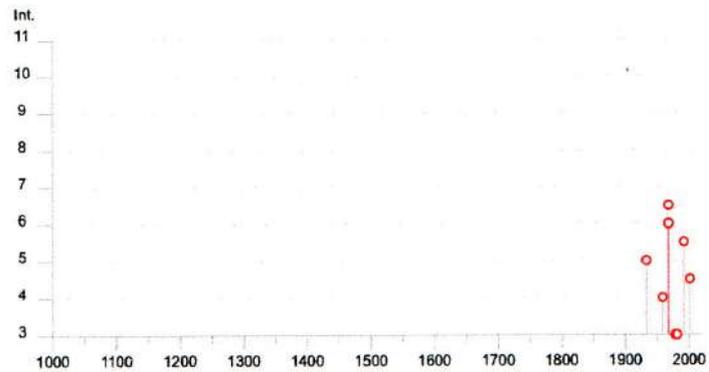
Sigla	Profondità campione (m)	Descrizione	Diametro (cm)	Altezza (cm)	Peso (g)	Peso di volume (kN/m ³)	Carico a rottura (kN)	Resistenza a compressione (MPa)
C1 WTG1	-	GESSO	7,4	7,4	754,19	23,24	67,37	15,66
C2 WTG4	-	CALCIRUDITE	7,4	7,4	722,72	22,26	30,10	7,01
C3	-	CALCARENITE	7,4	7,4	770,07	23,73	118,69	27,60

Il Direttore del Laboratorio
Il Direttore
Ing. C. Palumbo

Lo Sperimentatore
Geol. Emerico Sciascia
Dott. Geologo
EMERICO SCIASCIA

Ribera

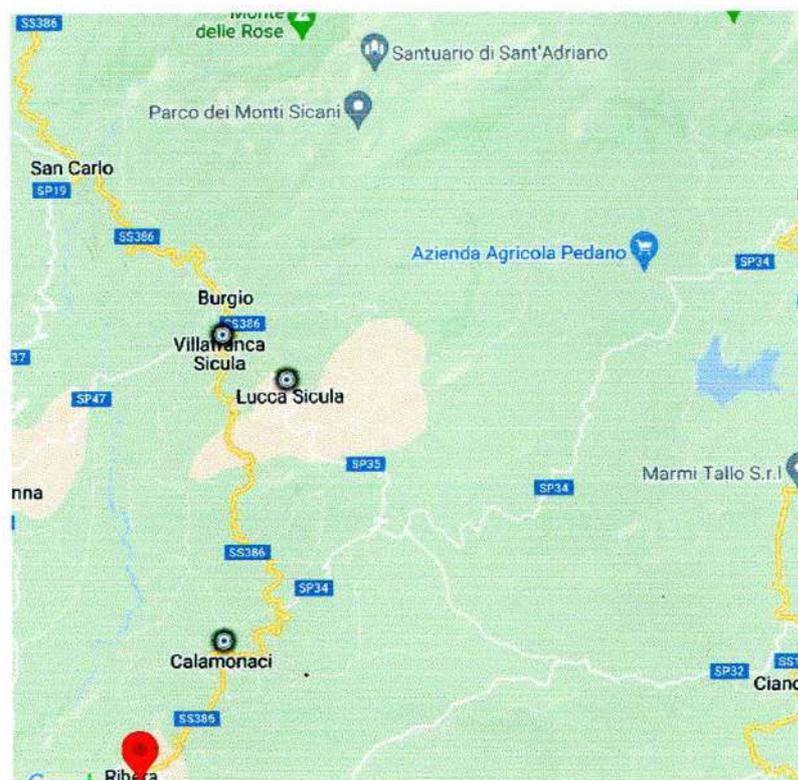
PlaceID IT_67559
 Coordinate (lat, lon) 37.502, 13.269
 Comune (ISTAT 2015) Ribera
 Provincia Agrigento
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 11



Effetti										In occasione del terremoto del		
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw		
NP	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95		
5	1933	02	26	02	48		Sciacca	11	5	4.34		
4	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7	5.11		
6	1968	01	15	01	33	0	Valle del Belice	15	8	5.37		
6-7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41		
6	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice	32	8	5.37		
3	1978	01	19	05	15	2	Stretto di Sicilia	6	4	4.37		
2	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03		
3	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo	50	6	4.93		
5-6	1992	08	06	04	23	1	Stretto di Sicilia	19		3.94		
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92		

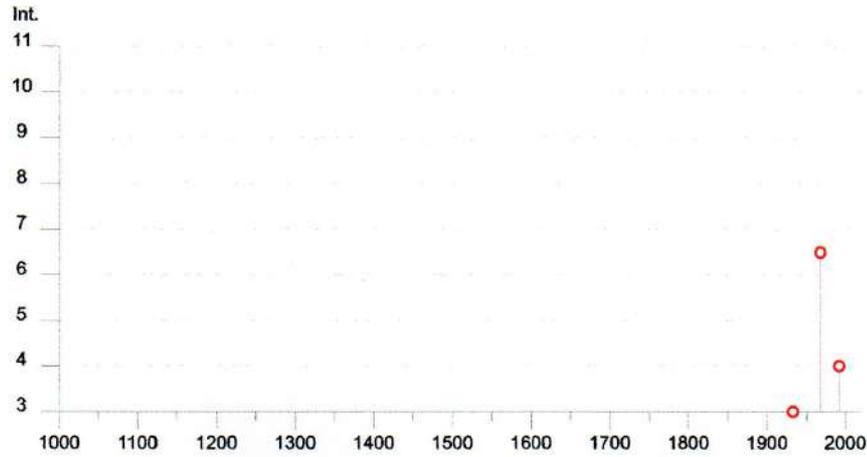
Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Calamonaci	4	3
Lucca Sicula	4	9
Caltabellotta	8	10
Villafranca Sicula	6	10



Calamonaci

PlaceID IT_67506
 Coordinate (lat, lon) 37.526, 13.290
 Comune (ISTAT 2015) Calamonaci
 Provincia Agrigento
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 4



Effetti		In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	1933	02	26	02	48		Sciacca	11	5	4.34
6-7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
4	1992	08	06	04	23	1	Stretto di Sicilia	19		3.94
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Ribera	11	3
Lucca Sicula	4	6
Villafranca Sicula	6	7
Burgio	6	8
Caltabellotta	8	9

