

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI SALEMI MARSALA E TRAPANI

IL COMMITTENTE

NP Sicilia 2

NP Sicilia 2 S.r.l.
Via Galleria Passarella, 2
20122 MILANO
P.IVA - C.F. 12844470968

IL PROGETTISTA

Agon   **Entrope** srl

TITOLO DEL PROGETTO

PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"
POTENZA NOMINALE 39,6 MW

DOCUMENTO

PROGETTO DEFINITIVO

N° DOCUMENTO

NPS2_SAL_D03_REL

Studio geologico preliminare_var1

Rev	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0					
1	22/04/2024		M.M.		

Regione Sicilia
COMUNE DI SALEMI
(Libero Consorzio Comunale di Trapani)

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

Relazione Geologica Impianto C.da Celso-Pesces
Comune di Salemi, in provincia di Trapani

PROPONENTE: NDP Italia Il S.r.l. Via Galleria Passarella n°2 20122 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



Dott. Geol. Leonardo Mauceri



Agrigento, 27 Febbraio 2023

Relazione Geologica Impianto C.da Celso-Pesces

Oggetto: Progetto per la realizzazione di impianti eolici nel Comune di Salemi, in provincia di Trapani

Committente: NDP Italia II S.r.l.
Via Galleria Passarella n°2
20122 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;

Geologia dei siti di progetto;

Caratterizzazione sismica;

Caratterizzazione geotecnica;

Conclusioni;

Allegati:

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;

Carte tracciato cavidotto e Storage;

Stralcio della carta del vincolo idrogeologico;

Carta dei sondaggi scala 1:10.000;

Carta del reticolo idrografico scala 1:10.000;

Carta geologica scala 1:10.000;

Relazione Sismica;

Report prove penetrometriche;

Scheda della storia sismica (<http://emidiud.mi.ingv.it/CPT115/>)

Premessa

La presente relazione geologica- sismica contempla i risultati di uno studio geologico-tecnico inerente il progetto per l'installazione di n°6 aerogeneratori con potenza unitaria di 6,6 Mw per una potenza complessiva di impianto pari a 39,6 Mw nel territorio del Comune di Salemi, in provincia di Trapani.

Il territorio, dove sono previsti le opere in progetto, ricade parzialmente all'interno di aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico da parte dell'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste (R. D. n°3267 del 30/12/1923 e R.D. N°1126 del 16/05/1926) in particolare, ricadono in queste aree gli aerogeneratori denominati WTG 1 e WTG 4, 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.

Questi sopralluoghi hanno permesso anche di verificare, lo stato dei luoghi interessati dal percorso previsto per interrimento del cavidotto (17 km circa) e la realizzazione della cabina utente e storage. L'impianto di storage occupa una porzione del foglio 292 part 258 del C. T. del Comune di Trapani, mentre il percorso del cavidotto previsto, interesserà la viabilità esistente, ricadendo sui territori dei comuni di Salemi, Marsala e Trapani.

Le sei prove penetrometriche effettuate con penetrometro di tipo pesante (DPSH), integrate con i sei sondaggi sismici con metodo passivo HVSR, hanno permesso, in questa fase di progettazione preliminare, di ottenere un livello di conoscenza tale, da permettere, di fare simulazioni e verifiche, che si discostano il meno possibile dalle condizioni reali.

Inquadramento Topografico

L'area oggetto del presente studio, ricade in C.da Celso-Pesces nel territorio comunale di Salemi, in provincia di Trapani, ad ovest del centro urbano di Salemi a nord ovest di Castelvetro e ad est di Marsala, 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° 257 della Carta d'Italia "Salemi" II N.O.* L'esatta ubicazione, è evidenziata nell'allegata corografia elaborata dallo scrivente.

Catastralmente gli impianti eolici, ricadono:

WTG 1 Foglio 10 part.IIIa 62 Comune di Salemi;

WTG 2 Foglio 11 part.IIIa 11 Comune di Salemi;

WTG 3 Foglio 8 part.IIIe 39-54 Comune di Salemi;

WTG 4 Foglio 27 part.IIIe 55-245 Comune di Salemi;

WTG 5 Foglio 39 part.IIIa 125 Comune di Salemi;

WTG 6 Foglio 71 part.IIIa 4 Comune di Salemi.

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento WGS84 UTM fuso 33N:

ID WTG	Est	Nord	Comune
1	301271,09	4188860,17	SALEMI
2	301668,00	4189645,01	SALEMI

3	301806,63	4190163,24	SALEMI
4	300019,56	4190996,80	SALEMI
5	298487,04	4190197,01	SALEMI
6	297670,59	4188028,50	SALEMI

Tutti gli aerogeneratori sono collocati nella contrada Celso-Pesces (WTG 1, WTG 2, WTG 3, WTG 4, WTG 5, WTG 6).

Le strade pubbliche di questo territorio sono collegate all'area afferente al parco eolico dalla presenza di una fitta rete di strade interpoderali e comunali. Da un punto di vista morfologico, l'impianto è collocato su un territorio collinare sub-pianeggiante, con pendii generalmente dolci e poco acclivi. Esso è altresì caratterizzato da un'altimetria compresa tra le isoipse di quota 400 m s.l.m. e 220 m s.l.m. in prossimità del comune di Salemi (TP).

Da un punto di vista dell'uso del suolo, l'area prescelta per l'installazione dell'impianto eolico è attualmente utilizzata a seminativo. La zona interessata dalle opere è per gran parte disabitata con la sola presenza di alcuni manufatti isolati e non abitati.

Lineamenti Geomorfologici ed Idrogeologici

Nelle linee generali, la morfologia dell'area è caratterizzata da un paesaggio collinare con quote comprese fra i 400 m. e i 520 m. s.l.m. In corrispondenza degli affioramenti pelitico-arenacei sono presenti solchi di ruscellamento e modeste linee d'impluvio, mentre gli affioramenti dei complessi gessosi sono interessati da fenomeni carsici. Gli impianti saranno collocati su un'area collinare sub-pianeggiante, con pendii generalmente dolci e poco acclivi.

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. Alcune forme di dissesto rilevate al di fuori delle aree di progetto, interessano le litologie plastiche, riferibili alle argille riferibili alla “Formazione Terravecchia”. 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). Dal punto di vista geomorfologico, pertanto, 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 Arena. Il reticolo idrografico è di tipo dendritico e il Fiume Arena costituisce il corso d’acqua principale, i cui affluenti sono degli impluvi aventi regime prevalentemente torrentizio con piene durante la precipitazione di piogge intense ed asciutti d’estate: il loro potere erosivo è fortemente variabile nel corso dell’anno. Durante il periodo di piena la fase erosiva, sarà prevalente nelle zone di massima pendenza, ma sarà presente con minore intensità anche nelle zone a pendenza modesta, mentre durante i periodi di magra non si avrà alcun tipo di attività.

Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, i siti in questione ricadono nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054); tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica né da rischio idraulico, *come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate.*

Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)



Infine, dalla consultazione del *Piano di Gestione dei siti Natura 2000*, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC).

L'assetto geomorfologico dell'area dipende quindi principalmente dai tipi litologici presenti, dal modello tettonico delle strutture geologiche dell'area e dalla differente azione degli agenti erosivi sulle diverse litologie.

Il paesaggio varia da tipo collinare, nelle zone interne, a tipicamente pianeggiante verso sud. La morfologia pianeggiante è il risultato delle oscillazioni, sollevamenti e abbassamenti che si sono verificati durante il Pleistocene. Morfologicamente, la zona in studio è caratterizzata da altitudine medie di 300 m s.l.m., costituiti da terreni argillo-sabbiose e depositi calcarenitici terrazzati. La presenza di diversi ordini di terrazzi marini (D'Angelo e Vernuccio, 1996) ad andamento sub-pianeggiante sono il risultato delle ripetute oscillazione del livello del mare a partire dal Pleistocene medio, a luoghi interrotti da solchi e incisioni naturali, che con pendenze molto blande, si sviluppano dalla linea di costa verso l'interno, che nelle aree più interne si contrappongono a morfologie di tipo collinare, con rilievi modesti e pendenze molto blande.

Verso le aree più interne affiorano terreni a prevalente componente argillosa caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato, costituiti da argille e argille sabbiose della Formazione

Terravecchia e dai depositi di fondovalle di origine fluviale quaternari affioranti lungo il percorso dei fiumi e valloni.

Tali litologie sono ricoperte da una coltre di alterazione di natura limo sabbiosa e di suolo agrario dello spessore variabile da pochi centimetri a 1,00 m circa.

Le pendenze sono molto modeste sia in corrispondenza degli affioramenti calcarenitici, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi. Quest'ultimi, sono modellati sia da movimenti in massa che dalle acque correnti superficiali. In generale, geomorfologicamente, l'area è caratterizzata da un modellamento di tipo fluvio-denudazionale, dovuto all'azione delle acque meteoriche in tutti gli aspetti, conseguenti allo scorrimento delle acque selvagge e delle acque incanalate e si differenzia a seconda dei litotipi su cui agisce in funzione del diverso grado di alterabilità fisica e chimica delle rocce e del loro diverso grado di erodibilità.

Il rilievo di superficie e le indagini dirette in loco, ci permettono di avere delle buone garanzie, allo stato attuale, circa la stabilità dell'area all'interno della quale devono essere realizzate le opere in progetto.

Quindi, l'assetto morfologico esistente allo stato attuale è tale da non indurre nessuna preoccupazione circa la stabilità dell'area indagata.

Dal punto di vista della permeabilità i terreni affioranti sono stati così distinti:

Complesso Idrogeologico della Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice, della Formazione Baucina e del G.T.S.

I depositi terrigeni (sabbie e calcareniti) della MAB e della Formazione Baucina, 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 delle Argille della Formazione di Terravecchia

I terreni afferenti a questa Formazione sono da poco permeabili ad impermeabili. Tali litotipi presentano una permeabilità così bassa da essere, ai fini del presente studio, considerati impermeabili. Tuttavia, all'interno della coltre superficiale piuttosto alterata e degradata non è raro rinvenire modesti adunamenti idrici superficiali, così come all'interno dei rari livelli arenitici che essendo dotati di una elevata porosità possono essere sede di locali falde acquifere confinate.

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

Lineamenti Geologici

L'area in esame ricade nella Sicilia sud-occidentale compresa tra i monti Sicani occidentali ad est, le piane di Marsala e Mazara del Vallo ad ovest e a sud, i monti di Trapani a nord e ricade nei bacini idrografici compresi tra il fiume Birgi e il fiume Màzaro, del fiume Màzaro e del Fiume Arena. L'assetto geologico-strutturale dell'area è caratterizzata dalla presenza di più unità tettoniche derivanti dalla deformazione di rocce riferibili alla Piattaforma Trapanese e al Bacino Imerese.

Nell'area in studio affiorano le successioni terrigene costituite da depositi clastici continentali e marini del Tortoniano – Pleistocene inferiore di avanfossa o dei bacini satelliti. Questi terreni ricoprono una pila di carbonatica meso-cenozoici di piattaforma carbonatica e carbonatico-pelagica (Trapanese-Saccense), e le relative coperture terrigene oligo-mioceniche, note nel dettaglio grazie ai pozzi di ricerca dell'AGIP, oggi ENI s.p.a.. Tali terreni affiorano estesamente al di fuori dell'area di indagine (Monti Sicani e Monti di Trapani).

Questi terreni sono stati, a loro volta, deformati da una seconda fase plicativa transpressiva, databile al Pliocene medio-superiore, che li ha organizzato in sistemi di pieghe con lunghezza d'onda chilometrica ed assi prevalentemente orientata E-O, NO-SE e SO-NE. Queste deformazioni hanno interessato il sistema più antico, producendo sistemi di faglie inverse ad alto angolo fuori sequenza. Le geometrie di queste strutture di regola corrispondono all'assetto tettonico dei corpi carbonatici sepolti.

Al fine di ricostruire la locale serie stratigrafica è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie sui terreni interessati dal progetto ed opportunamente esteso alle aree limitrofe. Dal rilevamento di superficie è emerso che affiorano i seguenti termini litostratigrafici rappresentati nella carta geologica e che dal basso verso l'alto, cioè dal più antico al più recente sono così descritti:

- **La Formazione Terravecchia (*Oligocene inferiore - Miocene medio*)**

La Formazione Terravecchia, appresenta i depositi più antichi, affioranti nell'area di studio. Fu introdotta da Schmidt di Friedberg nel 1962 e assunse il nome dalla località tipo, il fianco settentrionale di Cozzo Terravecchia, circa 2 km a nord di S. Caterina Villarmosa.

I depositi, di età compresa tra il Tortoniano sup. ed il Messiniano inf. (Miocene superiore), si sono depositi in un ambiente lagunare-deltizio e pertanto sono caratterizzati da una forte eteropia di facies sia laterale che verticale. Tale formazione è costituita in basso da una sequenza conglomeratica più o meno potente, passante verso l'alto a sabbie, arenarie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille ed argille marnose, spesso siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile, talora anche con lenti conglomeratiche. Tali sedimenti si presentano sotto due litofacies tipiche: litofacies sabbioso-arenacea-conglomeratica e litofacies argilloso-marnosa-sabbiosa, nell'area in esame è stata rilevata soltanto la prima.

Litofacies sabbioso-arenacea-conglomeratica:

comprende le sequenze prevalentemente sabbiose, arenacee e conglomeratiche presenti nella formazione. I conglomerati rappresentano la parte inferiore della Fm. Terravecchia e sono rappresentati da conglomerati poligenici, con elementi a spigoli arrotondati di natura arenacea, carbonatica, metamorfica, per lo più di alto grado e, in subordine, ignea. Tali elementi si presentano variamente cementati e talvolta lo sono maggiormente assumendo caratteristiche di materiali semilapidei; sono generalmente embriciati ed hanno dimensioni variabili da pochi centimetri a circa un metro, immersi in una matrice sabbiosa generalmente abbondante. Verso la sommità aumentano le intercalazioni di sabbia ed i ciottoli sono sempre più piccoli e sempre meno embriciati, fino a passare ad una zona costituita da arenarie con sporadiche intercalazioni argillose. La sequenza sabbioso-arenacea è costituita da una potente serie di sabbie, sabbie siltose, arenarie, arenarie molassiche, molasse calcaree di colore da giallastro a grigio, talora con sottili livelli pelitici. La giacitura è in genere lenticolare con stratificazione evidente, spesso incrociata e sono presenti laminazioni incrociate, piane ed a lisca di pesce, con inclinazione spesso variabile delle lamine. La tessitura è clastica con elementi in genere quarzosi, la matrice pelitica ed il grado di cementazione variabile. Il cemento è generalmente di natura argillosa e le sabbie passano a vere e proprie molasse. Quando le sabbie sono cementate da silice si presentano durissime e passano a vere e proprie quarziti. Il grado di erodibilità va da scarso ad elevato in relazione al grado di cementazione.

Litofacies argilloso-marnosa-sabbiosa

E' caratterizzata da argille, argille sabbiose, siltose o marnose di colore grigio-azzurro e grigio verdastro, spesso con cristalli di gesso, dure e compatte, a frattura concoide e con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione. La tessitura è brecciata e talora a scaglie; la stratificazione è marcata dai sottili livelli sabbiosi intercalati. Le argille spesso

si presentano piuttosto tettonizzate con giunti variamente orientati caratterizzati da superfici lucide. Il grado di erodibilità è molto elevato.

Formazione Baucina (Messiniano superiore)

In affioramento marginalmente, questa formazione si trova in discordanza sui Gessi. E' rappresentata da sabbie e sabbie argillose passanti verso l'alto a marne giallastre, calcari marnosi e calcari organogeni. Rappresentano sedimenti di margine di piattaforma carbonatica in continuità di sedimentazione con la formazione Terravecchia. La datazione è riferibile al Messiniano. Questa formazione non è interessata dalle opere in progetto.

Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-superiore)

Questa Formazione è rappresentata da sei unità, riconosciute nell'ordine in cui si succedono stratigraficamente. Queste sono formate da una sequenza deposizionale denominata MAB inferiore, alla quale appartengono le unità da mab 1 sino a mab 5. Alla MAB superiore appartiene l'unità mab 6.

Unità mab 1 - E' costituita da depositi torbiditici rappresentati da alternanze di quarzareniti a gradazione diretta con livelli pelitici. La sua continuità laterale è limitata a pochi chilometri.

Unità mab 2 - E' caratterizzata da ripetute alternanze di livelli di 10-60 cm di spessore di areniti e peliti. Si osserva la presenza di grosse lenti sabbiose che si assottigliano lateralmente nello spessore di 20-30 m e che appaiono talora troncate da incisioni concave verso l'alto riempite successivamente da sabbie canalizzate. A questi si alternano orizzonti prevalentemente pelitici con una certa frazione arenitica. Le sabbie sono per lo più quarzose con i singoli livelletti, separati da veli di ossidi. Il contenuto fossilifero è quasi del tutto assente, fatta eccezione per macroforaminiferi bentonitici rimaneggiati. Lo spessore supera i 200 m.

Unità mab 3 - Il limite inferiore di questo orizzonte è molto regolare e l'insieme degli strati costituisce un corpo tabulare dello spessore medio di 50 m. Non si tratta, almeno nei livelli superiori, di torbiditi, in quanto sono presenti diffusi gusci di molluschi, del tutto preservati che difficilmente rimarrebbero intatti nelle correnti di torbida, piuttosto sarebbero depositi deltizi.

Unità mab 4 - è composta da spessori modesti di biocalcarenti ad Amphistegine nelle quali sono riconoscibili livelli detritici e livelli calcareo-organogeni con trasporto ridotto o assente. Il contenuto fossilifero è notevolissimo in quantità e varietà, ed è costituito quasi esclusivamente da faune di mare basso quali briozoi, alghe, molluschi, echinodermi, organismi bentonici.

Unità mab 5 - è rappresentata da un notevole spessore (in apparenza più di 300 m.) di marne ed argille con intercalazioni di sabbie contenenti una fauna a foraminiferi planctonici e con rari molluschi. In letteratura esse sono note sotto la definizione di Argille del Pliocene medio.

Unità mab 6 – il litotipo dominante è quello delle calcareniti risedimentate ad Amphistegine, inglobanti quasi esclusivamente faune di mare basso. I granuli di natura non biogena, provengono dallo smantellamento dei terreni calcarei del substrato, comprese le calcareniti della mab 4. I livelli in posto sono piuttosto rari composti da calcari organogeni. Si riscontrano, inoltre, livelli clastici a ciottoli con stratificazione obliqua. Tale unità risulta composta da sabbie fine di colore variabile dal giallo al bruno chiaro o rosso, con stratificazione irregolare e di interstrati formati da banchi ben cementati, marcati nei tagli dall'erosione selettiva. Tali sabbie sono prevalentemente costituite da granuli di quarzo, associati a frammenti di calcite e feldspati. Mostrano passaggi verticali e laterali, anche a scala del singolo affioramento, a calcareniti di colore giallo e rossastro, ben cementate, a cemento calcareo. Le calcareniti si possono presentare riccamente fossilifere e con una

variabilità estrema sia nella loro successione stratigrafica che come passaggi laterali. Possono essere infatti grossolane, cavernose, ben cementate, talora invece a grana fine e ricche di sabbia quarzosa. Le calcareniti spesso risultano costituite da arenarie organogene di colore bruno giallastro e sono caratterizzate da macrofaune piuttosto ricche disposte in grosse bancate e localmente in strati molto sottili, con intercalazioni di sottili strati limosi e sabbiosi. Gli elementi clastici presentano una granulometria non uniforme, che va dalle sabbie medie a quelle grossolane, con locali intercalazioni di lenti conglomeratiche di limitata estensione. Dal punto di vista petrografico e sedimentologico si osservano sia granuli ben arrotondati, sia elementi poco o per nulla arrotondati di natura calcarea e silicea. Sono altresì presenti banchi e lenti argilloso-sabbiosi di colore grigio mediamente addensati.

Terrazzo marino G.T.S. (Pleistocene superiore)

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;
- Regressioni con erosione o deposizione.

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

Tale unità, definita in letteratura geologica "Grande Terrazzo Superiore" che si sviluppa secondo una direzione parallela all'andamento dell'attuale

linea di costa, è costituita, localmente, calcareniti da sabbie, in parte cementate, con ciottoli mal classati, da limi sabbiosi e da argille sabbiose. Sovente la calcarenite viene asportata per mettere in luce il sottostante paleosuolo, testimone di una lunga fase di continentalità precedente la deposizione di questi sedimenti. Pleistocene superiore.

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.

Depositi di fondovalle (Olocene)

Depositi di fondo valle e terrazzi alluvionali in evoluzione, alluvioni recenti e antiche terrazzati in più ordini, depositi eluviali e colluviali. Depositi palustri costituiti da terre nere e argille grigiastre più o meno sabbiose.

Geologia dei siti di progetto

Per descrivere in dettaglio, dal punto di vista geologico, le aree interessate dagli impianti, è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie, opportunamente esteso alle aree limitrofe rispetto ai siti di progetto, che ha permesso di ricostruire in modo soddisfacente la successione dei terreni affioranti nell'area studiata. Ai fini di una più semplice descrizione delle aree dove ricadono gli impianti eolici, si è ritenuto suddividerli, per affioramenti interessati.

1. WTG1, WTG2, WTG3, WTG5 e WTG6

Nei primi tre siti in esame, affiorano i terreni costituiti da: *calcareniti sabbiose con lenti sabbioso-argillose, superiormente più compatta, scarsamente fossilifera afferente alla Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice (MAB) e in copertura le Calcarenite e le sabbie del Grande Terrazzo*

Superiore (G.T.S.), mentre per il sito WTG5 e WTG6 ricadono interamente sui terreni afferenti alla Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice.

2. WTG4

In questo sito affiorano i terreni costituiti da: *Formazione Terravecchia in facies argillo-marnoso-siltosa, con livelli sabbioso-argillosi: Argille e argille sabbiose grigio verdastre e argille grigie e di colore tabacco in superficie per alterazione, con foraminiferi planctonici, argille marnose biancastre ricche di globigerina e cristalli isolati di gesso, Oligocene inferiore - Miocene medio (Langhiano).*

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 del comune di Salemi 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 sciame 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 Salemi è classificato in zona 1 e di I° Categoria.

Codice ISTAT	Provincia	Comune	Categoria secondo la classificazione sismica precedente (sino al 1984)	Zona Classificazione vista l'ordinanza 3274/2003	Zona Nuova Classificazione
19081078	Trapani	Salemi	1	3	1

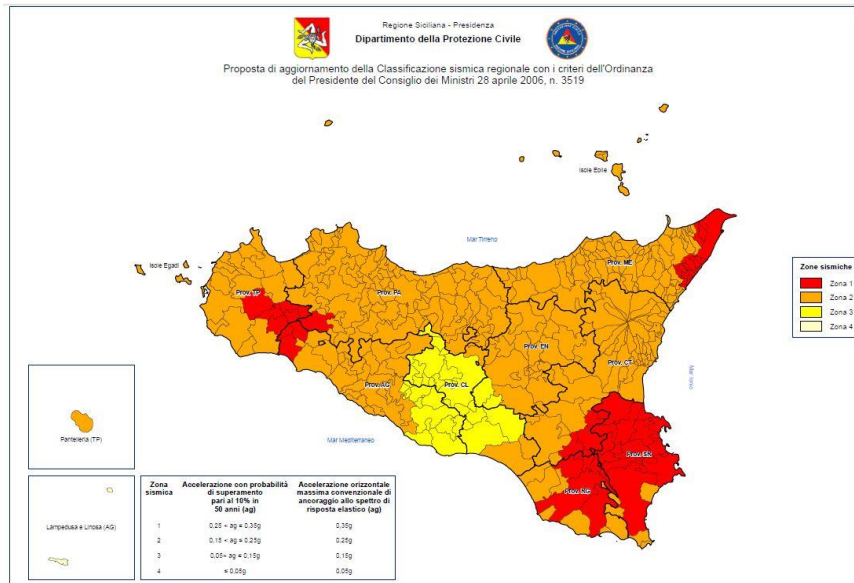
Il nuovo studio di pericolosità allegato all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni,

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 (ag), ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Zona	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	$0,25 < ag \leq 0,35$	0,35 g
2	$0,15 < ag \leq 0,25$	0,25 g
3	$0,05 < ag \leq 0,15$	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.

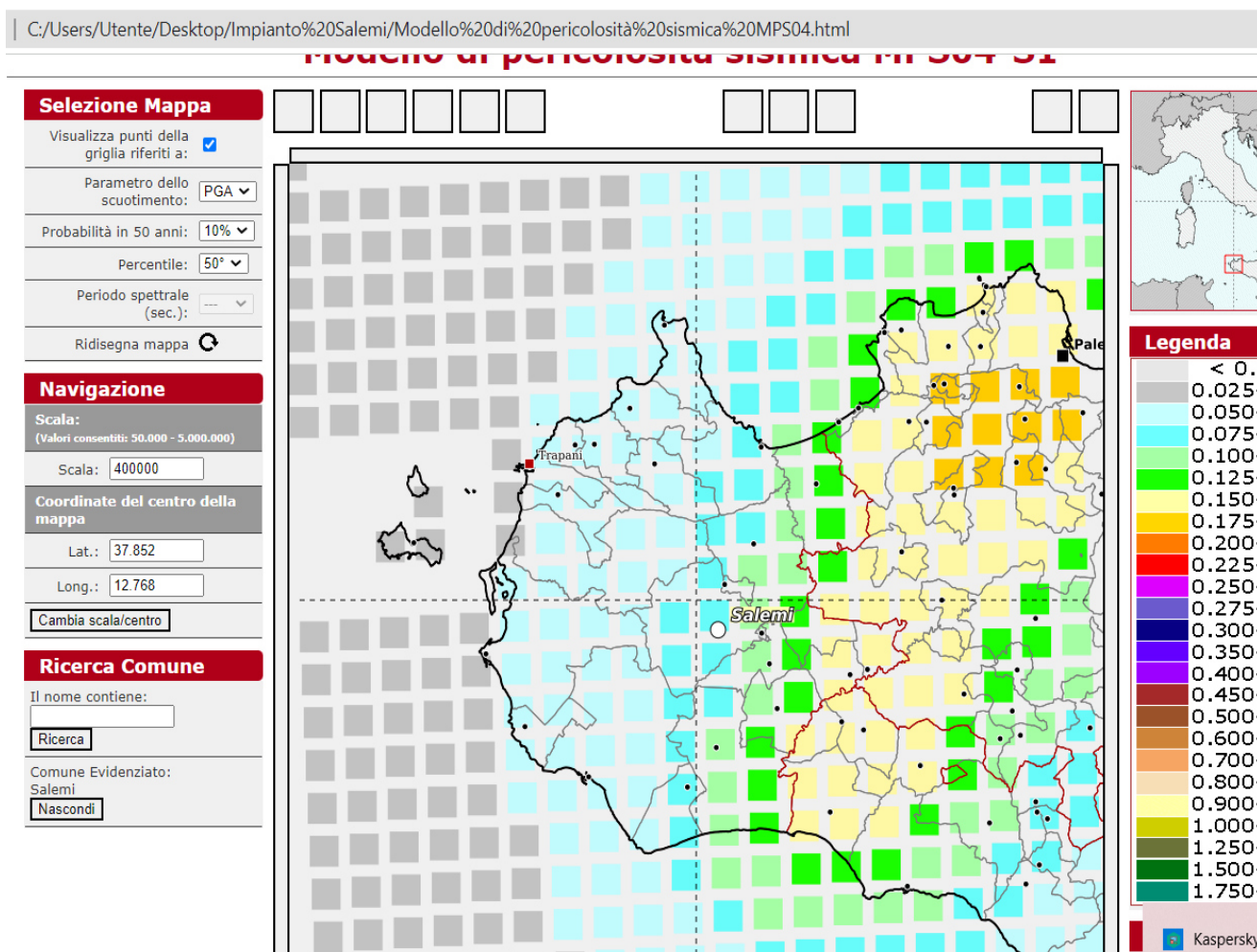


Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	0,25 < ag ≤ 0,35g	0,35g
2	0,15 < ag ≤ 0,25g	0,25g
3	0,05 < ag ≤ 0,15g	0,15g
4	≤ 0,05g	0,05g

Sulla base della proposta di aggiornamento, il territorio comunale di Salemi mantiene l'originaria categoria ma con rischio più elevato. Salemi con ag 0,1081.

La notte fra il 14/15 Gennaio 1968 questa parte della Sicilia fu colpita da una scossa di terremoto pari a 5,9 M, la più forte mai registrata in tempi storici in questa parte dell'isola. Tale evento non fu isolato ma costituì il main shock di una lunga crisi sismica. La scossa principale fu preceduta da una serie di eventi minori iniziati il 14 Gennaio, di cui quattro con magnitudo compresa fra 4,7 e 5,1 e seguita da altri 79 sismi, con una forte replica di Mw pari a 5,8 sino al 25 Gennaio. Dalla fine di Gennaio al mese di Giugno dello stesso anno furono registrati 65 terremoti con M>3 per un totale di 154 scosse e circa un migliaio di repliche con M>2.

MAPPA DI PERICOLOSITA' SISMICA



Per la definizione sismica del suolo di fondazione, sono state effettuate, n°6 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 $V_{s_{eq}}$ 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 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 microtrempi 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).



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 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 ghiere 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

- 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 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°6 prove geofisiche sismiche (tipo HVSR), correlati con i dati derivati dai sondaggi penetrometrici. I risultati dei sondaggi HVSR sono così riassunti:

WTG 1	Valore V_{seq} : 475.60 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 2	Valore V_{seq} : 514.85 m/s	Categoria di Suolo "B"

WTG 3	Valore Vseq: 510.35 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 4	Valore Vseq: 420.32 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 5	Valore Vseq: 543.91 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 6	Valore Vseq: 500.86 m/s	Categoria di 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 state effettuate sei prove penetrometriche, di tipo statico (DPSH), vedasi planimetria allegata.

Il penetrometro statico presenta queste caratteristiche:

- Peso della massa battente 63,5 kg;
- Altezza di caduta libera 0,75 cm;
- Peso delle aste 6,31 kg/ml;
- Diametro della punta conica 51mm.
- Lunghezza aste 1 m.

La prova consiste nel registrare il numero di colpi (N) necessari ad infiggere una quantità costante di 20 cm. di aste. Riportando su di un diagramma, in ascisse N ed in ordinate la profondità in metri, si ricava il profilo penetrometrico.

Dai dati ricavati dall'interpretazione dei sondaggi penetrometrici p.p. WTG1, WTG2 e WTG3 si estrapola, dall'alto verso il basso, la seguente stratigrafia:

-WTG1-WTG2 WTG3-

Strato n°1 dal p.c. a – 0,90 m. terreno agrario, terreno di copertura

Classificazione A.G.I.: poco addensato

Peso di volume	$\gamma=1,71$ T/mc.
Modulo Edometrico	43,00 Kg/cm ²
Angolo d'attrito non drenato	$\phi= 19,03^\circ$
Coesione non drenata	$C_u=0,26$ Kg/cm ²

Strato n°2 da –0,90 m. a –4,60 m. Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso.

Classificazione A.G.I.: moderatamente addensato

Peso di volume	$\gamma=2,03$ T/mc.
----------------	---------------------

Modulo Edometrico	124,00 Kg/cm ²
Angolo d'attrito non drenato	$\phi=26,44^\circ$
Coesione non drenata	$C_u=0,82$ Kg/cm ²

Tutto questo ha permesso la definizione delle stratigrafie sui siti WTG1-WTG2-WTG3:

- Terreno agrario con livello di alterazione dal p.c. a -0,90 m da asportare.
- Depositi calcarenitici terrazzati da -0,90 m a -4.60 m.

Litotipo	γ T/mc.	Φ ($^\circ$)	Modulo Edometrico Kg/cm ²
Terreno agrario sino a -0,90 m	1,71	19 $^\circ$	43
Depositi calcarenitici terrazzati da -0,90 m a -4,60 m.	2,03	26 $^\circ$	124,00

Dai dati ricavati dall'interpretazione del sondaggio penetrometrico p.p. WTG4 si estrapola, dall'alto verso il basso, la seguente stratigrafia:

-WTG4-

Strato n°1 dal p.c. a - 0,80 m. terreno agrario

Classificazione A.G.I.: poco addensato

Peso di volume	$\gamma=1,42$ T/mc.
----------------	---------------------

Modulo Edometrico	33,90 Kg/cm ²
Angolo d'attrito non drenato	$\phi = 20^\circ$
Coesione non drenata	$C_u = 0,29$ Kg/cm ²

Strato n°2 da -0,80 m. a -5,00 m. Argille sabbiose e limi sabbiosi

Classificazione A.G.I.: moderatamente addensato

Peso di volume	$\gamma = 1,51$ T/mc.
Modulo Edometrico	62,56 Kg/cm ²
Angolo d'attrito non drenato	$\phi = 21^\circ$
Coesione non drenata	$C_u = 0,54$ Kg/cm ²

Tutto questo ha permesso la definizione della stratigrafia sul sito WTG4:

-Terreno agrario con livello di alterazione dal p.c. a -0,80 m da asportare

-Argille sabbiose da -0,80 m a -5,00 m.

Litotipo	γ T/mc.	Φ (°)	Modulo Edometrico Kg/cm ²
Terreno agrario sino a -0,80 m	1,42	20°	43,00
Argille sabbiose da - 0,80 m a - 5,00 m.	1,51	21°	62,56

Dai dati ricavati dall'interpretazione del sondaggio penetrometrico p.p. WTG5 si estrapola, dall'alto verso il basso, la seguente stratigrafia:

-WTG5-

Strato n°1 dal p.c. a – 1,00 m. terreno agrario

Classificazione A.G.I.: incoerenti sciolti

Peso di volume	$\gamma=1,37$ T/mc.
Modulo Edometrico	30,48 Kg/cm ^q
Angolo d'attrito non drenato	$\phi=24^\circ$
Coesione non drenata	$C_u=0,19$ Kg/cm ^q

Strato n°2 da –1,00 m. a –3,90 m. Depositi pelitico arenacei

Classificazione A.G.I.: terreni scarsamente addensati addensato

Peso di volume	$\gamma=1,57$ T/mc.
Modulo Edometrico	39,36Kg/cm ^q
Angolo d'attrito non drenato	$\phi=26^\circ$
Coesione non drenata	$C_u=0,42$ Kg/cm ^q

Strato n°3 da –3,90 m. a –6,50 m. Argille sabbiose

Classificazione A.G.I.: terreni incoerenti mal addensati

Peso di volume	$\gamma=1,97$ T/mc.
Modulo Edometrico	60,67 Kg/cm ^q
Angolo d'attrito non drenato	$\phi=31^\circ$
Coesione non drenata	$C_u=1,07$ Kg/cm ^q

Tutto questo ha permesso la definizione della stratigrafia sul sito WTG5:

-Terreno agrario con livello di alterazione dal p.c. a -1,00 m da asportare

-Depositi pelitico arenacei da -1,00 m a -6,50 m.

Presenza di Falda a – 3,90 m

Litotipo	γ T/mc.	Φ (°)	Modulo Edometrico Kg/cm ^q
Terreno agrario sino a -1,00 m	1,37	24°	30,48
Argille sabbiose da – 1,00 m a – 6,50 m. Presenza di Falda a -3,90 m	1,57-1,97	26°-31°	39,36-60,67

Dai dati ricavati dall'interpretazione del sondaggio penetrometrico p.p. WTG6 si estrapola, dall'alto verso il basso, la seguente stratigrafia:

-WTG6-

Strato n°1 dal p.c. a – 0,80 m. terreno agrario

Classificazione A.G.I.: poco addensato

Peso di volume	$\gamma=1,52$ T/mc.
Modulo Edometrico	22,50 Kg/cm ^q
Angolo d'attrito non drenato	$\phi= 20^\circ$
Coesione non drenata	$C_u=0,19$ Kg/cm ^q

Strato n°2 da –0,80 m. a –4,00 m. Argille sabbiose

Classificazione A.G.I.: moderatamente addensato

Peso di volume	$\gamma=1,66$ T/mc.
Modulo Edometrico	50,70 Kg/cm ²
Angolo d'attrito non drenato	$\phi=21^\circ$
Coesione non drenata	$C_u=0,42$ Kg/cm ²

Strato n°3 da -4,00 m. a -5,20 m.

Classificazione A.G.I.: moderatamente addensato

Peso di volume	$\gamma=1,92$ T/mc.
Modulo Edometrico	
Angolo d'attrito non drenato	$\phi=22^\circ$
Coesione non drenata	$C_u=1,07$ Kg/cm ²

Tutto questo ha permesso la definizione della stratigrafia sul sito WTG6:

-Terreno agrario con livello di alterazione dal p.c. a -0,80 m da asportare

-Argille sabbiose da -0,80 m a -5,20 m.

Litotipo	γ T/mc.	Φ (°)	Modulo Edometrico Kg/cm ²
Terreno agrario sino a -0,80 m	1,42	20°	43,00
Argille sabbiose da - 0,80 m a - 5,20 m.	1,51	21°	62,56

In appendice sono riportate le schede di caratterizzazione geomeccanica delle prove penetrometriche DPSH.

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 delle prove penetrometriche effettuate, comparate con i risultati delle prove su campioni di contesti geologici simili. 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 singolo aerogeneratore, che prevede il prelievo di campioni di rocce e terre, da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Pertanto, in fase di progettazione esecutiva, si raccomanda di 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_{seq} registrate in questa fase di progettazione.

I principali parametri geotecnici possono essere così riassunti

-WTG1-WTG2-WTG3-

Parametri fisico meccanici	Terrazzo marino
----------------------------	-----------------

Peso di volume	2,03 t/mq
Coesione non drenata	0,82 kg/cmq
Angolo di attrito interno	26°
Modulo Edometrico	124 Kg/cmq
Modulo di Young	120 kg/cmq

-WTG4-

Parametri fisico meccanici	Depositi Argillo-sabbiosi, conglomerati e arenarie Formazione Terravecchia
Peso di volume	1,51 T/mc
Coesione non drenata	0,54 Kg/cmq
Angolo di attrito interno	21°
Modulo Edometrico	62,56 kg/cmq

-WTG5-WTG6-

Parametri fisico meccanici	Formazione MAB
Peso di volume	1,57-1,90 T/mc
Coesione non drenata	0,42-1,07 Kg/cmq
Angolo di attrito interno	21°-22°

Modulo Edometrico	39,36-60,67 kg/cmq
Modulo di Young	33,80-85,90 kg/cmq

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.

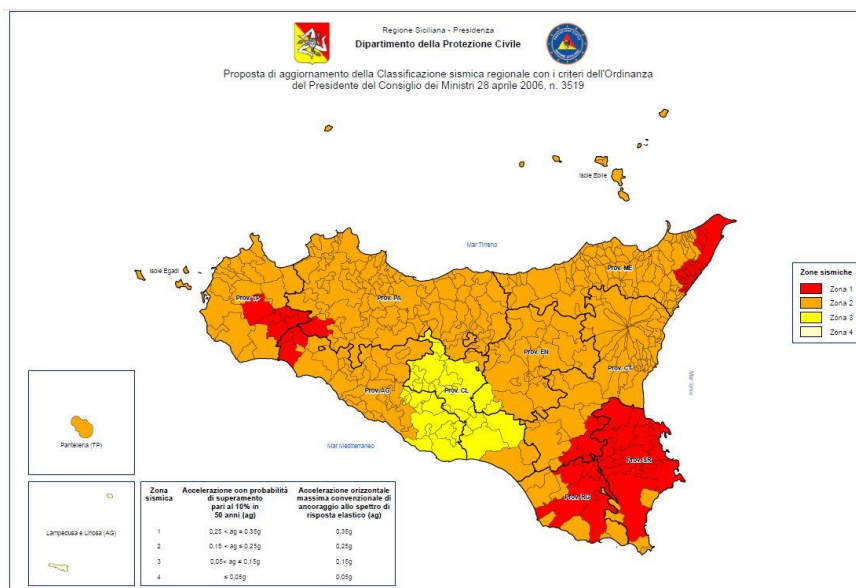
Dall'analisi della cartografia tematica allegata al **Piano per l'Assetto Idrogeologico P.A.I. 2005**, relativo al **bacino idrografico del Fiume Arena**, approvato con il DPRS_n° 229 del 04.06.2007, all'interno del quale ricade il sito di pertinenza all'impianto in progetto, si evince che **i lotti 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).

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 del Comune di Salemi 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 versanti sub-pianeggianti, 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, il territorio di Salemi mantiene l'originaria categoria ma con rischio più elevato ag 0,1403.

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

-WTG1-WTG2-WTG3-

Parametri fisico meccanici	Terrazzo marino
Peso di volume	2,03 t/mq
Coesione non drenata	0,82 kg/cmq
Angolo di attrito interno	26°
Modulo Edometrico	124 Kg/cmq
Modulo di Young	120 kg/cmq

-WTG4-

Parametri fisico meccanici	Depositi Argillo-sabbiosi, conglomerati e arenarie
----------------------------	--

	Formazione Terravecchia
Peso di volume	1,51 T/mc
Coesione non drenata	0,54 Kg/cm ^q
Angolo di attrito interno	21°
Modulo Edometrico	62,56 kg/cm ^q

-WTG5-WTG6-

Parametri fisico meccanici	Formazione MAB
Peso di volume	1,57-1,90 T/mc
Coesione non drenata	0,42-1,07 Kg/cm ^q
Angolo di attrito interno	21°-22°
Modulo Edometrico	39,36-60,67 kg/cm ^q
Modulo di Young	33,80-85,90 kg/cm ^q

I sopralluoghi effettuati, hanno anche permesso di verificare, lo stato dei luoghi interessati dal percorso previsto per interrimento del cavidotto (17 km circa) e dalla realizzazione della cabina utente e storage. L'impianto di storage occupa una porzione del foglio 292 part 258 del C.T. del Comune di Trapani, mentre il percorso del cavidotto previsto, interesserà la viabilità esistente, ricadendo sui territori dei comuni di Salemi, Marsala e Trapani.

Allo stato attuale, non sono stati riscontrati criticità geomorfologiche e/o dissesti che possono pregiudicare gli scavi e gli interri, per la posa dei cavidotti e per la realizzazione della cabina utente e storage. In ogni caso è

indispensabile, prima dell'inizio dei lavori, rispettare le prescrizioni di seguito riportate.

Prescrizioni per indagini geognostiche in Fase di progetto esecutivo

Le risultanze geotecniche di questo studio di fattibilità sono da intendersi puramente indicative per una caratterizzazione generale delle aree di studio, utili per questo livello di progettazione.

Al fine di caratterizzare le aree d'indagine in modo estremamente approfondito e restituire al progettista dati geotecnici molto accurati per dimensionare ogni singola opera in fase di progetto esecutivo, lo scrivente prescrive di eseguire n° 1 carotaggio continuo, da spingersi fino ad una profondità di 30/35 metri dal piano di posa delle fondazioni degli aerogeneratori; per ogni sondaggio, inoltre, si prescrive di eseguire 4/5 prove SPT (in funzione del numero di strati attraversati), di effettuare tre prove di permeabilità a carico variabile nei terreni a diversa litologia (una nel terrazzo marino, una nei depositi della Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice (MAB) e una nei depositi della Formazione Terravecchia) e prelevare n° 3/4 campioni indisturbati a sondaggio sui quali eseguire le seguenti prove di laboratorio geotecnico:

- Proprietà fisiche (contenuto d'acqua, peso di volume e peso specifico).
- Granulometria completa.
- Limiti di consistenza (per i terreni argillosi e limosi).
- Prove di taglio diretto con restituzione dei valori di coesione ed angolo di attrito.
- Prove di compressione edometrica con restituzione dei parametri C_v , K_v e M_v .

Si consiglia inoltre, di effettuare per ogni singolo aerogeneratore una prova geoelettrica.

Infine le acque di ruscellamento dovranno 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.

Agrigento lì

Dott. Geol. Maurizio Miceli



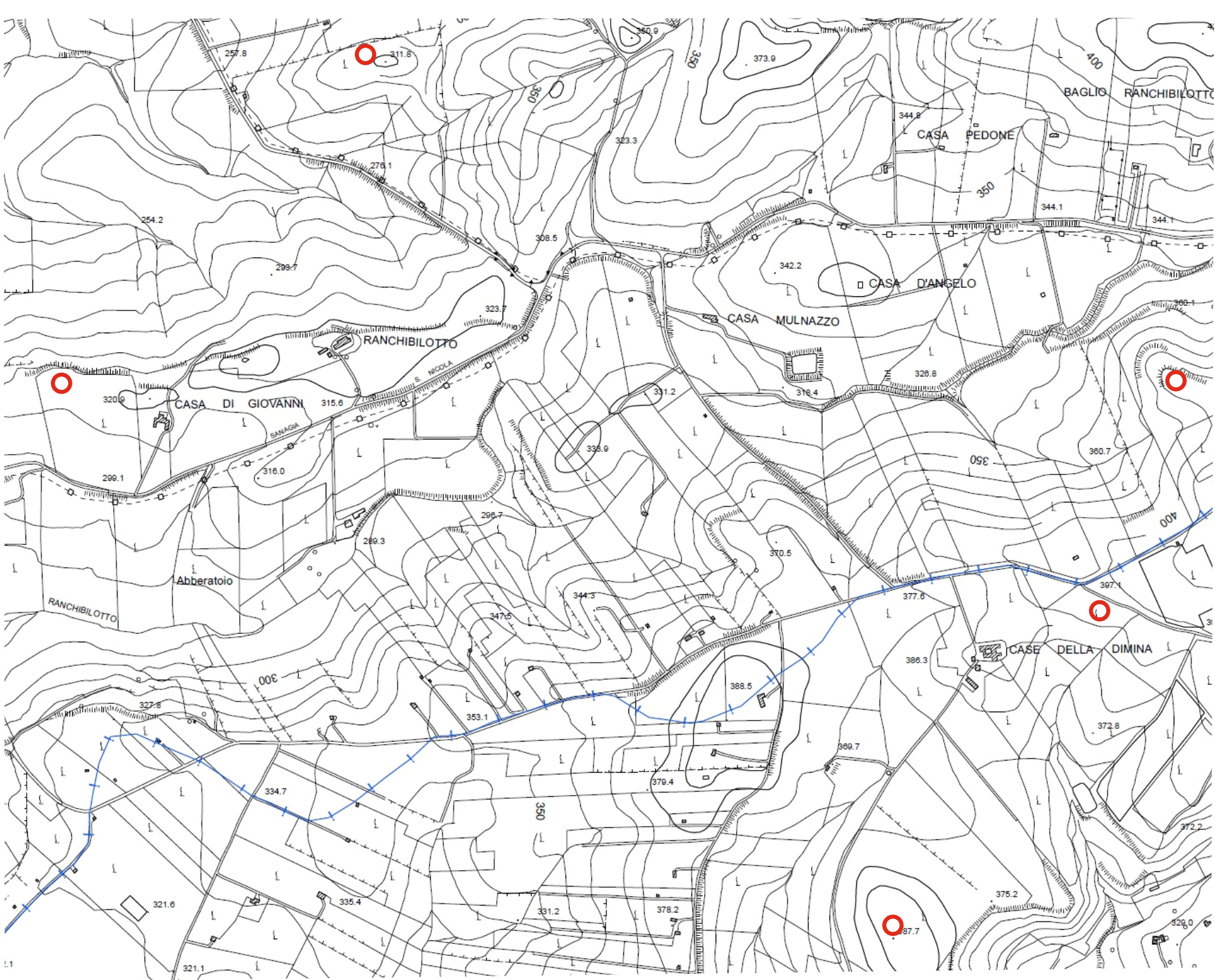
A circular professional stamp of the Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, Agrigento. The stamp contains the text: "ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA", "Dott. Geol. MICELI MAURIZIO", and "N° 1819". A blue ink signature "M. Miceli" is written over the stamp.

Dott. Geol. Leonardo Mauceri



A circular professional stamp of the Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, Agrigento. The stamp contains the text: "ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA", "Dott. Geol. MAUCERI LEONARDO", and "N. 460". A blue ink signature "L. Mauceri" is written over the stamp.

ALLEGATI



Stralcio Aerofotogrammetrico Scala 1:10.000



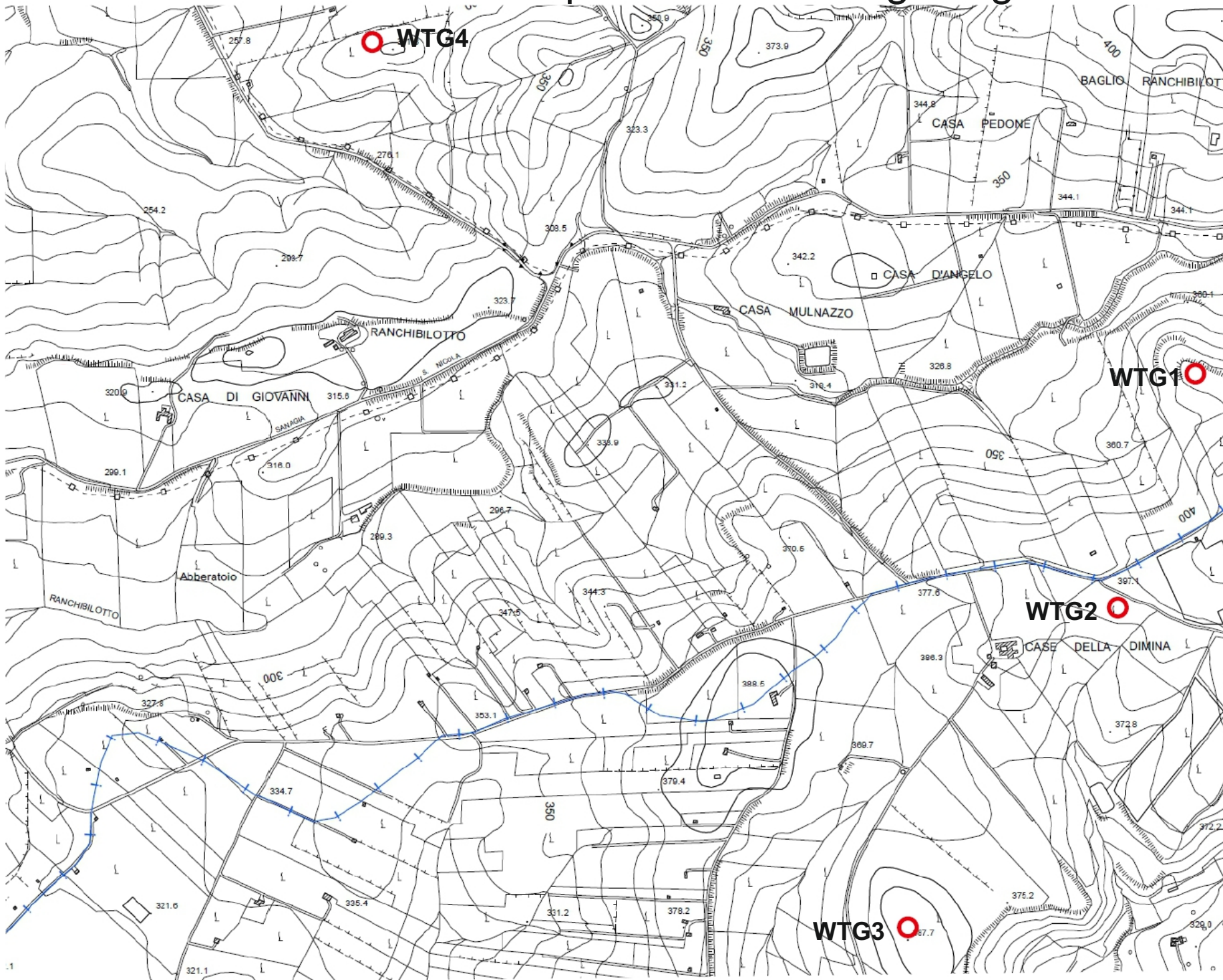
WTG6

Αεροφωτογραμμετρικό

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Bacino Idrografico
del Fiume Arena

Carta dei Dissesti
Scala 1:10.000



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
- Silo 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 Magazzone
- Limite comunale

 WTG4

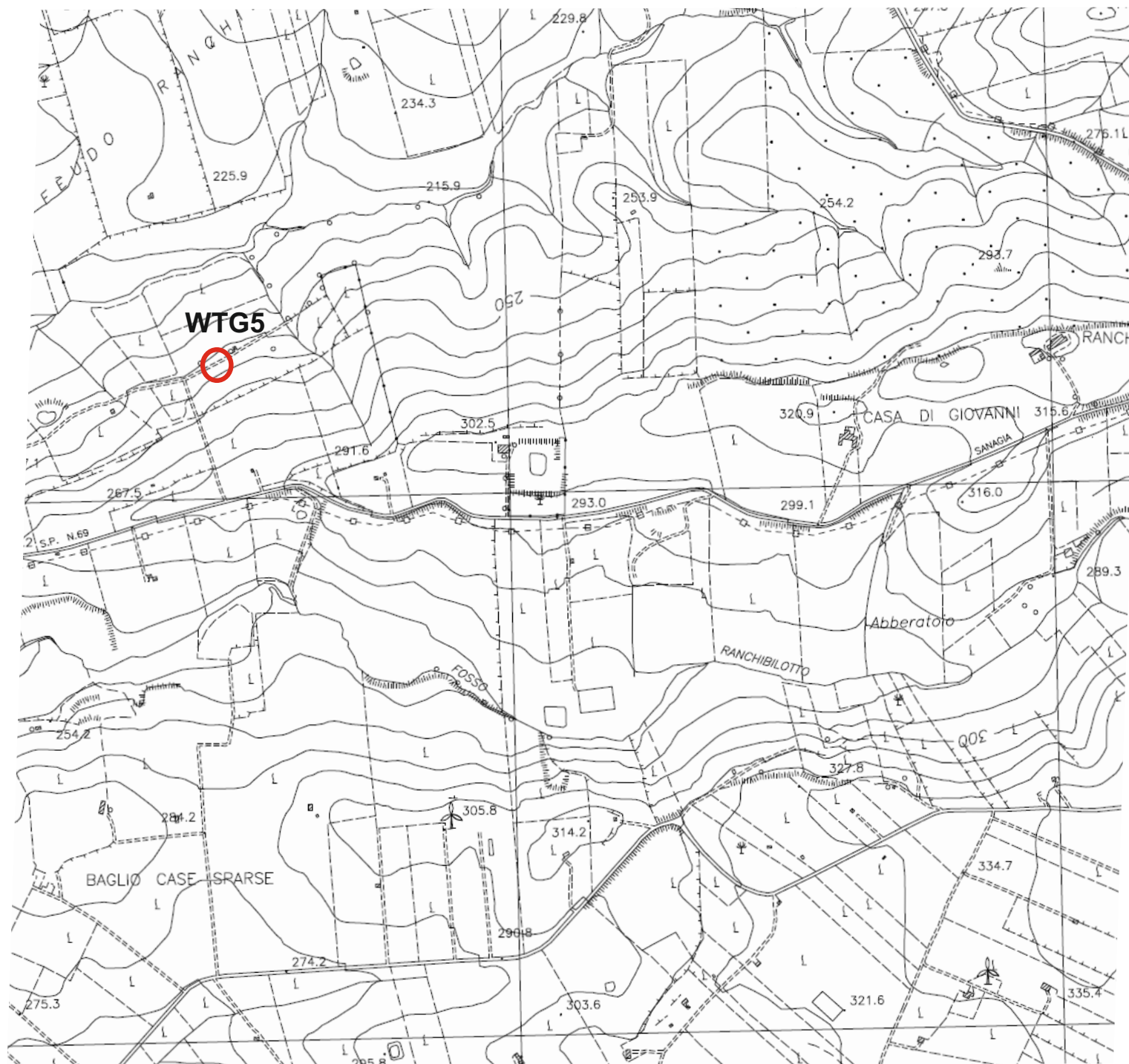
Aerogeneratore

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Bacino Idrografico
del Fiume Arena

Carta dei Dissesti

Scala 1:10.000



LEGENDA

FENOMENI FRANOSI

- Crolio e/o ribattamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti dovuti ad erosione accelerata
- Sito di attenzione per dissesti potenziali

STATO DI ATTIVITA'

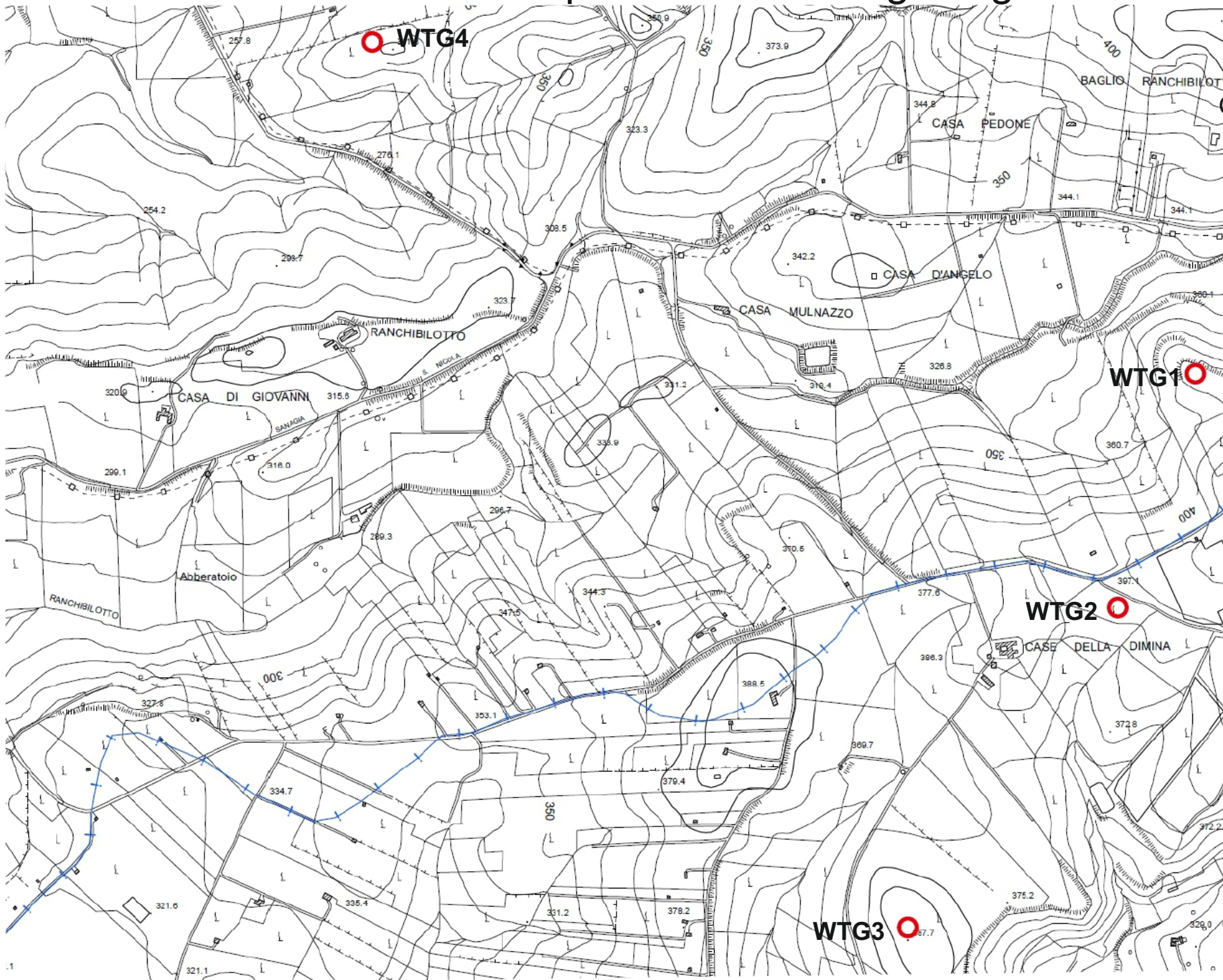
- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

- Limite Bacino
- Limite comunale

WTG5

Aerogeneratore

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico



Bacino Idrografico
del Fiume Arena

Carta della Pericolosità
e del Rischio
Geomorfologico

Scala 1:10.000

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

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

LIVELLI DI RISCHIO

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

-  Limite Bacino
-  Limite comunale

 **WTG4**

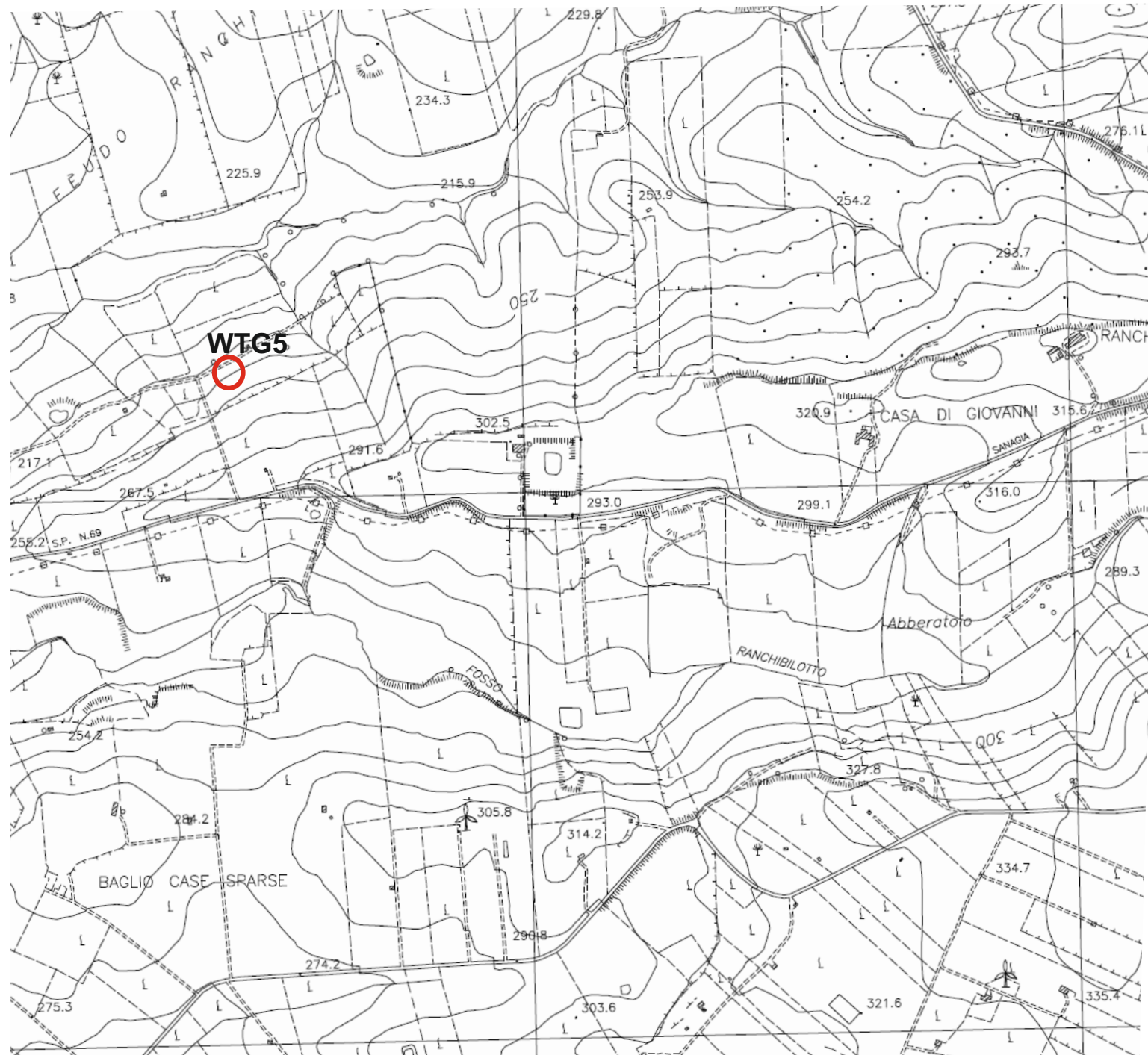
Aerogeneratore

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Bacino Idrografico
del Fiume Arena

Carta della Pericolosità
e del Rischio
Geomorfologico

Scala 1:10.000





LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

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

LIVELLI DI RISCHIO

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

-  Limite Bacino
-  Limite comunale

 **WTG5**

Aerogeneratore

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Bacino idrografico
del F. Arena
Carta della Pericolosità
e del Rischio Geomorfologico

Scala 1:10.000





LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

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

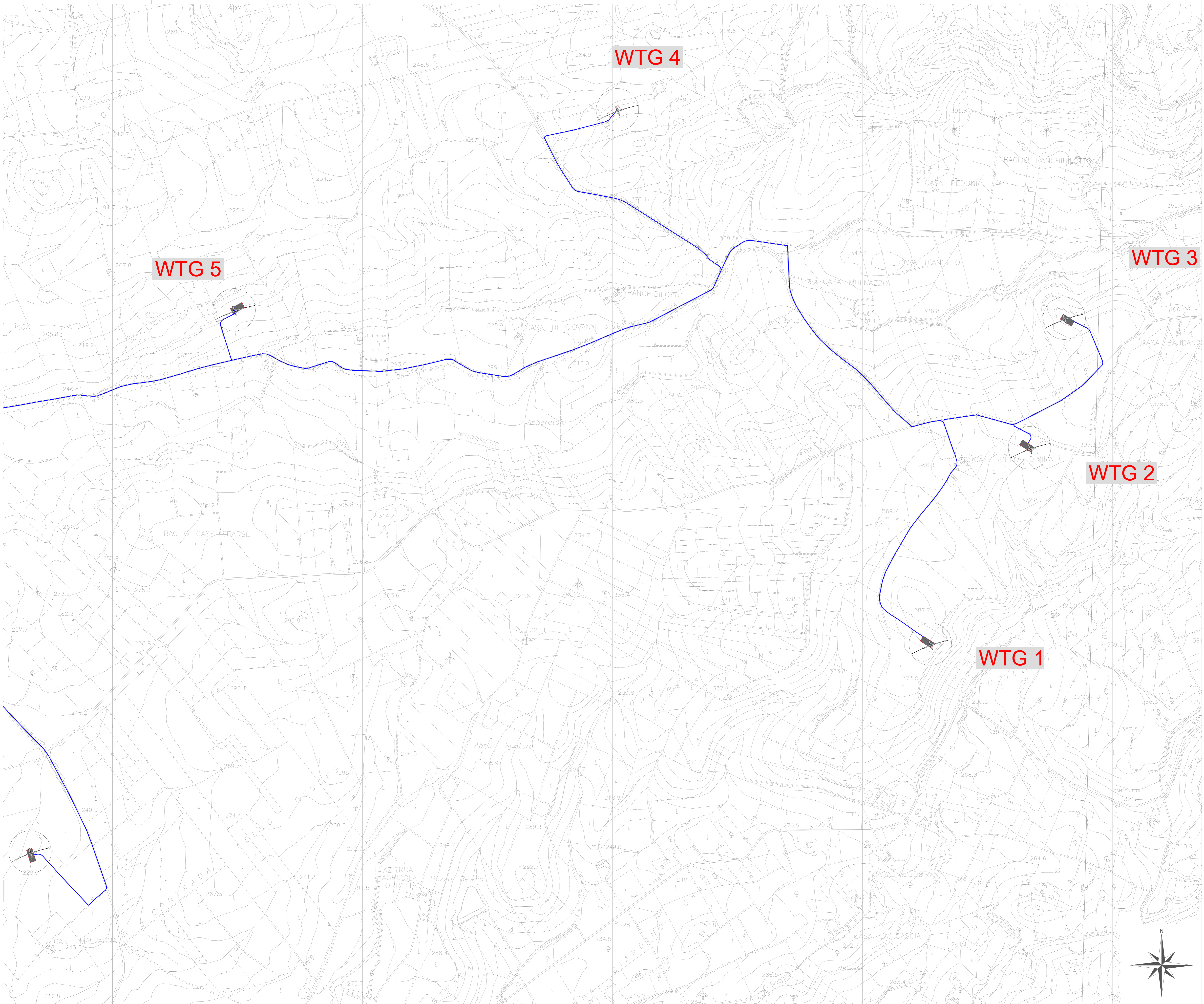
LIVELLI DI RISCHIO

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

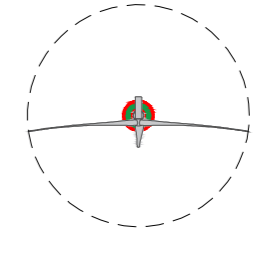

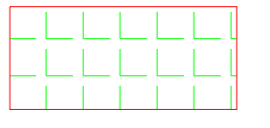


-  Limite Bacino
-  Limite comunale

 **WTG6**

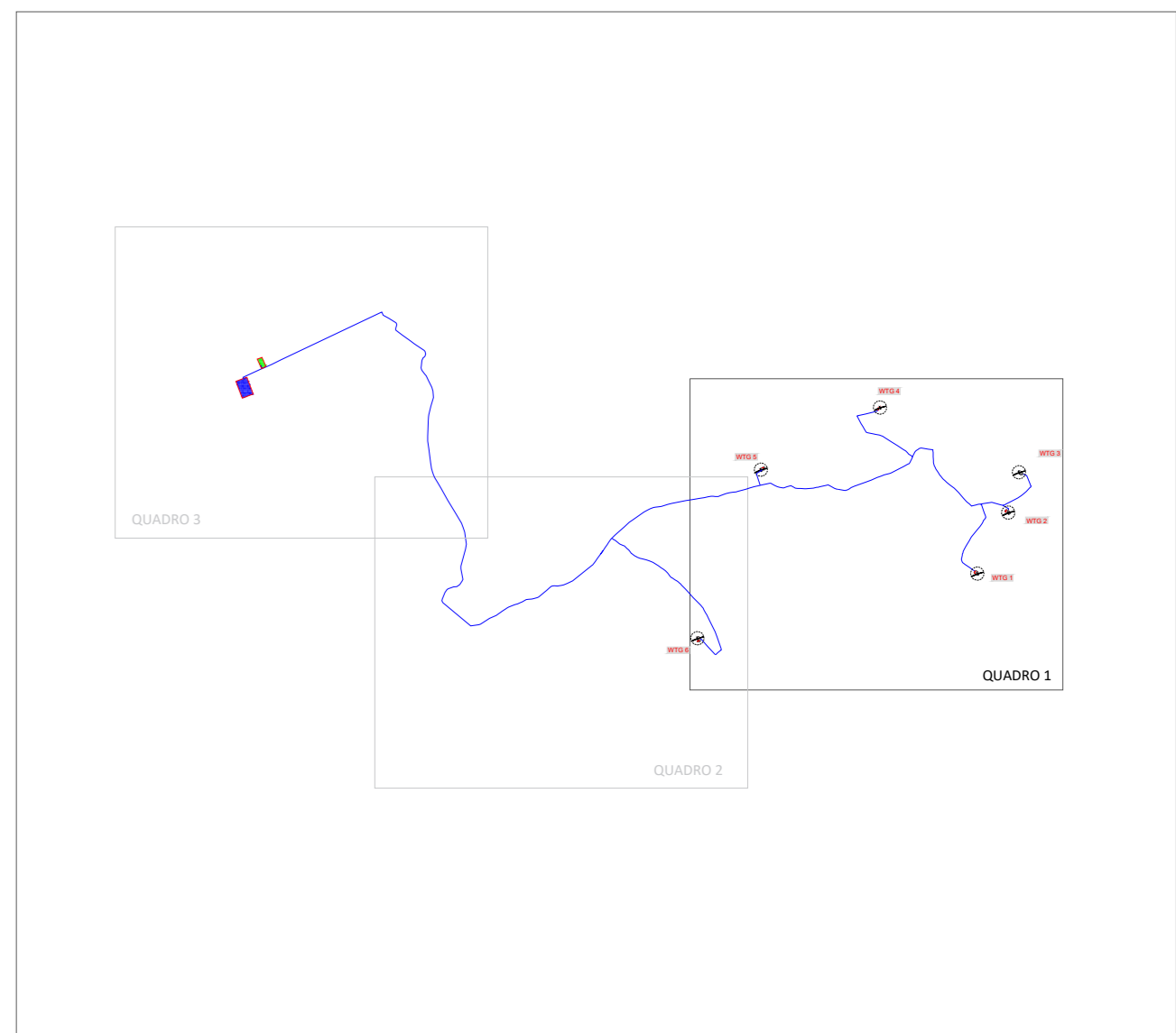
Aerogeneratore



LEGENDA IMPIANTO

-  AEROGENERATORE WTG
-  SE FULGATORE 2
-  AREA PER CABINA UTENTE E STORAGE
-  CAVIDOTTO
-  CONFINI COMUNALI

QUADRO DI UNIONE



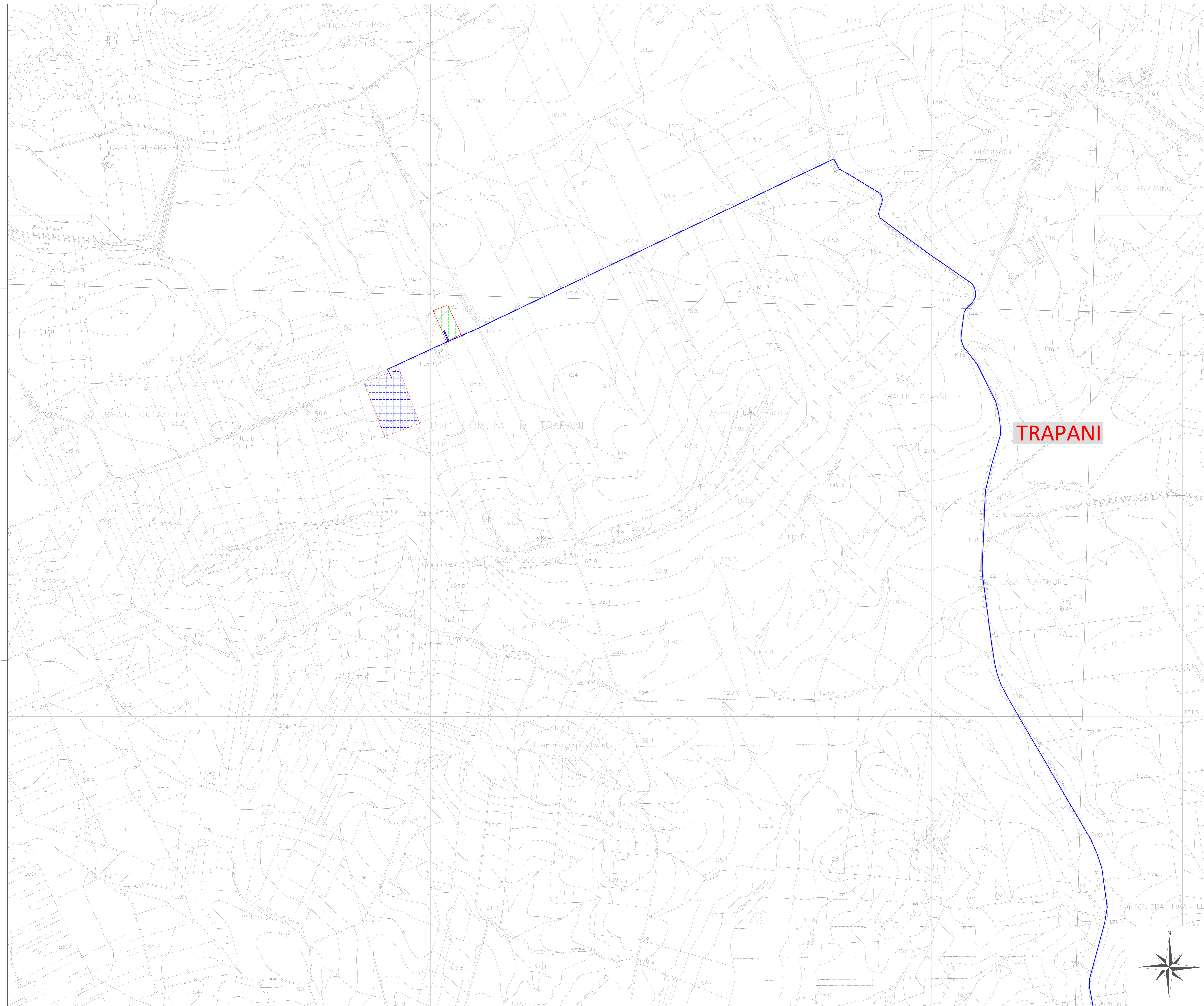
WTG 4

WTG 5

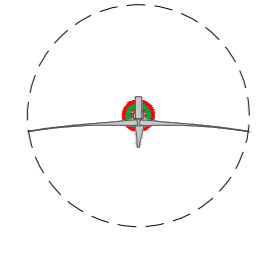

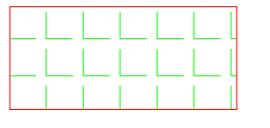


WTG 3

WTG 2

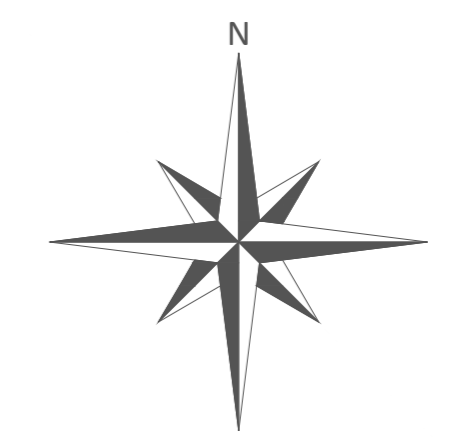
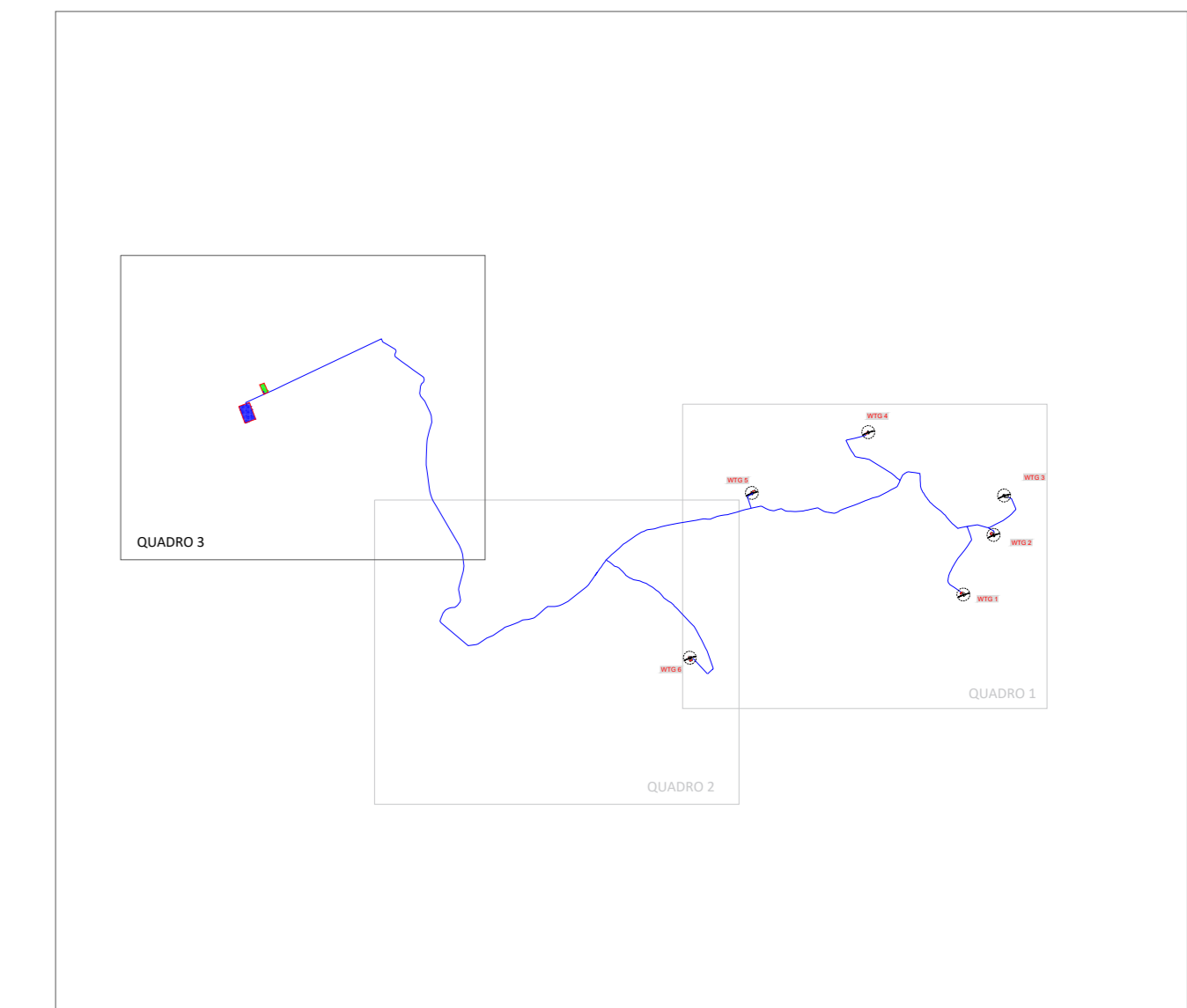
WTG 1



LEGENDA IMPIANTO

-  AEROGENERATORE WTG
-  SE FULGATORE 2
-  AREA PER CABINA UTENTE E STORAGE
-  CAVIDOTTO
-  CONFINI COMUNALI

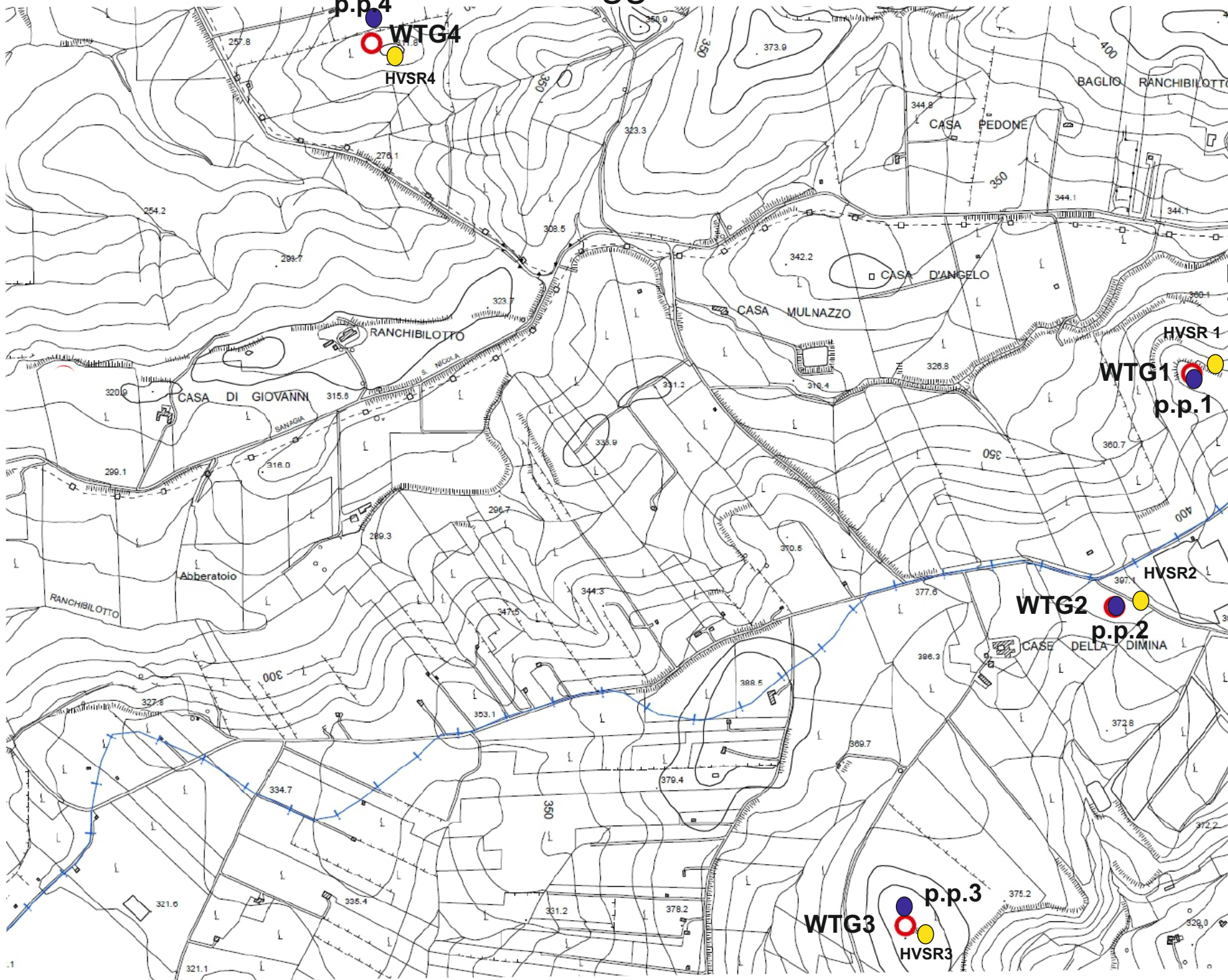
QUADRO DI UNIONE



Carta del Vincolo Idrogeologico (R.D. n°3267 del 30/12/1923 e R. D. n°1126 del 16/05/1926)



Carta dei sondaggi Scala 1:10.000



○ WTG4

Aerogeneratore

● p.p.2

Prova penetrometrica

● HVS 1

Sismica passiva

WTG1
p.p.1

WTG2
p.p.2

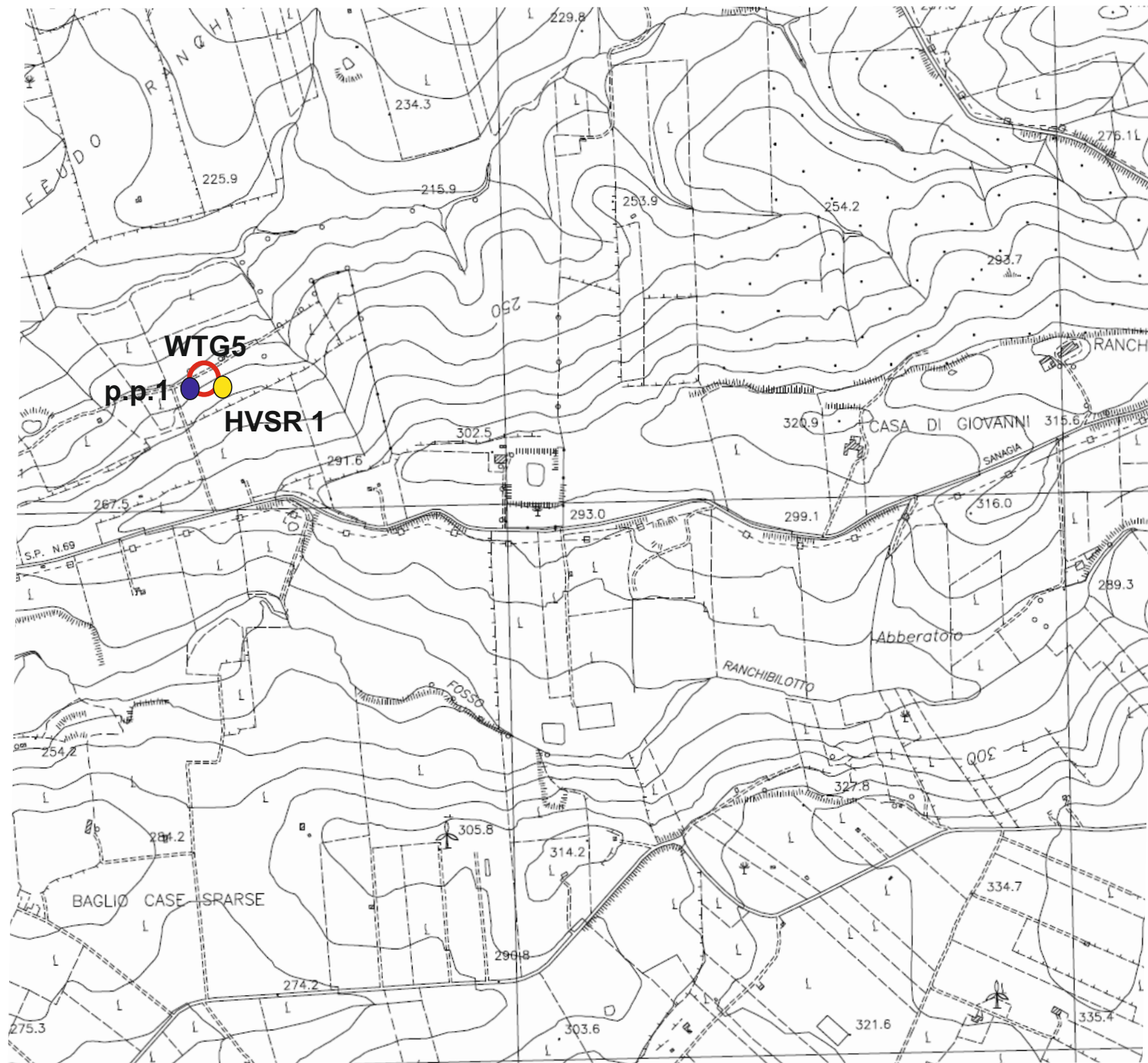
WTG3
p.p.3
HVS3

p.p.4
WTG4
HVS4

HVS1

HVS2

Carta dei sondaggi Scala 1:10.000



○ WTG5

Aerogeneratore

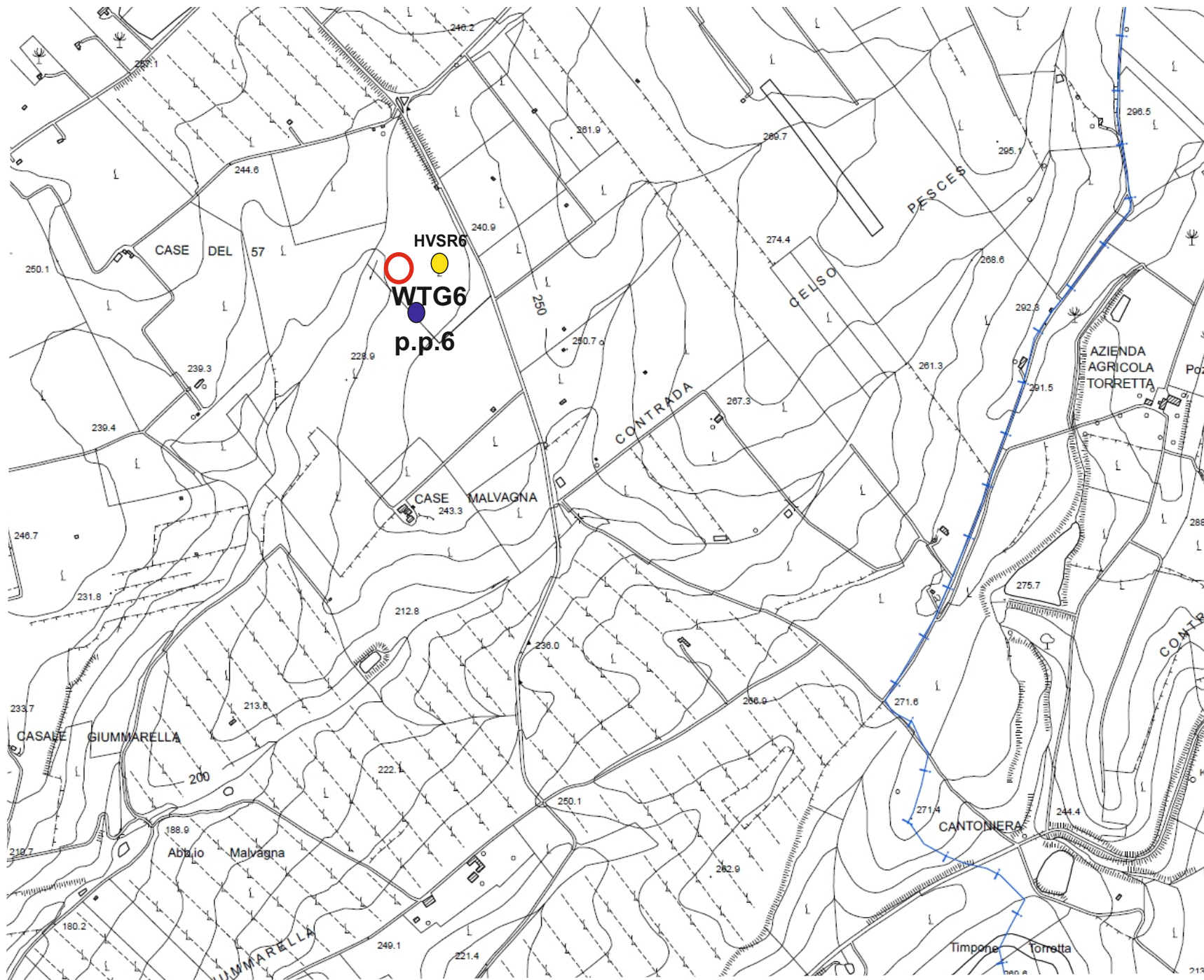
● p.p.1

Prova penetrometrica

● HVSr 1


Sismica passiva

Carta dei sondaggi Scala 1:10.000



 **WTG4**

Aerogeneratore

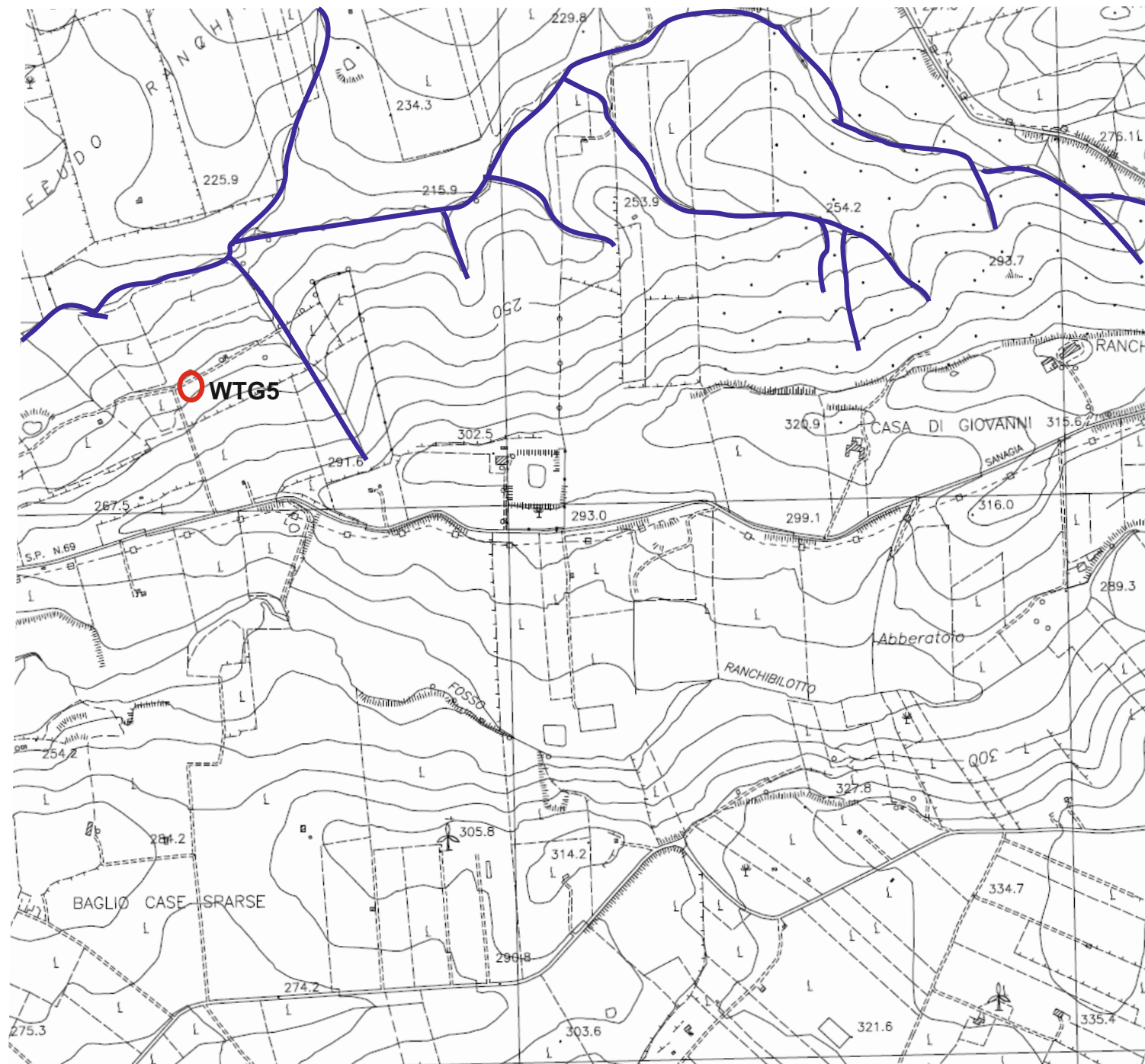
 **p.p.2**


Prova penetrometrica

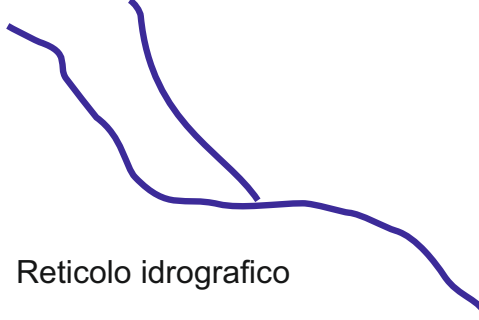
 **HVSr 1**

Sismica passiva

Carta del Reticolo Idrografico Scala 1:10.000

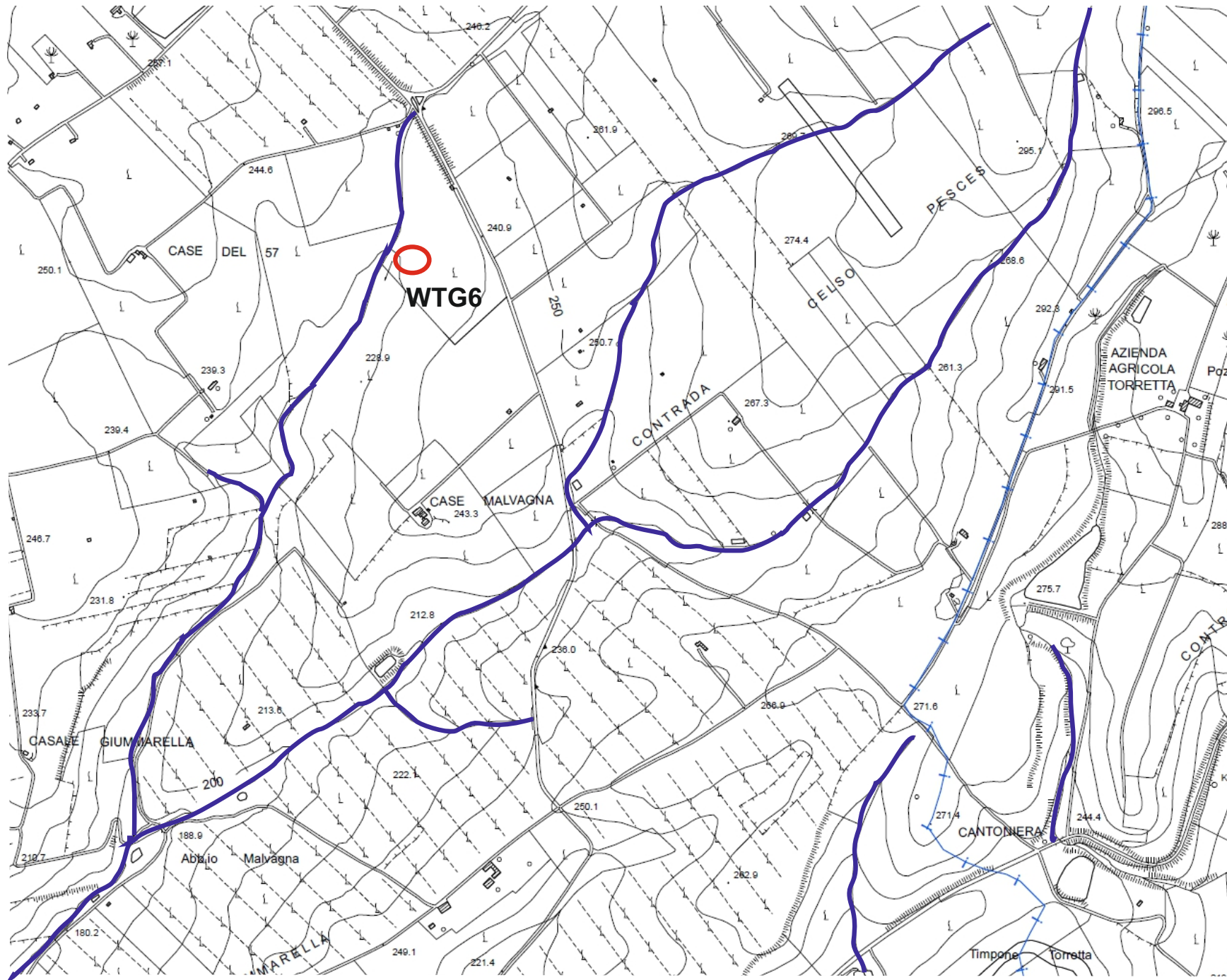



 **WTG5**
Aerogeneratore

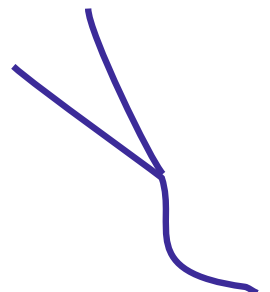

Reticolo idrografico

Carta del Reticolo Idrografico

Scala 1:10.000



 **WTG6**
Aerogeneratore


Reticolo idrografico

Carta Geologica Scala 1:10.000

Legenda

Alluvioni



Form. Marnoso A.
della Valle del Belice
MAB

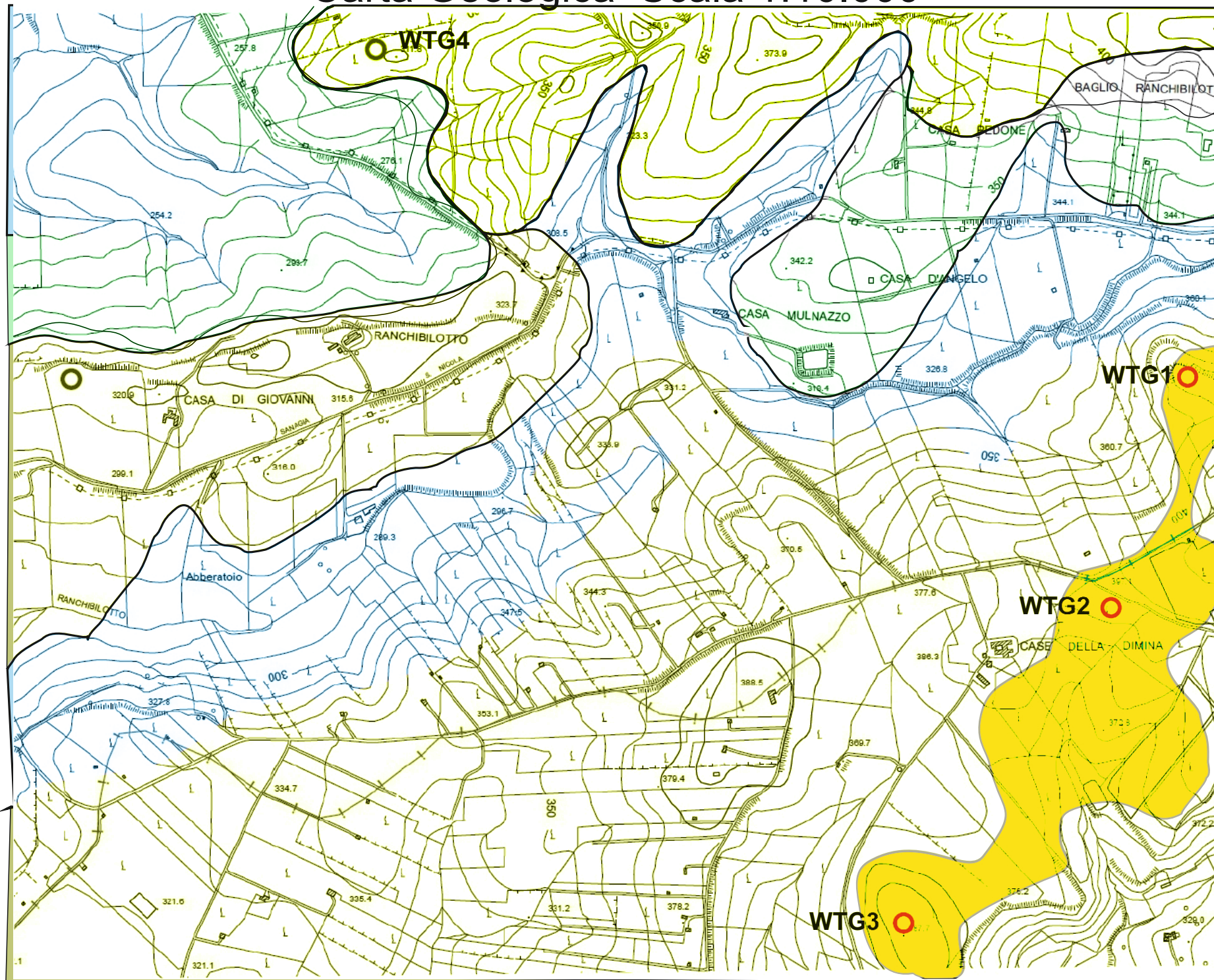
Form. Baucina

Form. Terravecchia
Argille sabbiose con lenti
di sabbie e ghiaie

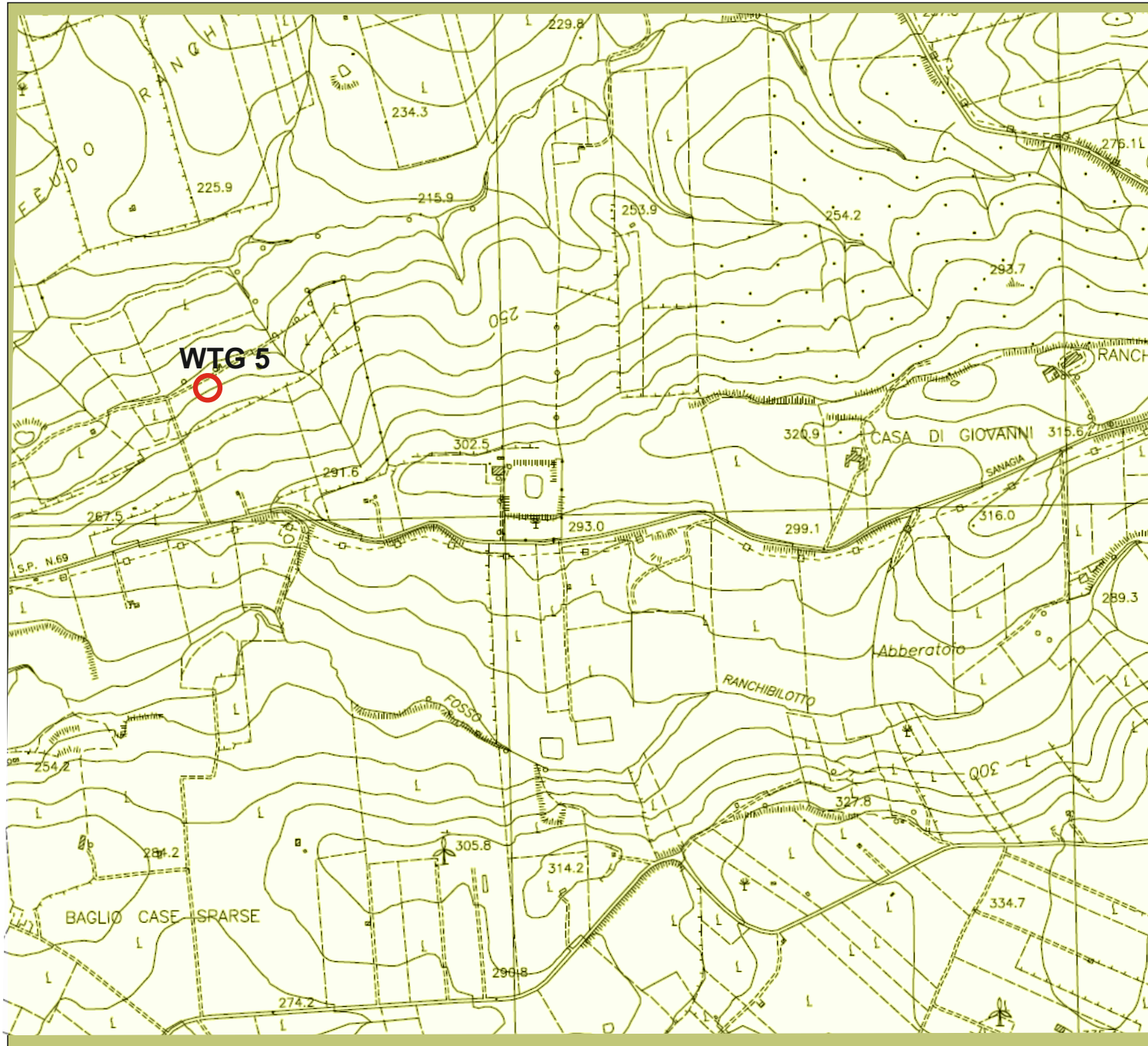
Form. Terravecchia
Conglomerati poligenici
ed arenarie con lenti sabbiose

 WTG4

Aerogeneratore



Carta Geologica Scala 1:10.000



Legenda



Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice

 WTG 5

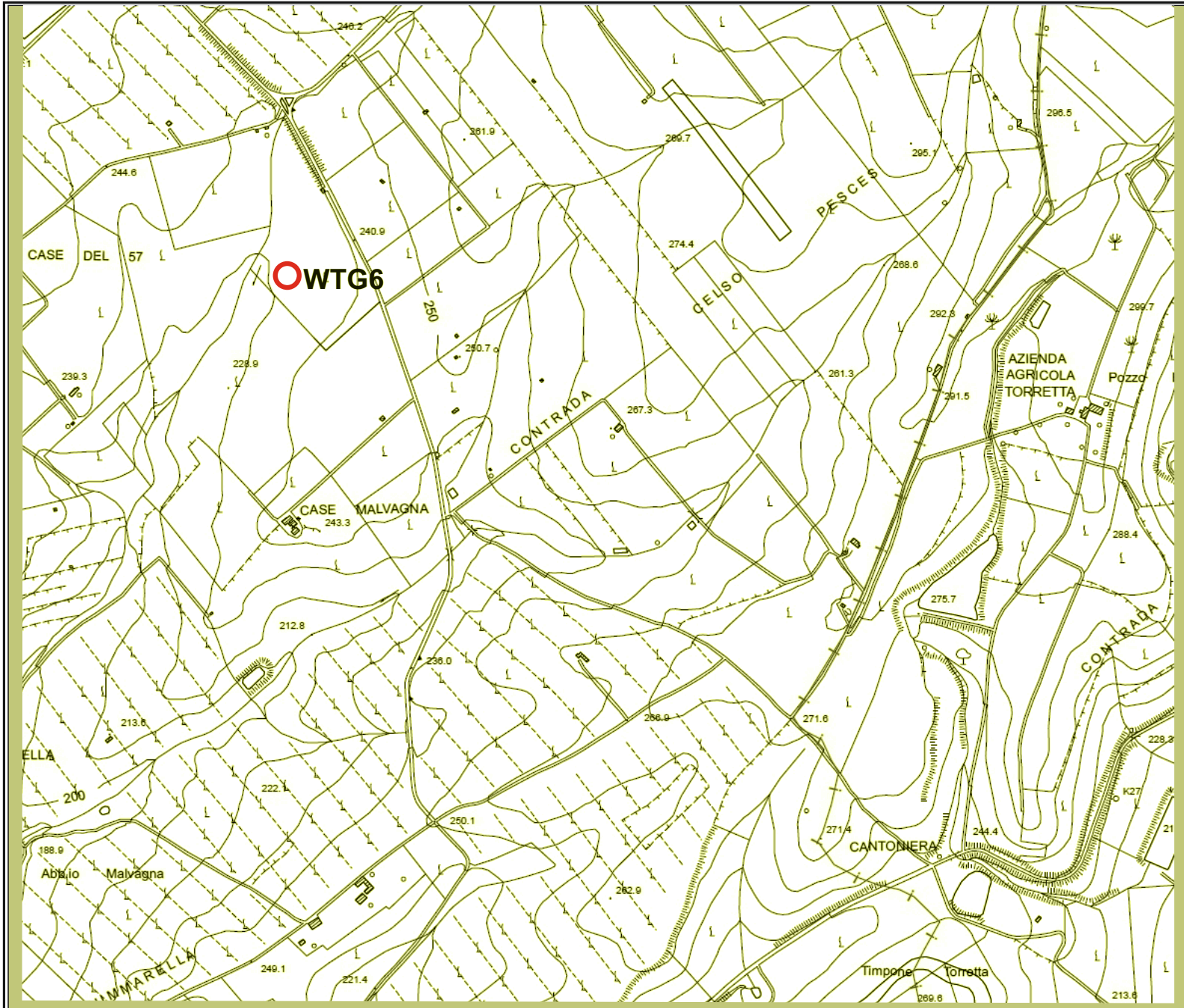
Carta Geologica Scala 1:10.000

Legenda



Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice

 **WTG 6**





RELAZIONE SISMICA



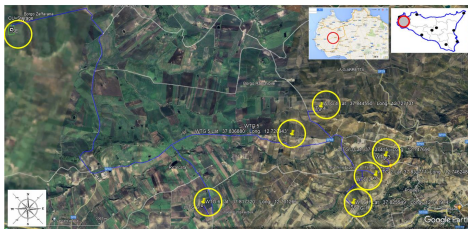
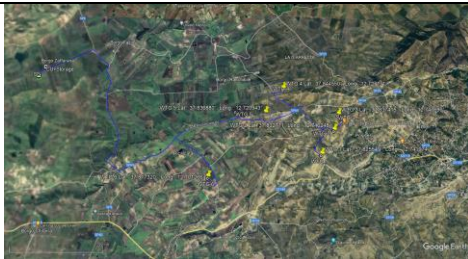
Studio Geologico
Geol. Leonardo Mauceri
C.FISC: MCRLRD64D28f655F
P.IVA: 01945310843

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
92100 Agrigento
Cell. 3331178864
Email: geomaumi@yahoo.it
Pec: dottmicelimauro@pec.it

Indagini geognostiche, relazione geologica, geotecnica e sismica relativa al Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Salemi (TP) e Marsala (TP). - Il progetto prevede l'installazione di n. 6 nuovi aerogeneratori con potenza unitaria di 6,6 MW, per una potenza complessiva di impianto pari a 39,6 MW.



Data: febbraio 2024

Il committente: NPD Italia II S.r.l. con sede in Milano, Via Galleria Passarella 2, cap. 20122

I Tecnici

Il Progettista



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

Indagine geofisica tramite tecnica HVSr



Premessa

I sottoscritti, **geol. Maurizio Miceli** con Studio Geologico in Agrigento nella Via Papa Luciani n 31 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, Galleria Passarella 2, 20122, 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, WTG5 e WTG6, ricadenti nei comuni di Marsala e Salemi in provincia di Trapani (fig. 1), tutti gli aerogeneratori sono collocati nella contrada Celso-Pesces. Il progetto prevede l'installazione di n. 6 nuovi aerogeneratori con potenza unitaria di 6,6 MW, per una potenza complessiva di impianto pari a 39,6 MW. All'impianto verrà altresì affiancato un sistema di storage avente una potenza nominale pari a 13,4 MW, corrispondente a una capacità di accumulo di ca. 54 MWh.

Catastalmente ricadono sui fogli di mappa e particelle riportati in tabella 1.

ID WTG	Comune	Fg.	Part.
1	SALEMI	10	62
2	SALEMI	11	11
3	SALEMI	8	39-54
4	SALEMI	27	55-245
5	SALEMI	39	125
6	SALEMI	71	4

Tabella 1

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento WGS84 UTM fuso 33N:

ID WTG	Est	Nord	Comune
1	301271,09	4188860,17	SALEMI
2	301668,00	4189645,01	SALEMI
3	301806,63	4190163,24	SALEMI
4	300019,56	4190996,80	SALEMI
5	298487,04	4190197,01	SALEMI
6	297670,59	4188028,50	SALEMI

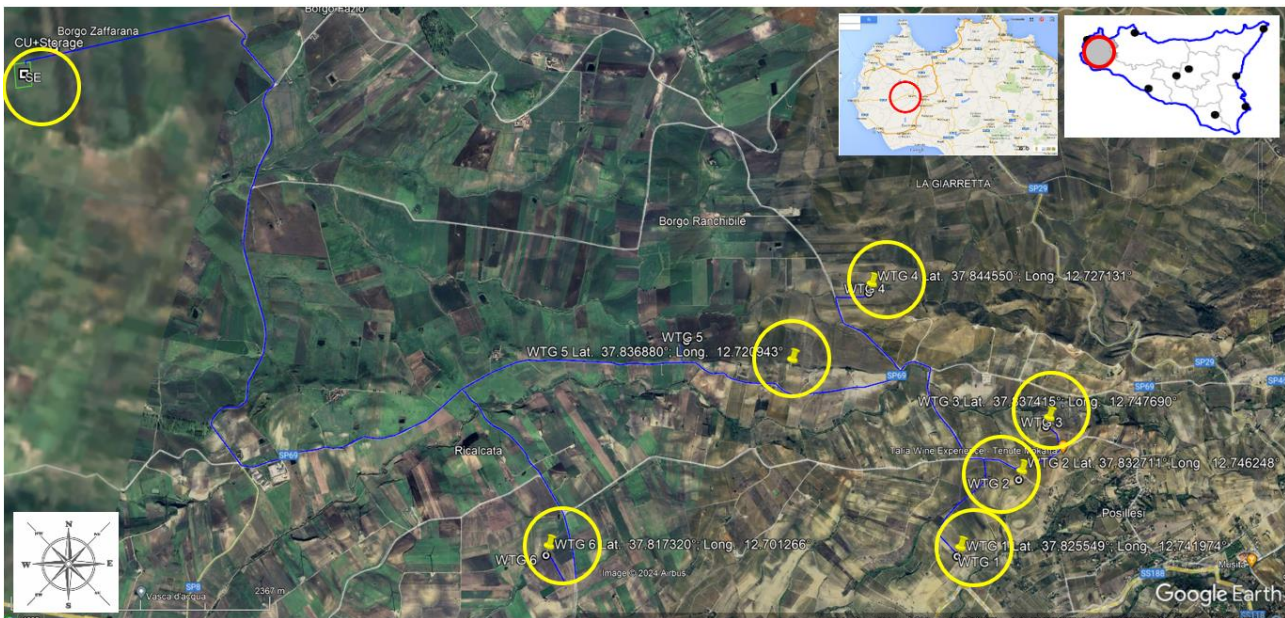


Fig. 1 - Localizzazione geografica del sito

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 lisciamiento 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 , ϵ_q 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 ghieri 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

- 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



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

Fig. 2





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 lisciamiento 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 lisciamiento 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: *Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Salemi (TP) e Marsala (TP). - Il progetto prevede l'installazione di n. 6 nuovi aerogeneratori con potenza unitaria di 6,6 MW, per una potenza complessiva di impianto pari a 39,6 MW.*

Committente: *NPD Italia II S.r.l. con sede in Milano, Via Galleria Passarella 2, cap. 20122*

Cantiere: Marsala - Salemi
Località: Parco Eolico "CELSO-PESCES"
Operatore: geologo Leonardo Mauceri – geologo Maurizio Miceli
Responsabile: geologo Leonardo Mauceri - geologo Maurizio Miceli
Data: 25/02/2024-aggiornamento 2024 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.

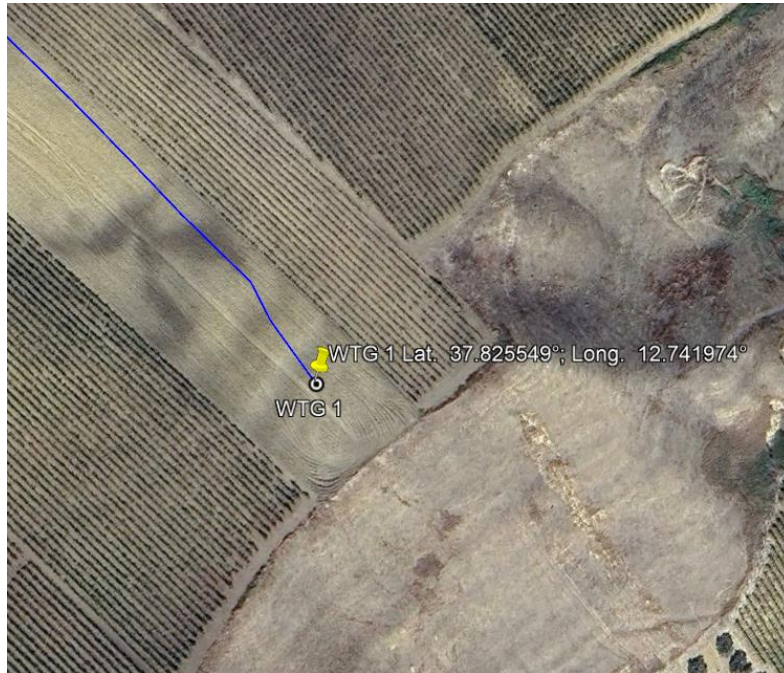
Si ritiene, che in sede esecutiva oltre alle indagini dirette con sondaggi verticali a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di 30/35 m, si devono eseguire delle indagini sismiche del tipo Masw e del tipo a Rifrazione, da correlare con le HVSR, in modo da caratterizzare sia dal punto di vista 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, WTG5, WTG6.

- WTG1



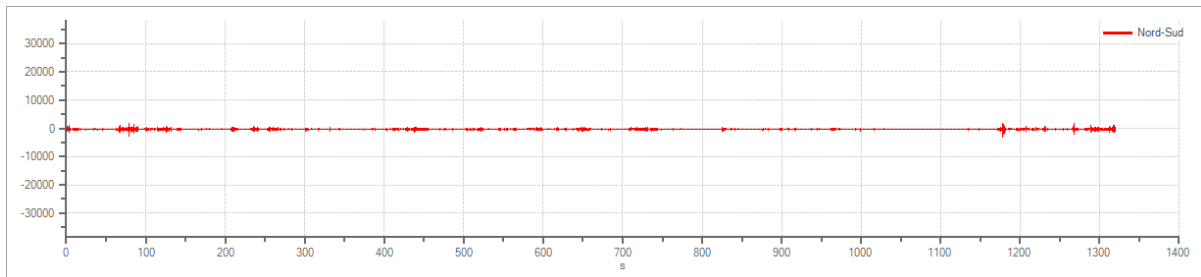
Postazione sismica WTG 1

Tracce in input

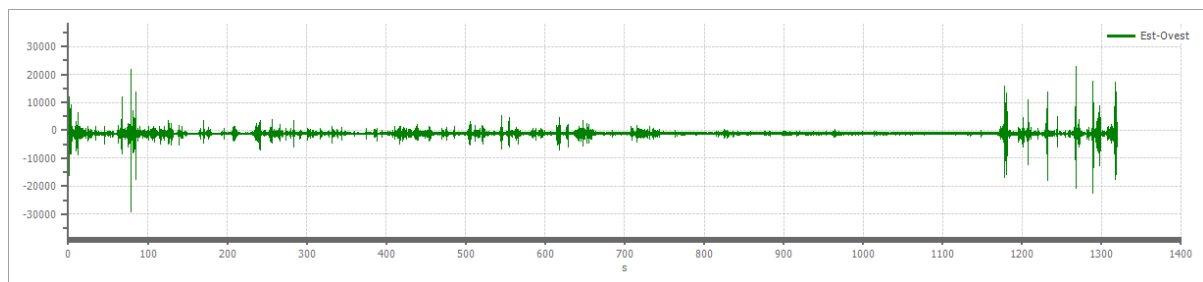
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1320 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	330000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

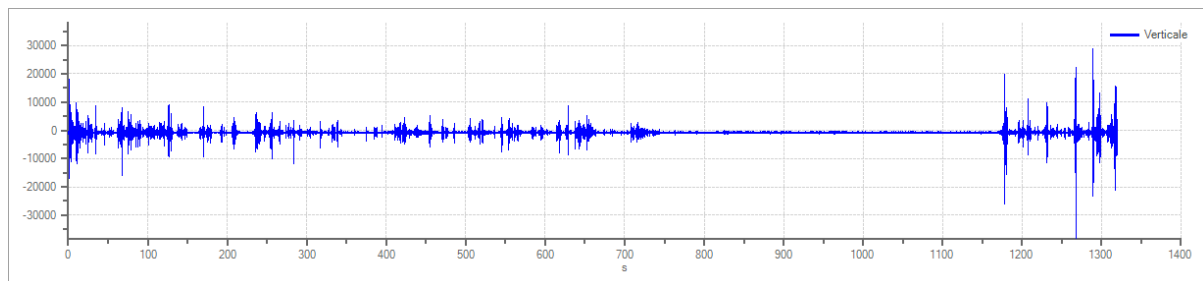
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 65
Numero finestre incluse nel calcolo: 65
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamto: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamto: 10.00 %

Tabella finestre:

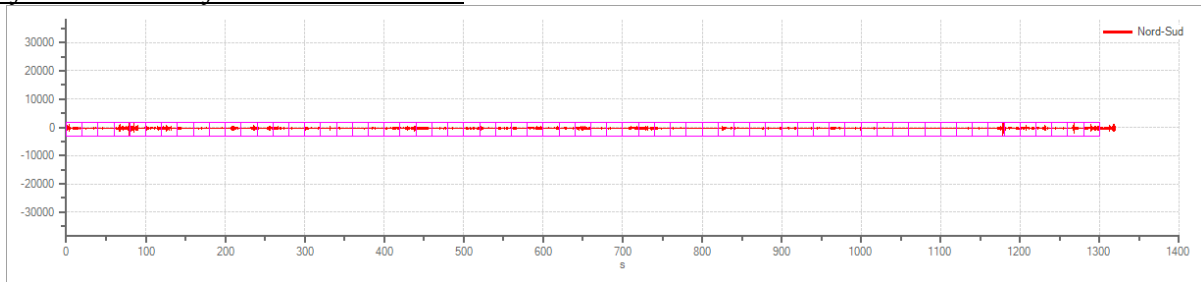
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa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



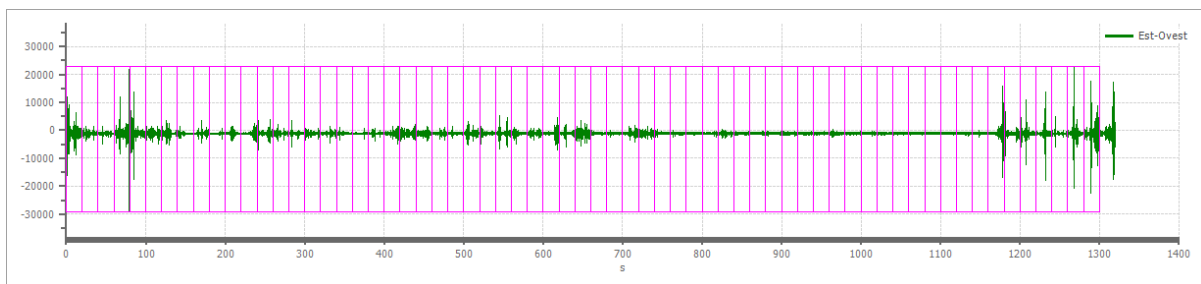
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
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



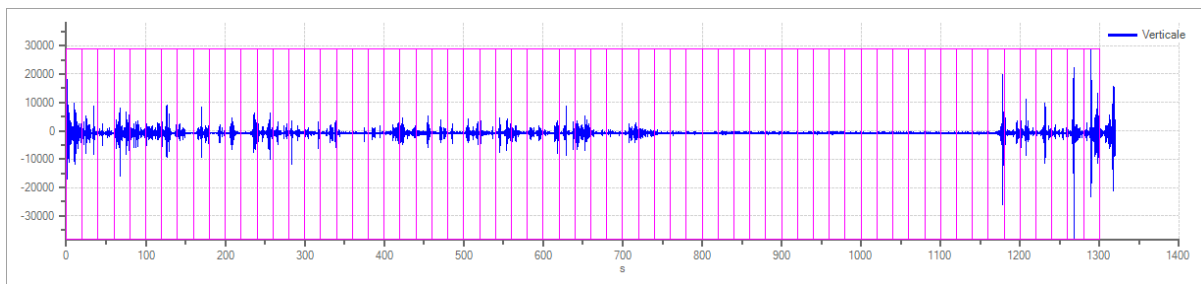
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

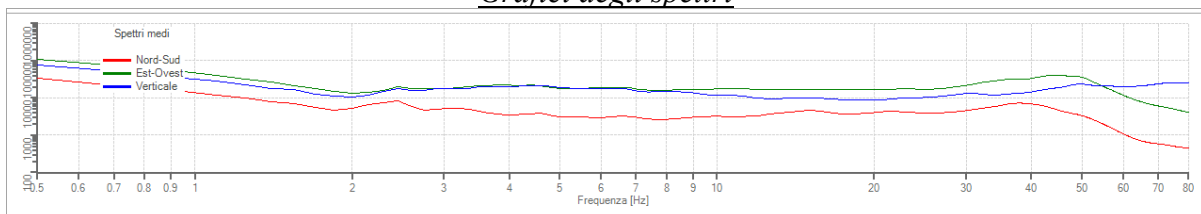


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

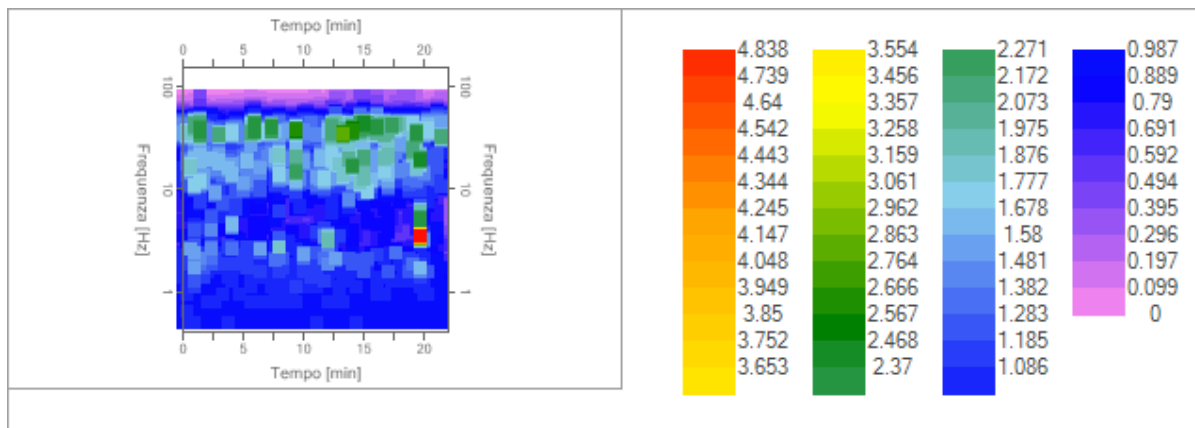


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

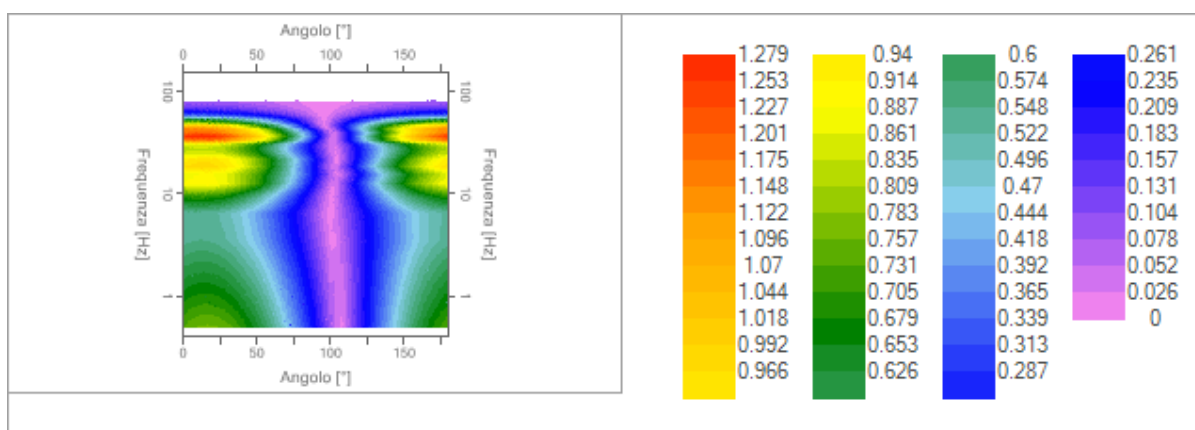
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

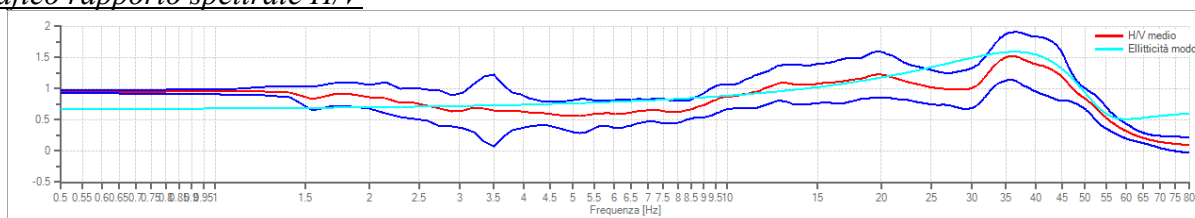
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 80.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 36.05 Hz ±0.25 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
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	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

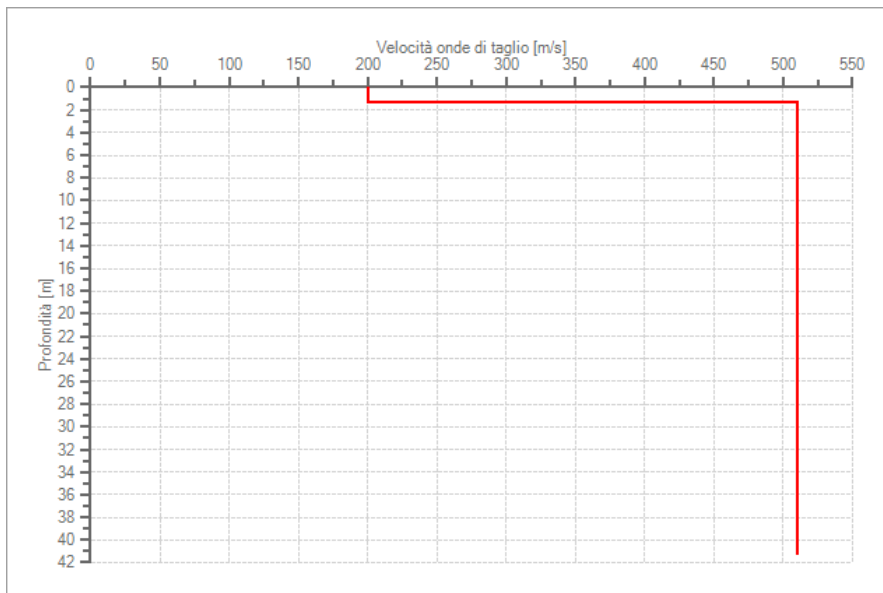
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 36.50 Hz
 Valore di disadattamento: -1.00
 Valore Vseq: 475.60 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	1.4	18	0.3	200
2	1.4	40	18	0.3	510



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

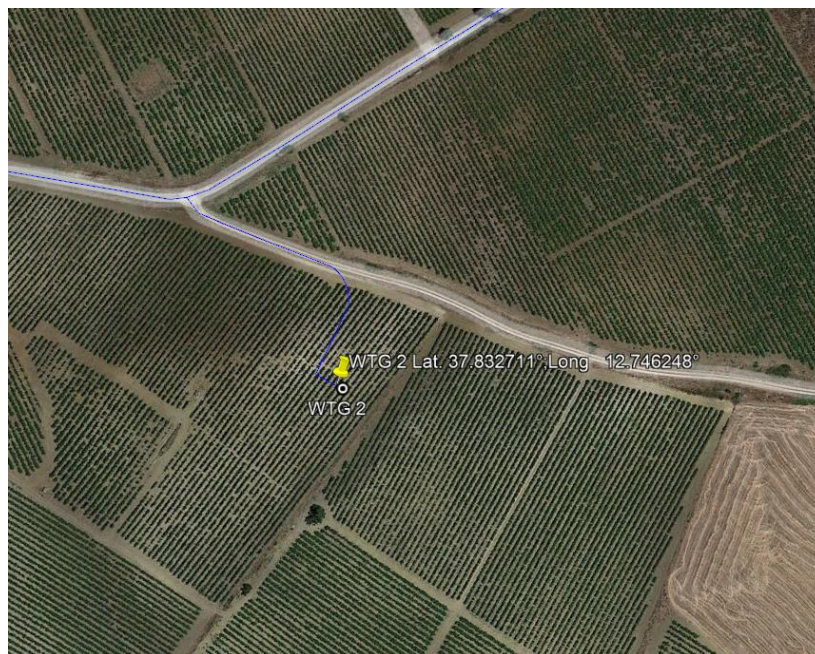
Valore Vseq: 475,60 m/s



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

- WTG2



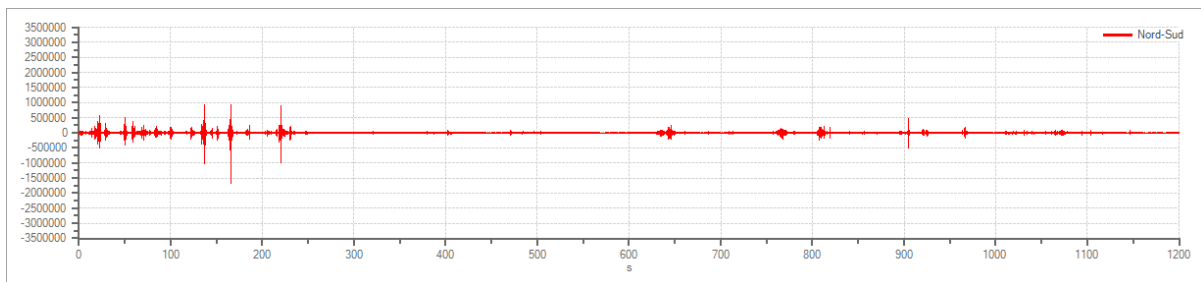


Tracce in input

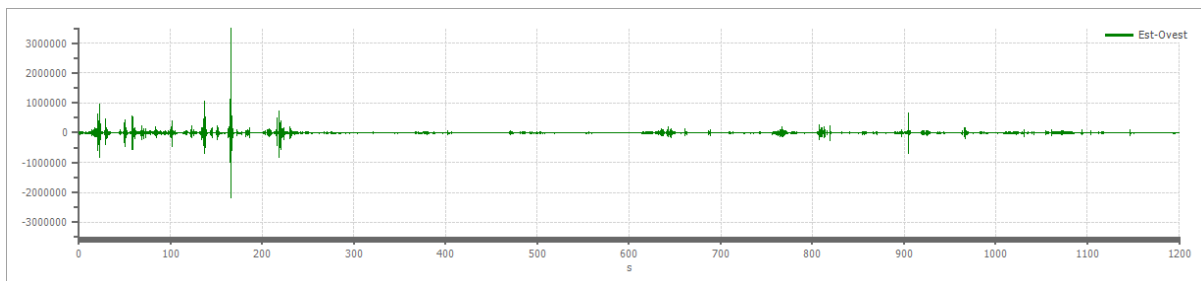
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz
Numero campioni: 300000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

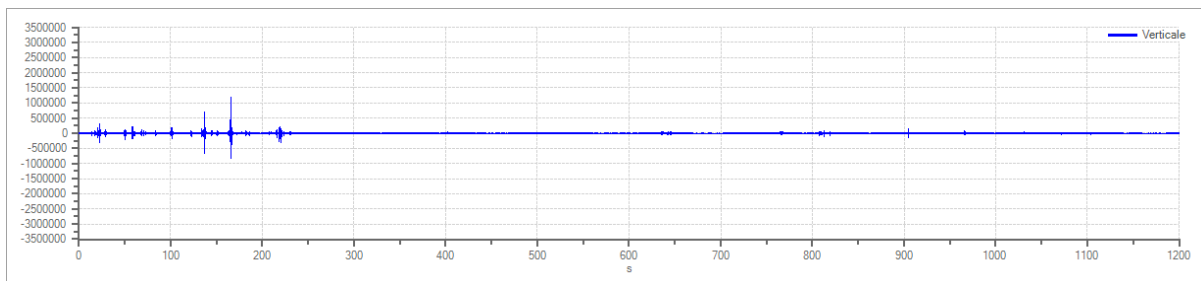
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:
Numero totale finestre selezionate: 59
Numero finestre incluse nel calcolo: 59
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale



Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

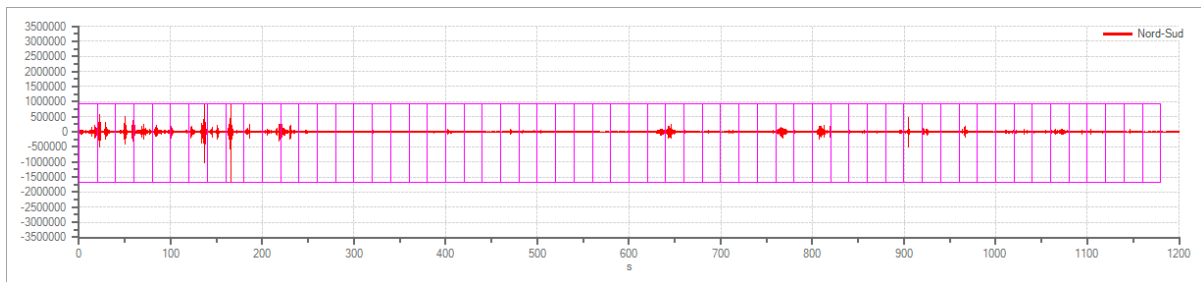
Tabella finestre:

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

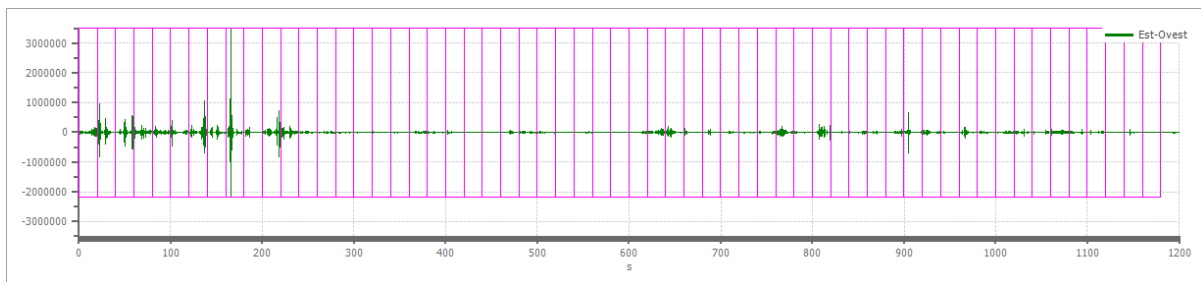


46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

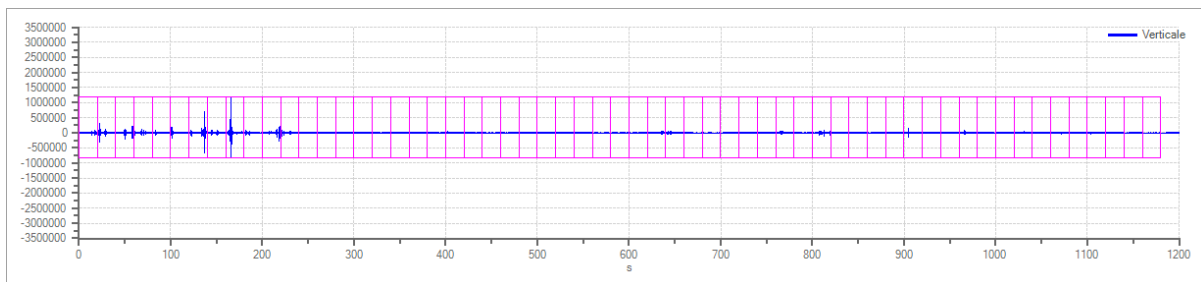
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



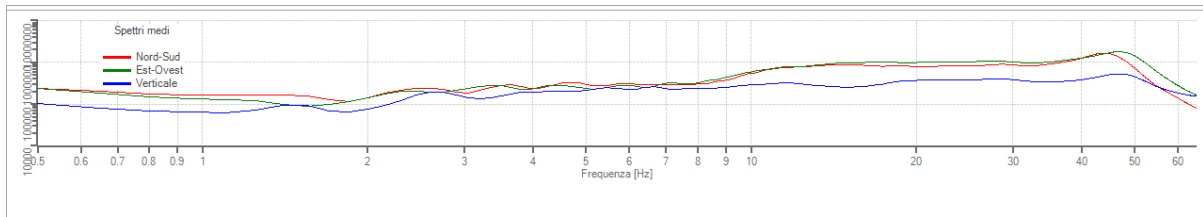
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



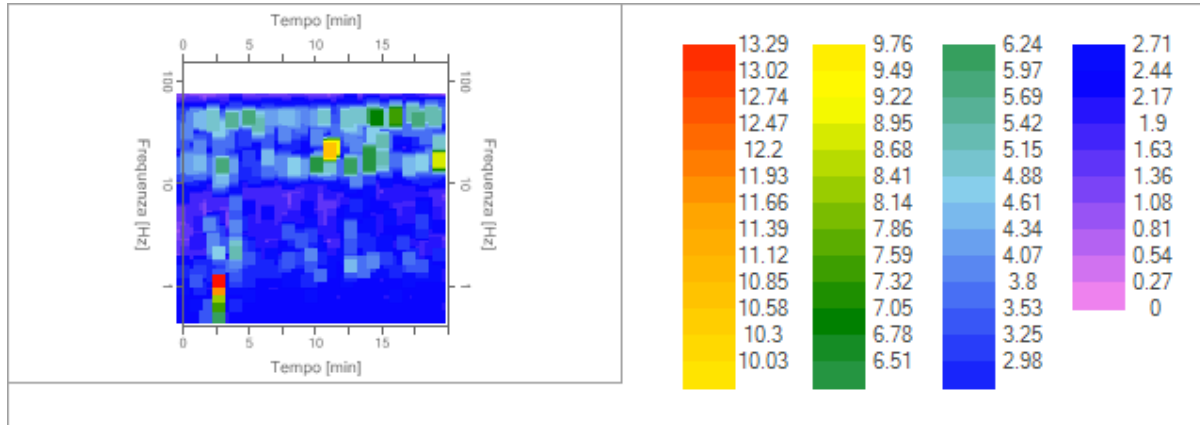
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



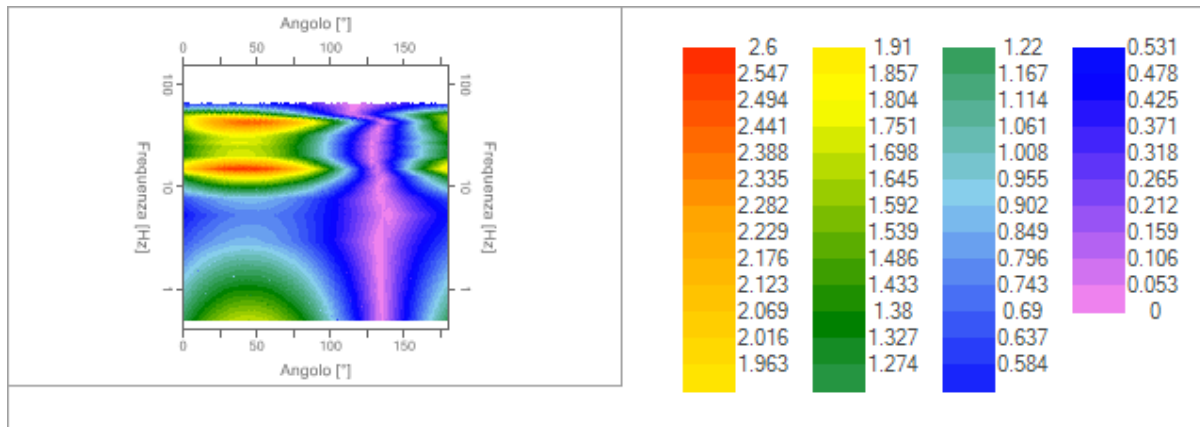
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

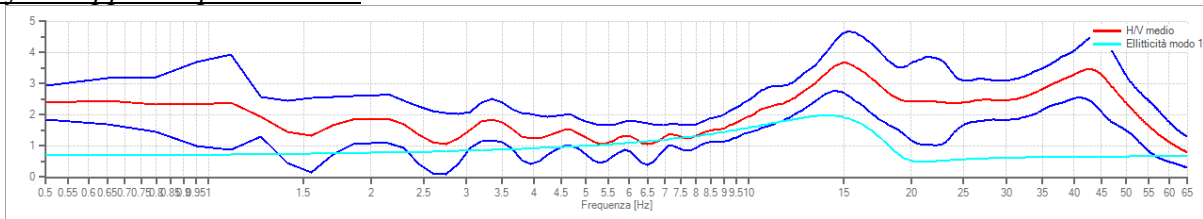
Frequenza massima: 65.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenza: 0.15 Hz
 Tipo lisciamto: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamto: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 15.05 Hz ±0.27 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	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

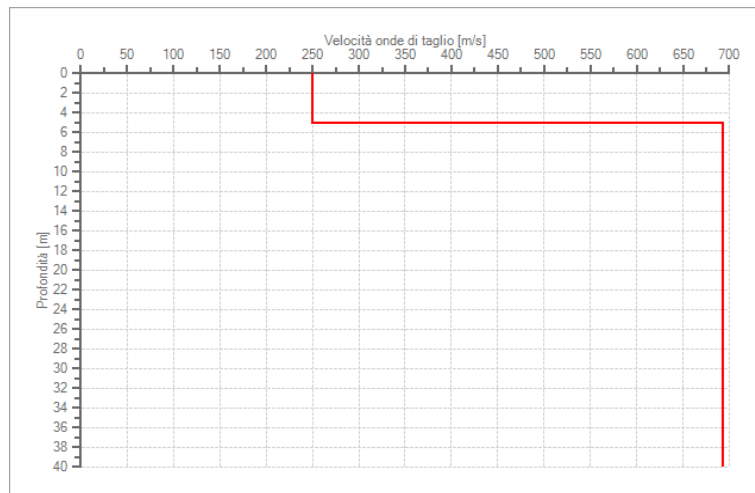
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati:	2		
Frequenza del picco dell'ellitticità:	14.00	Hz	
Valore di disadattamento:	0.50		
Valore Vseq:	514.85	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	5	18	0.3	249
2	5	35	18	0.3	691



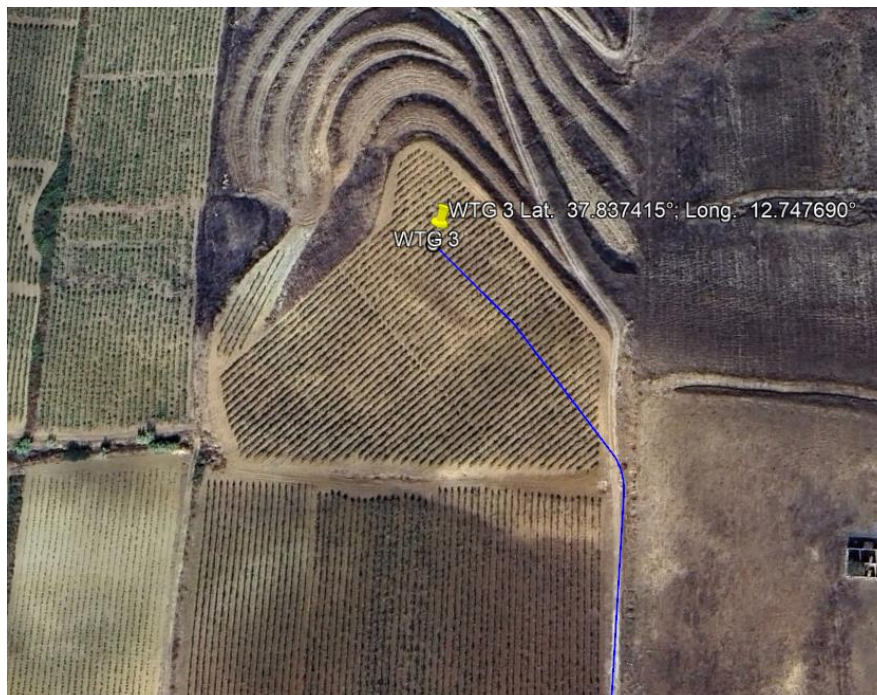
Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Valore V_{seq} : 514,85 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



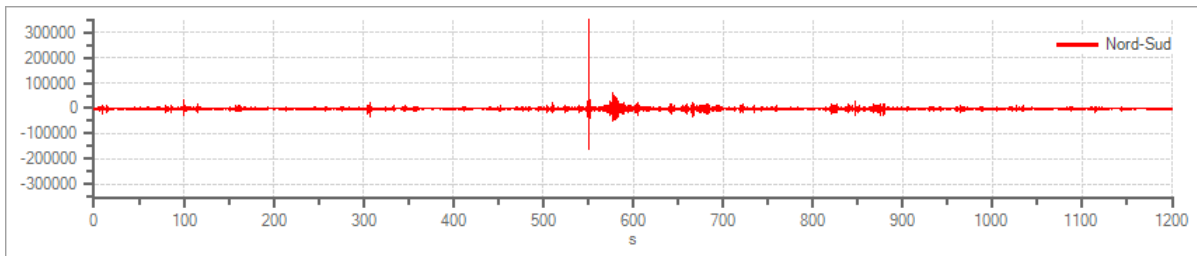


Tracce in input

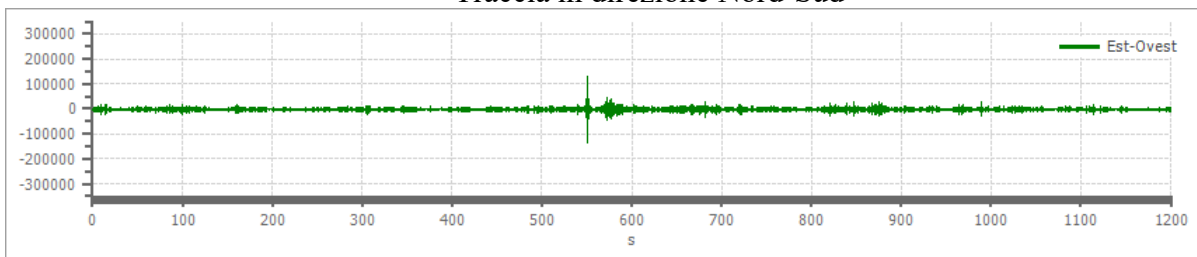
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
 Durata registrazione: 1200 s
 Frequenza di campionamento: 250.00 Hz
 Numero campioni: 300000
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

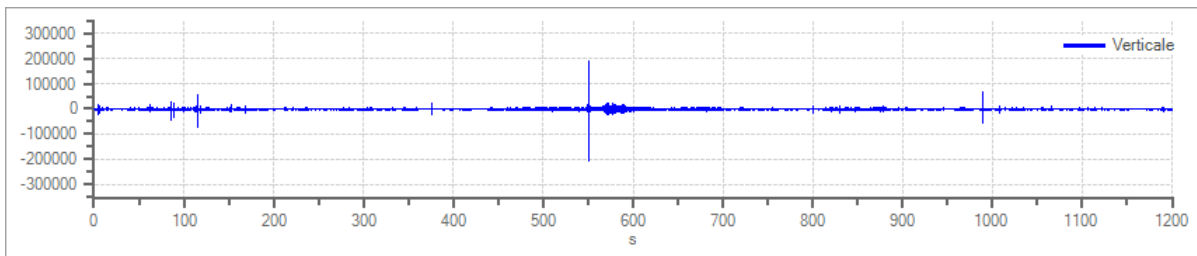
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59
 Numero finestre incluse nel calcolo: 59
 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

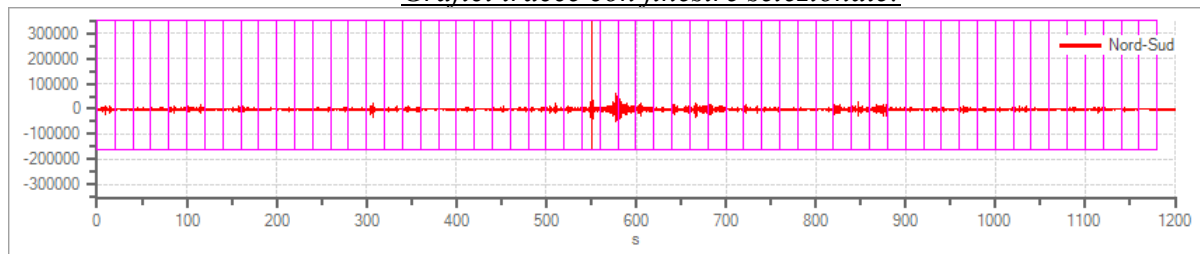


4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	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

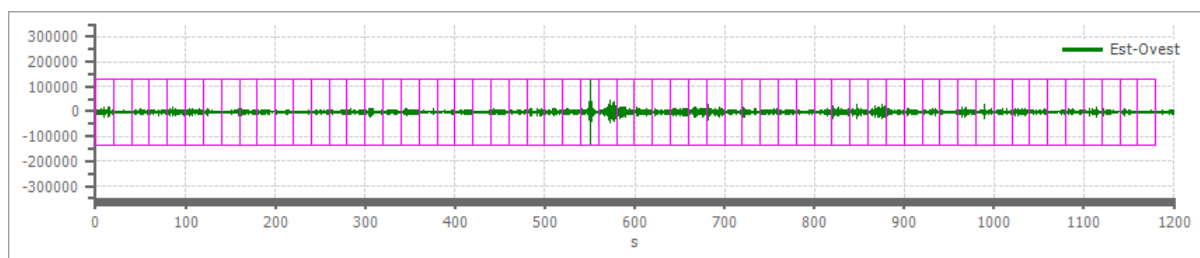


53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

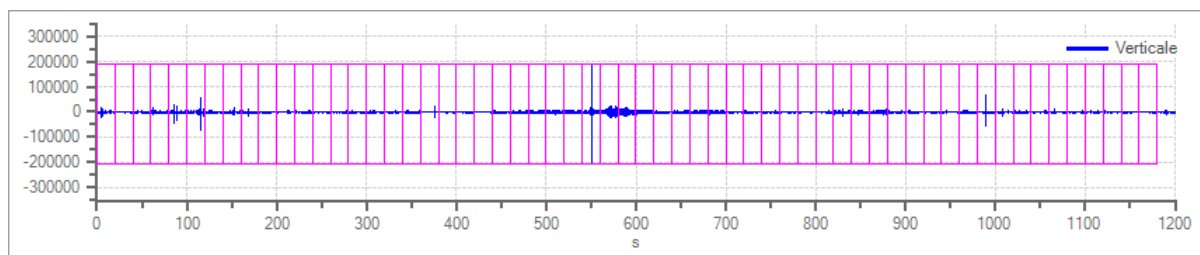
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

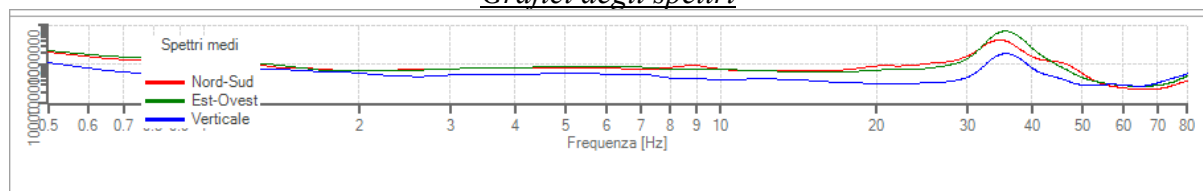


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

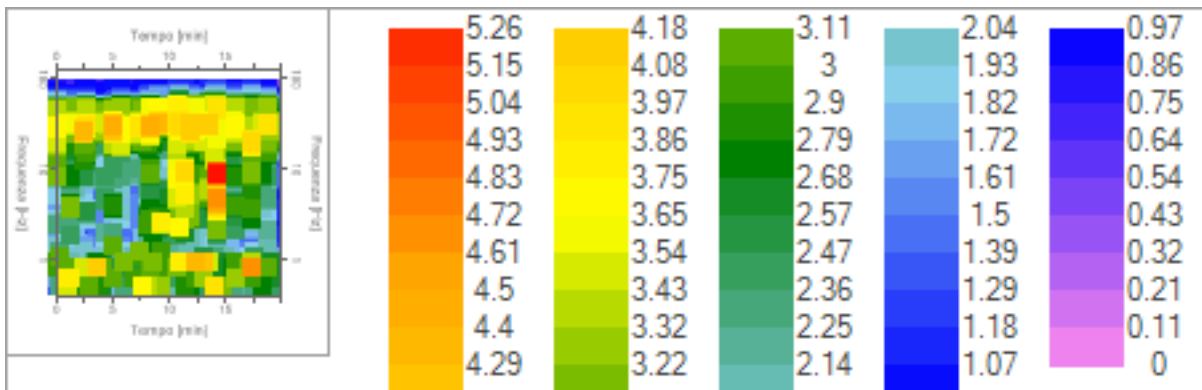


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

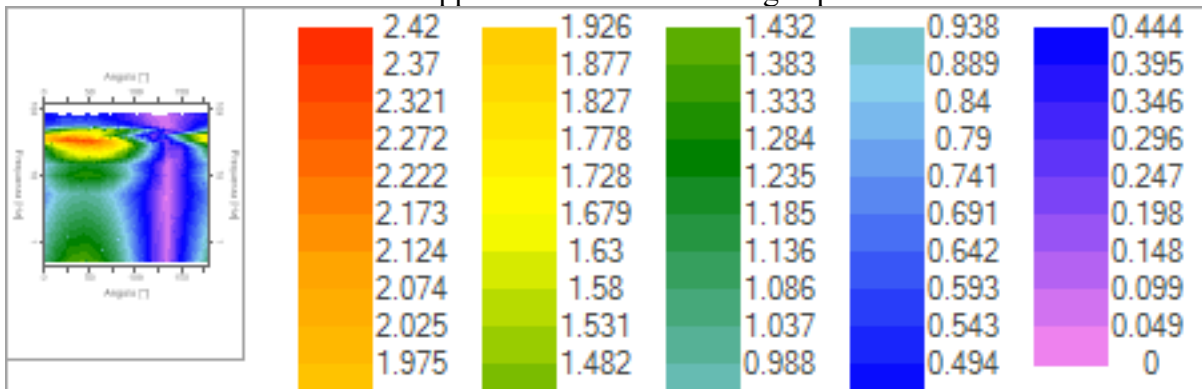
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

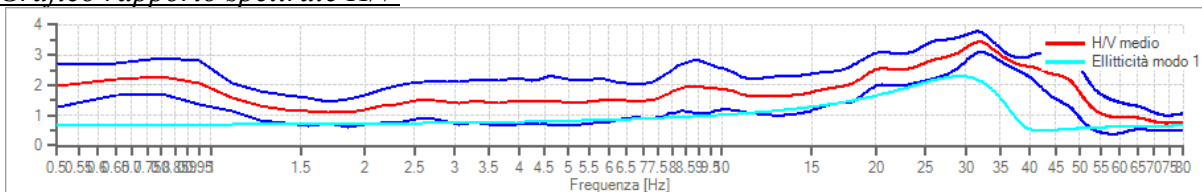
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 80.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 31.85 Hz ±0.10 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



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

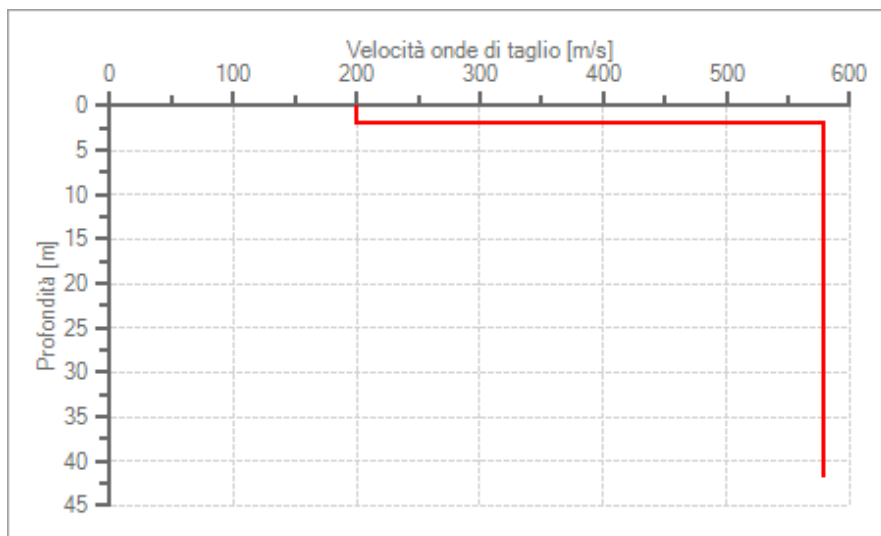
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 29.15 Hz
 Valore di disadattamento: 0.32
 Valore Vseq: 510.35 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	2	18	0.3	200
2	2	40	18	0.3	578



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

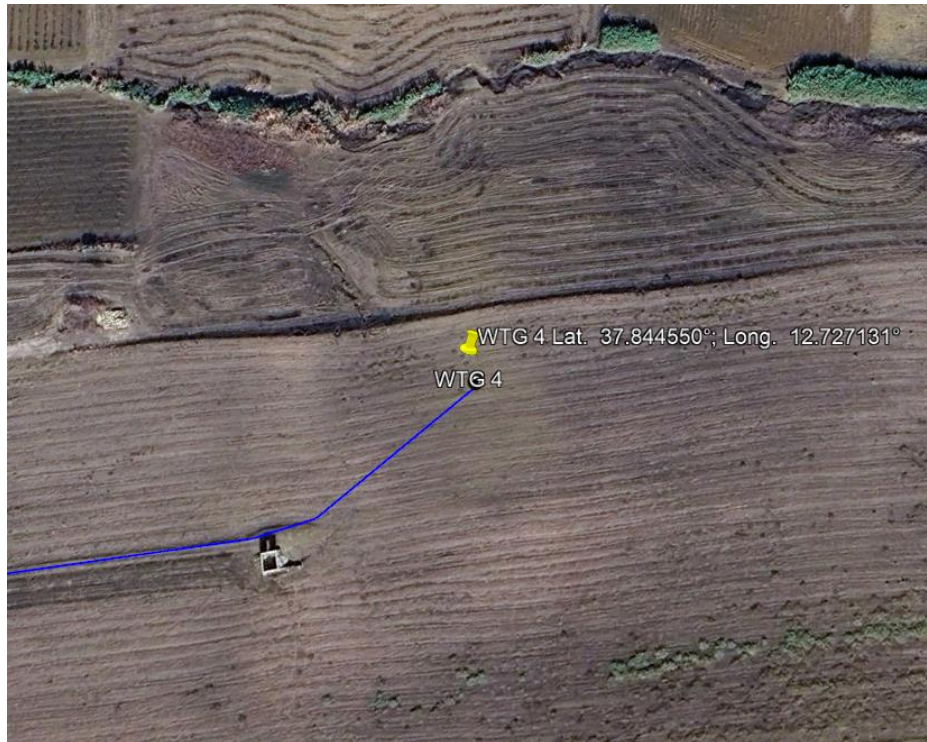
Valore Vseq: 510.35 m/s

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



-WTG 4

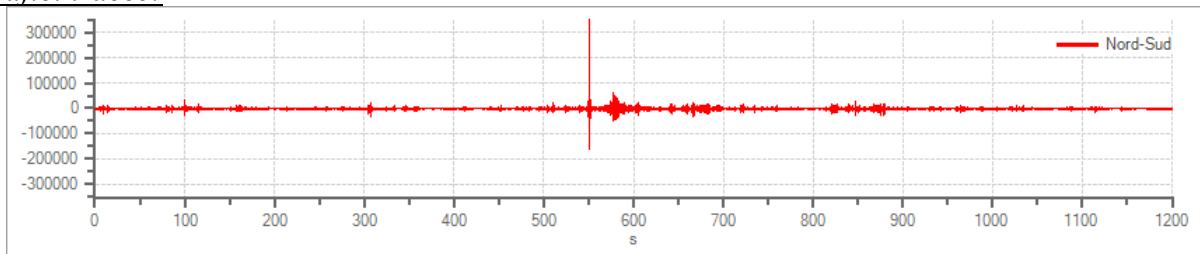


Tracce in input

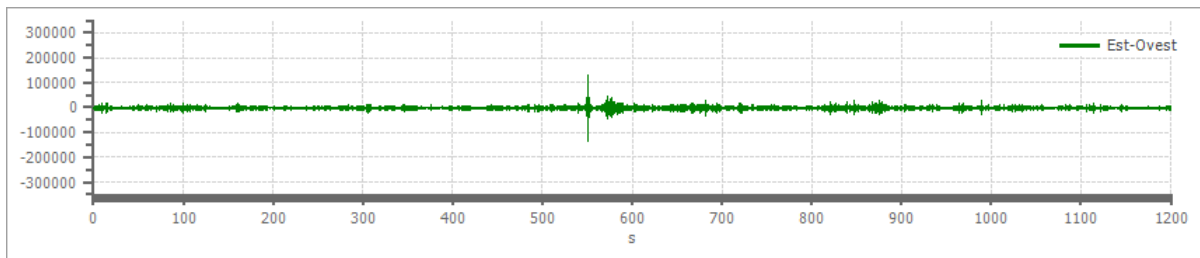
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz
Numero campioni: 300000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

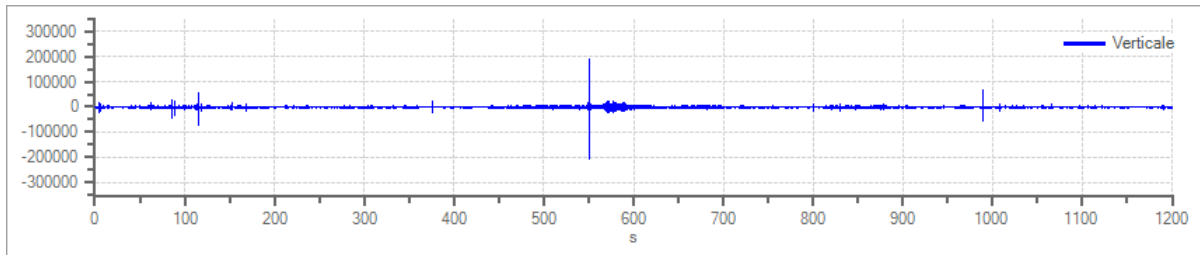
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59
Numero finestre incluse nel calcolo: 59
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

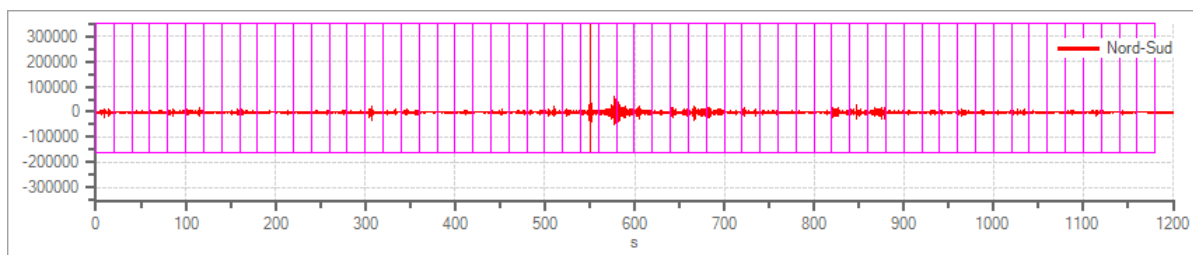
Tabella finestre:

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



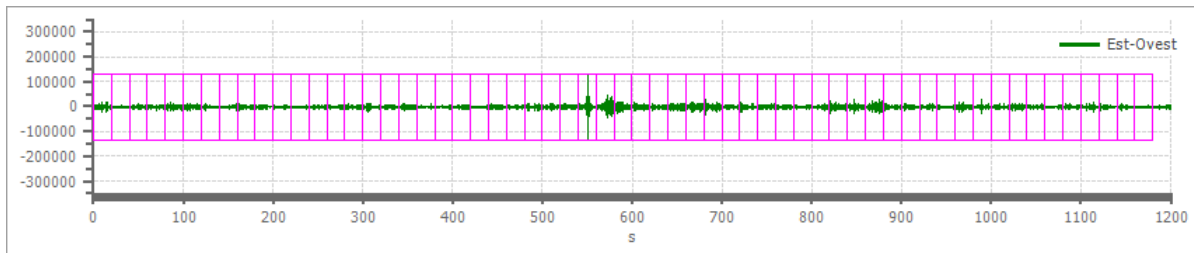
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
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

Grafici tracce con finestre selezionate:

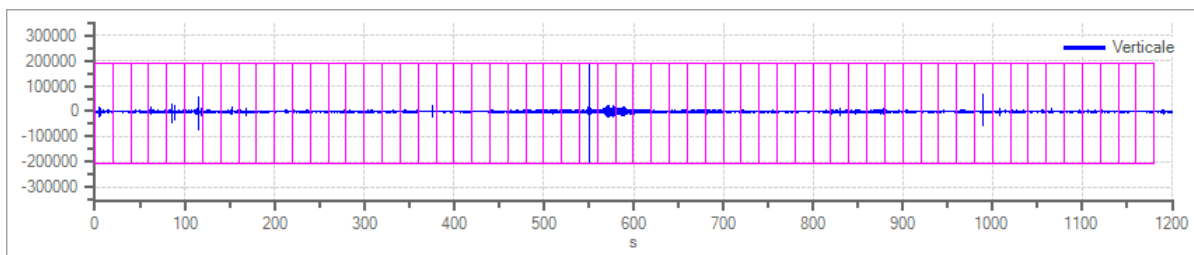




Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

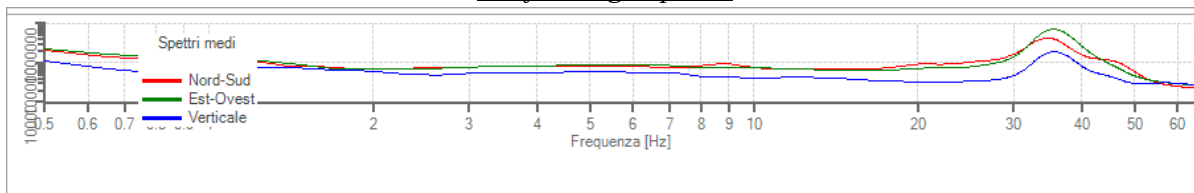


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

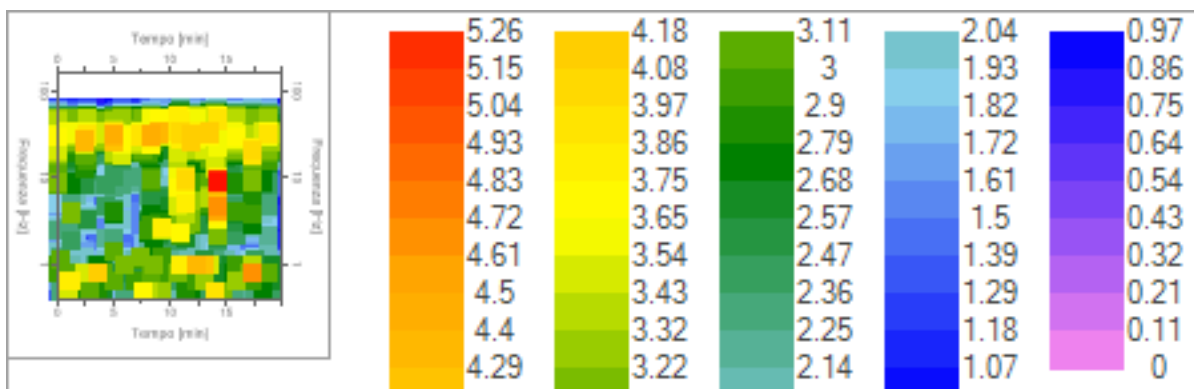


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

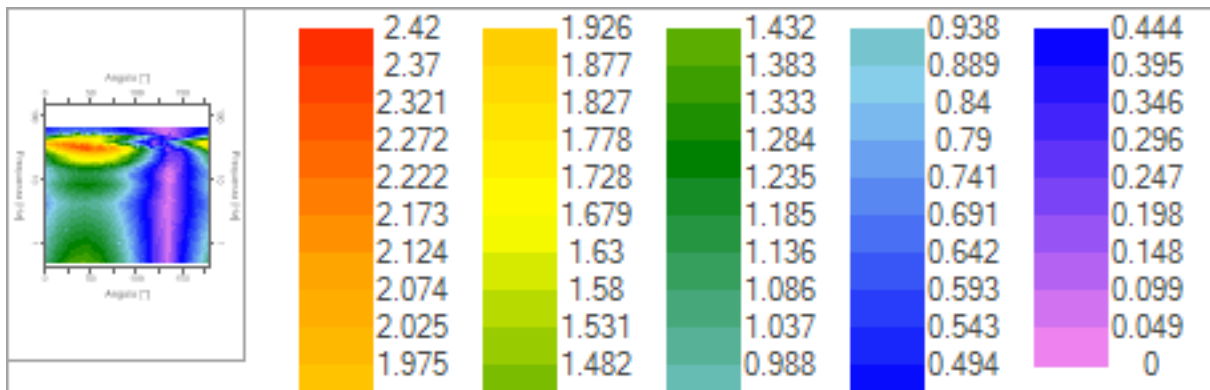
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

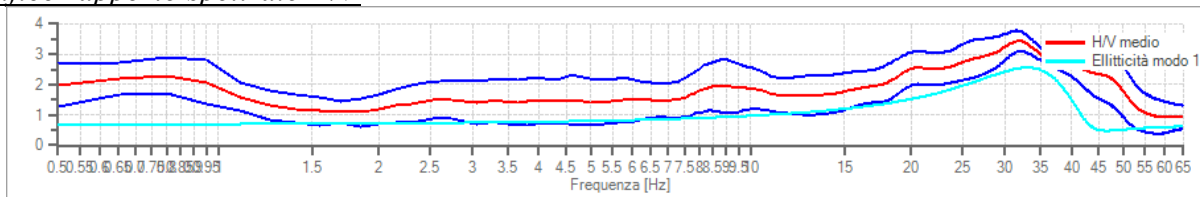
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 65.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 31.85 Hz ±0.10 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



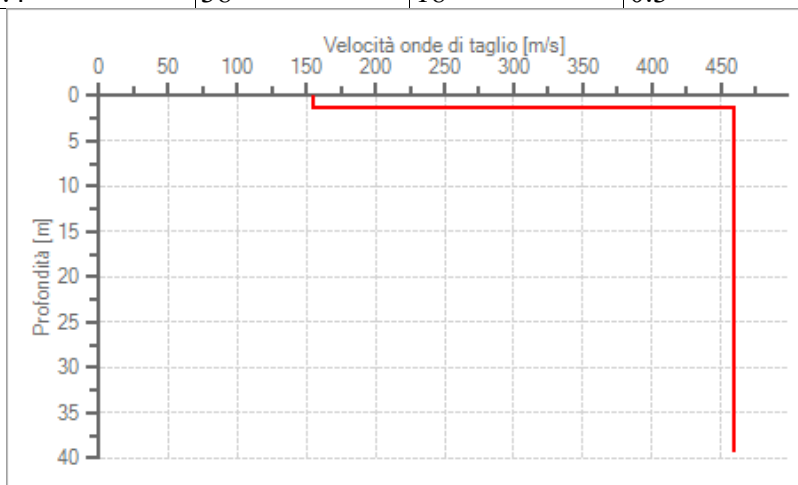
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2
Frequenza del picco dell'ellitticità: 33.05 Hz
Valore di disadattamento: -1.00
Valore Vseq: 420.32 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	1.4	18	0.3	155
2	1.4	38	18	0.3	460



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

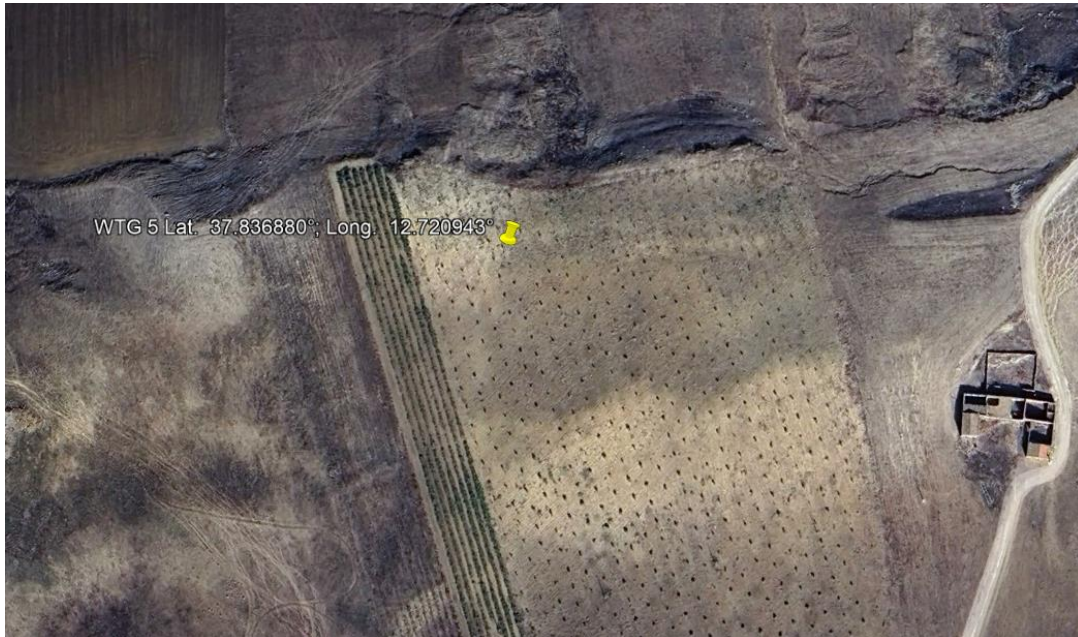
Vseq: 420.32 m/s

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



- WTG5



Dati generali

Cantiere: Impianto Eolico – WTG5
Località: Salemi (TP)
Operatore: geologo Leonardo Mauceri
Responsabile: geologo Leonardo Mauceri
Data: 11/02/2024 00:00:00
Zona:
Latitudine: 37.836880°
Longitudine: 12.720943°

Tracce in input

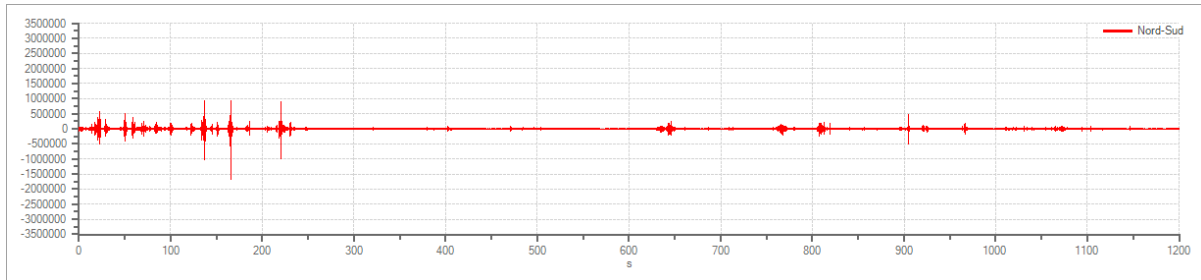
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz
Numero campioni: 300000

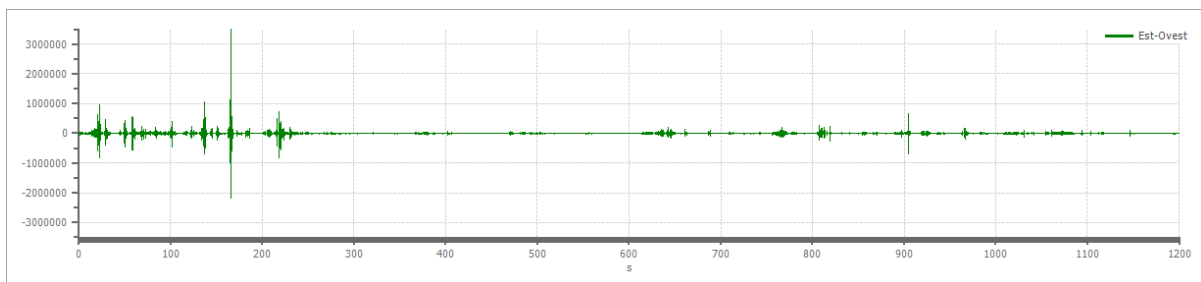


Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

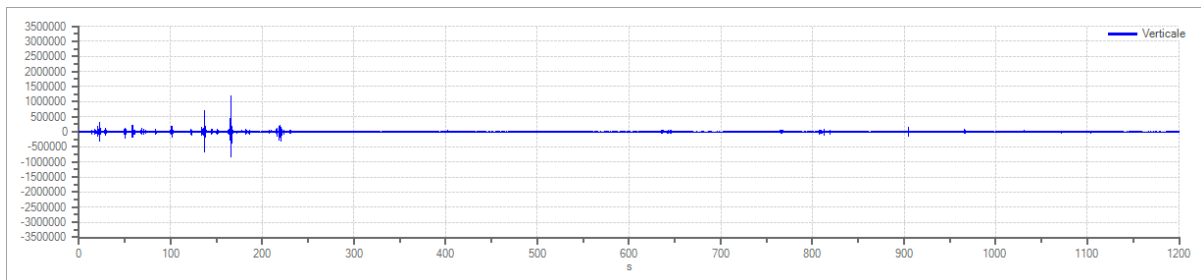
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59

Numero finestre incluse nel calcolo: 59

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

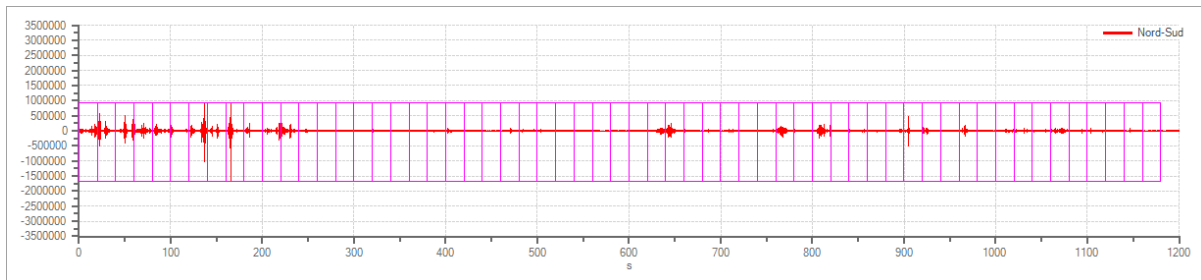


24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
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

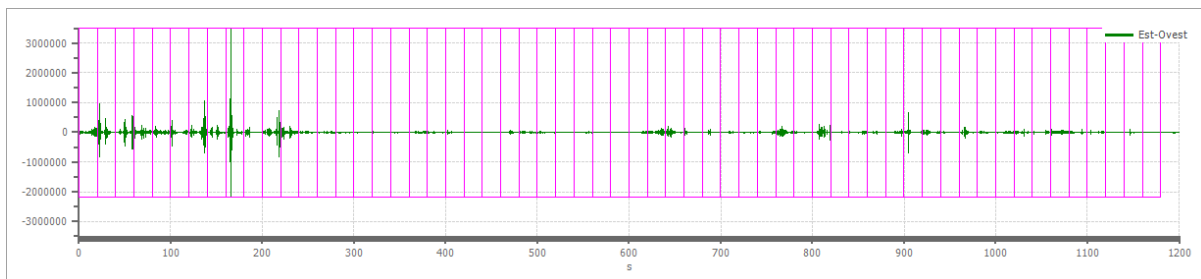


49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

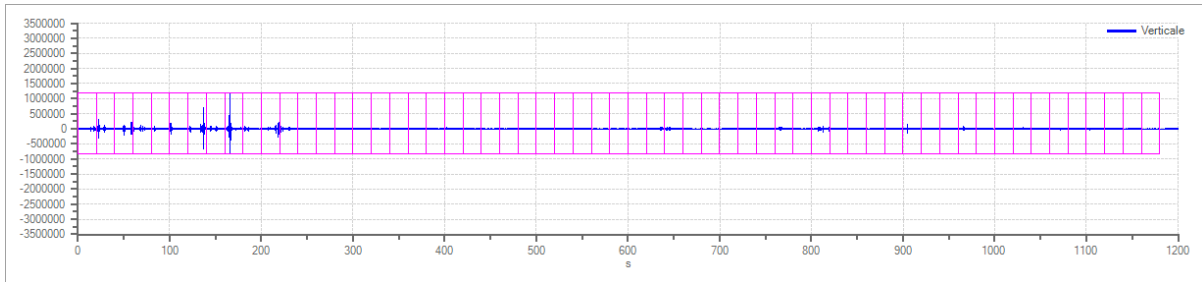
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

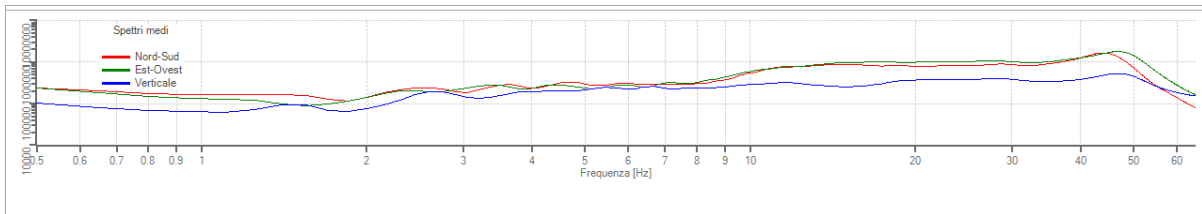


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

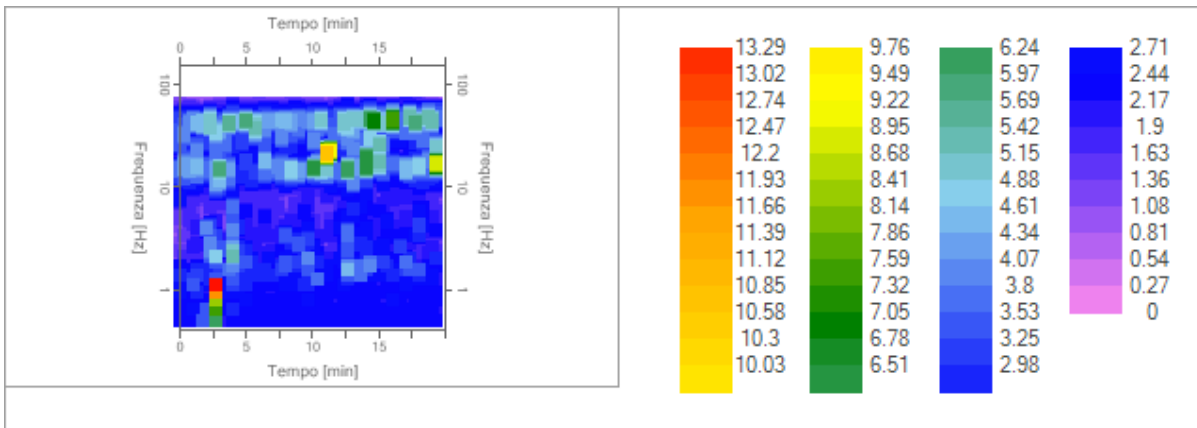


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

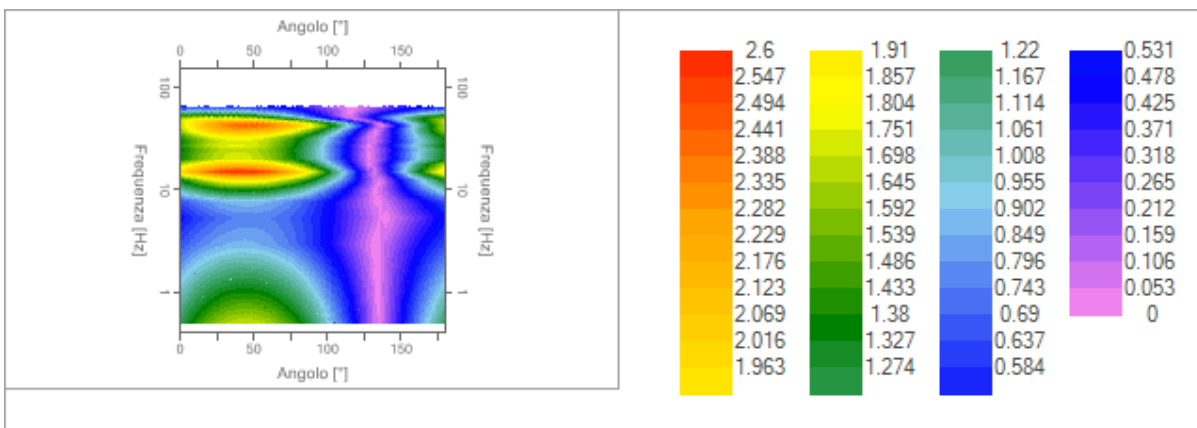
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Rapporto spettrale H/V

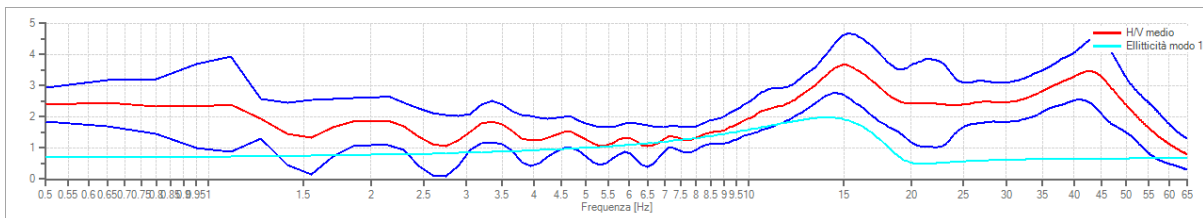
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 65.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 15.05 Hz \pm 0.27 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 $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ 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



$$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\% \quad \text{Ok}$$

$$\sigma_f < \varepsilon(f) \quad \text{Ok}$$

$$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0) \quad \text{Ok}$$

Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 2

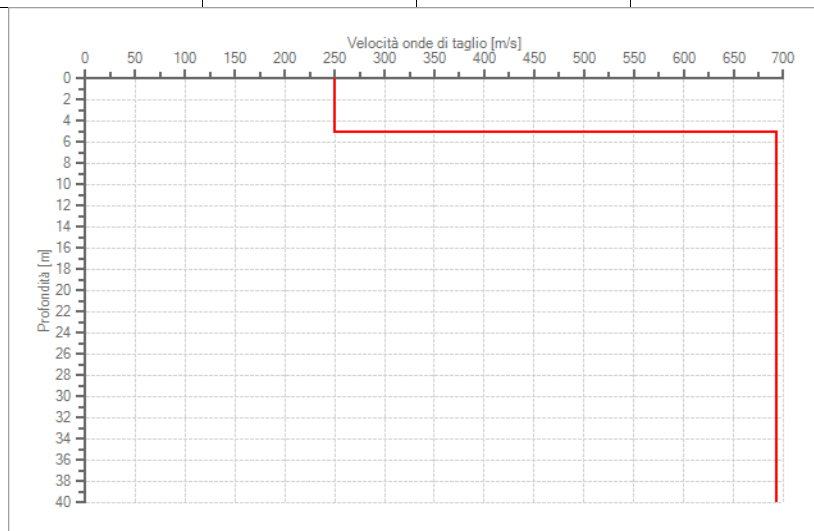
Frequenza del picco dell'ellitticità: 14.00 Hz

Valore di disadattamento: 0.50

Valore Vseq: 543.91 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	5	18	0.3	255
2	5	35	18	0.3	6953



Profilo delle velocità delle onde di taglio.



Valore Vseq: 543.91 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.
----------	---

- WTG 6

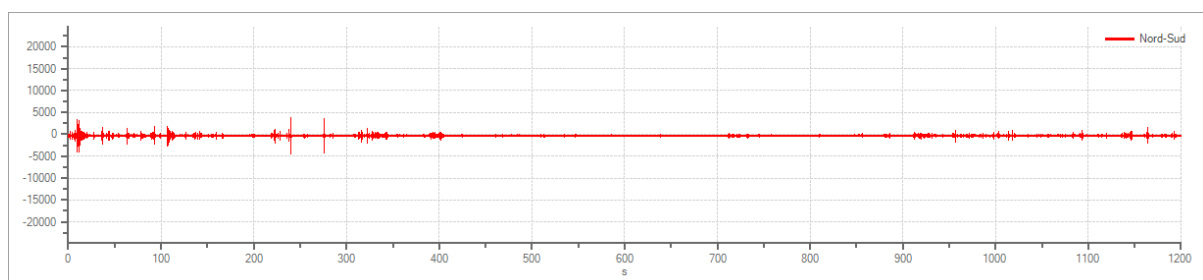


Tracce in input

Dati riepilogativi:

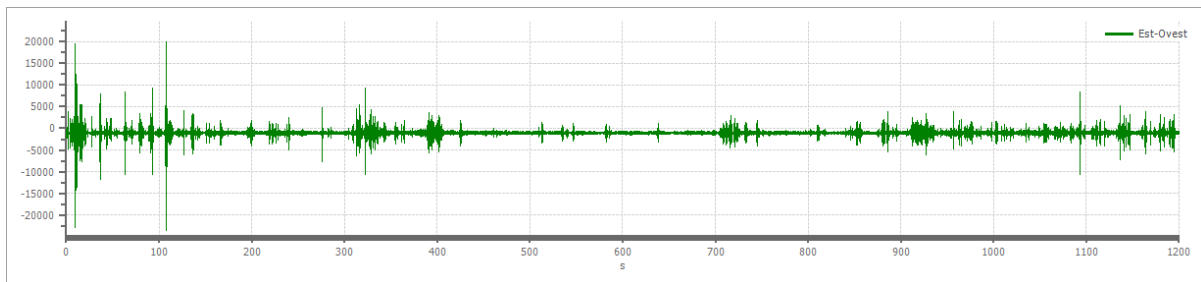
Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz
Numero campioni: 300000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:

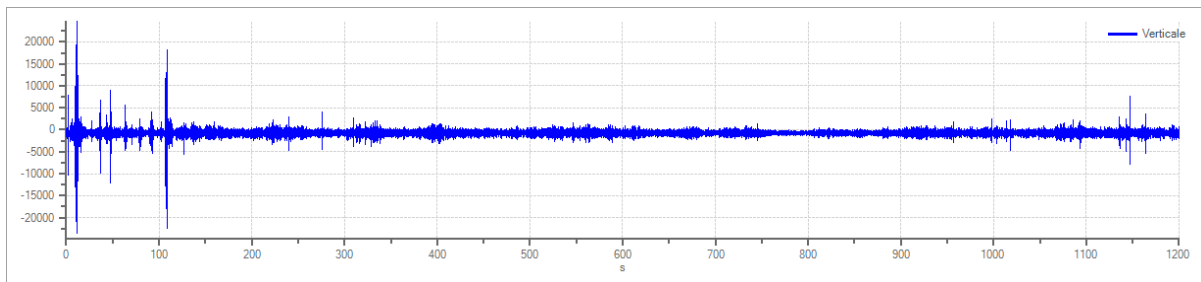




Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59
Numero finestre incluse nel calcolo: 59
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tabella finestre:

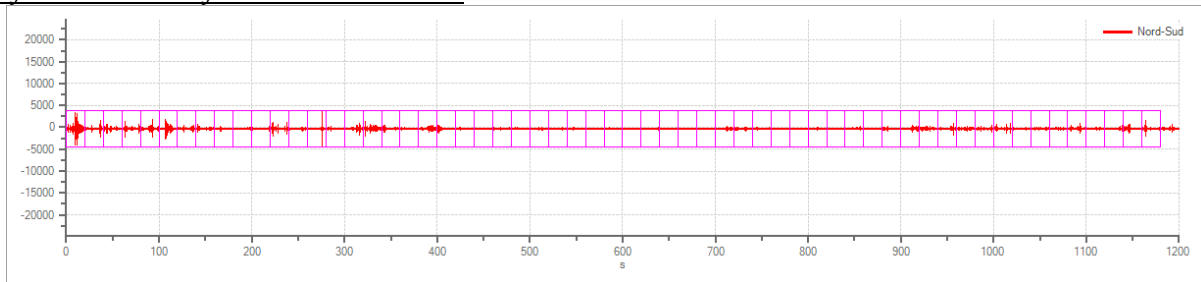
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa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



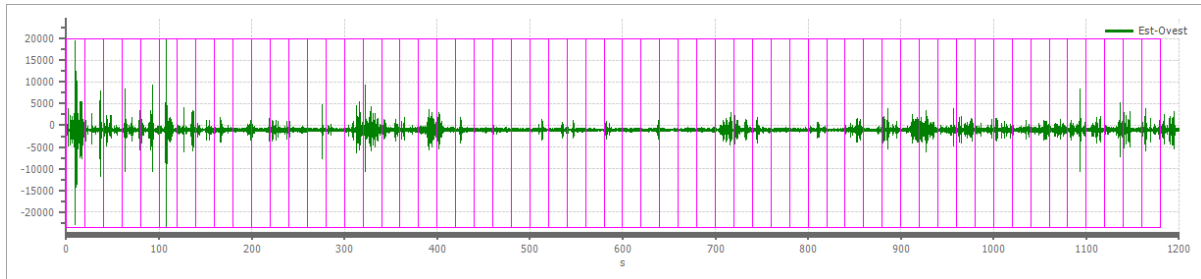
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
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



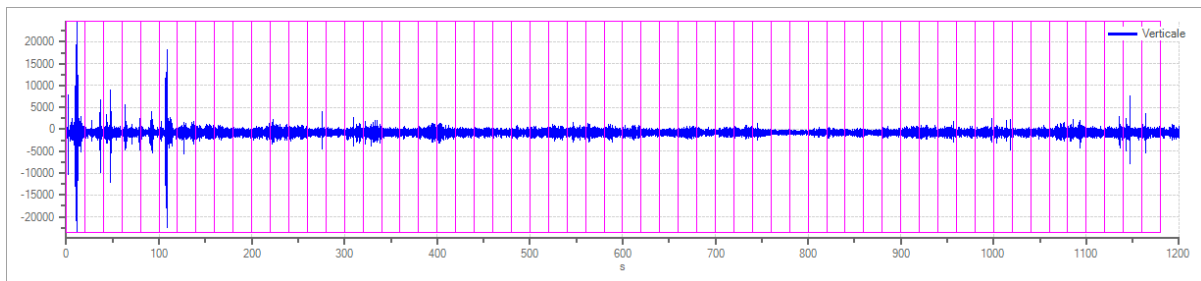
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

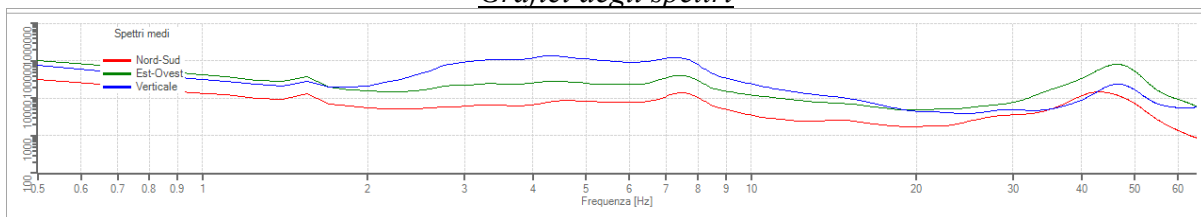


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

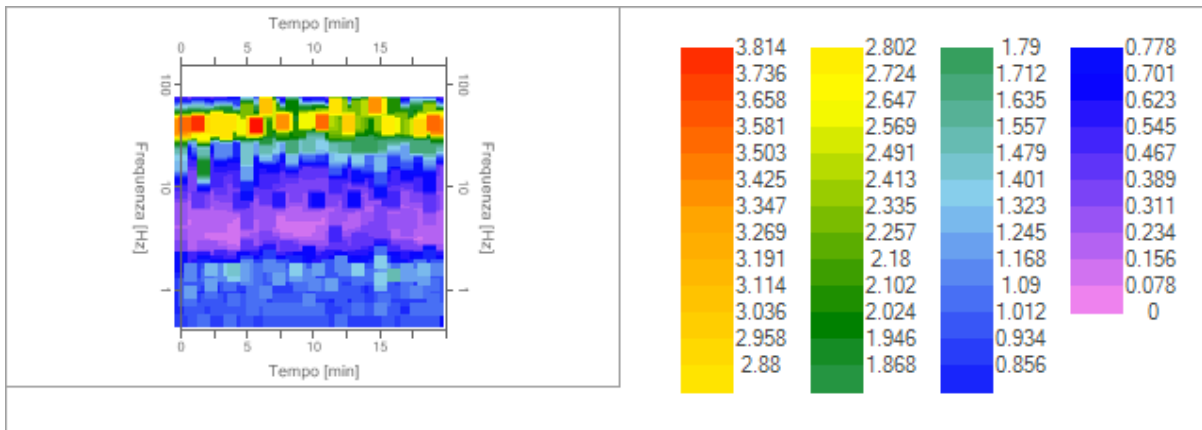


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

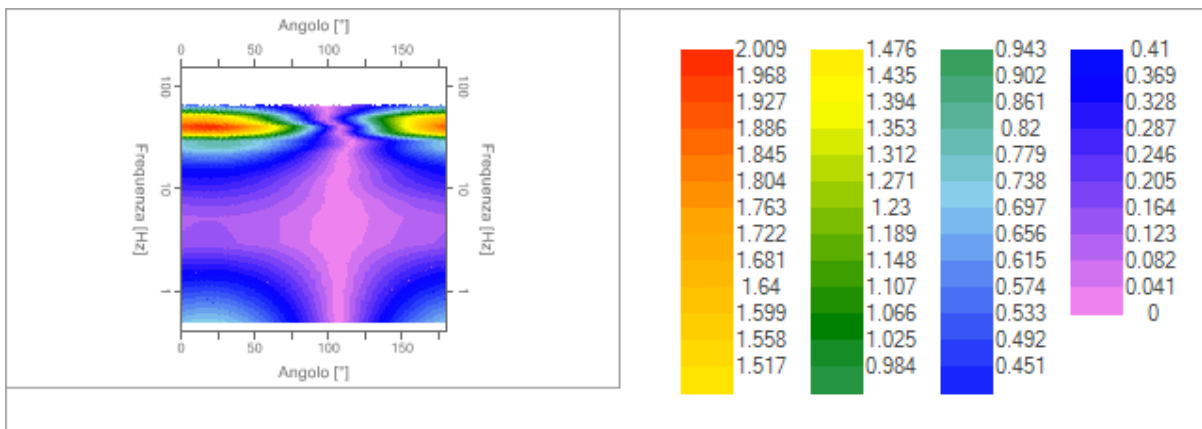
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

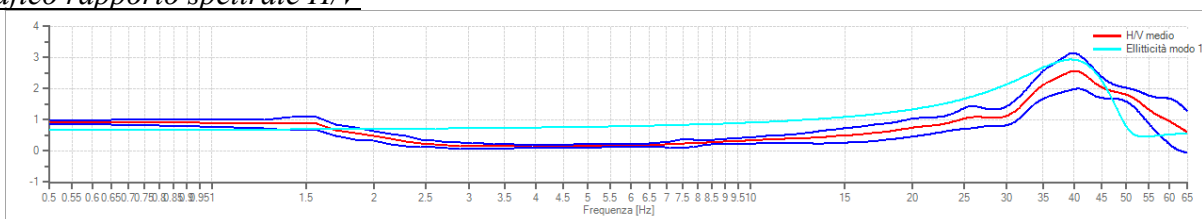
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 65.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 40.10 Hz ±0.22 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

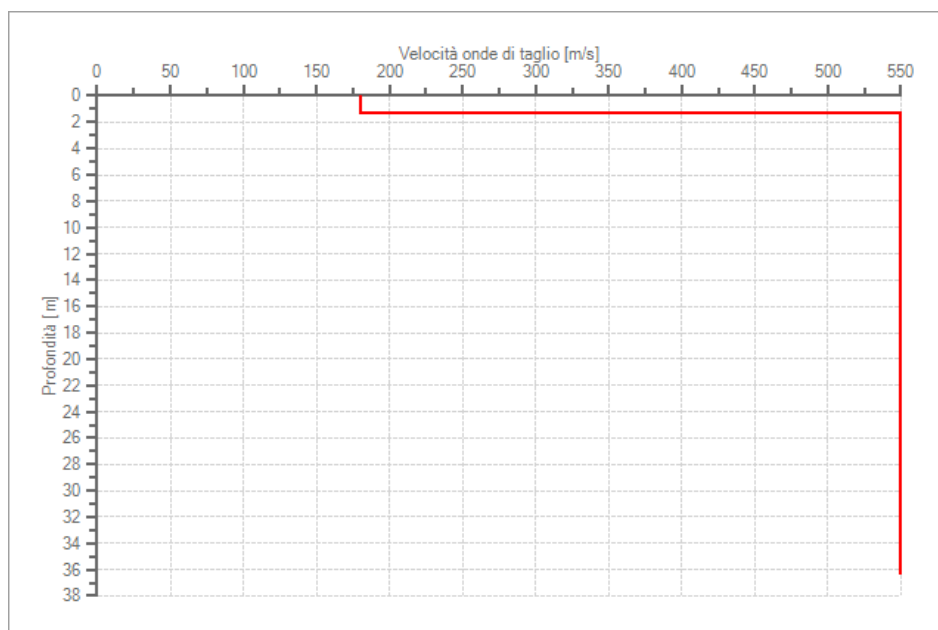
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati:	2
Frequenza del picco dell'ellitticità:	39.50 Hz
Valore di disadattamento:	-1.00
Valore Vseq:	500.86 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	1.4	18	0.3	180
2	1.4	35	18	0.3	550



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Valore Vseq: 500.86 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.
----------	--

Conclusioni:

In conclusione, si possono sintetizzare i dati dei sondaggi HVSR, dove si evince che il parco eolico denominato "Celso-Pesces" è caratterizzato da una **Categoria di Suolo "B"** (tabella 2), con Valore di *Vseq* compresa tra **420.32 – 543,91 m/sec.**

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

WTG 1	Valore <i>Vseq</i> : 475.60 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 2	Valore <i>Vseq</i> : 514.85 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 3	Valore <i>Vseq</i> : 510.35 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 4	Valore <i>Vseq</i> : 420.32 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 5	Valore <i>Vseq</i> : 543.91 m/s	Categoria di Suolo "B"
WTG 6	Valore <i>Vseq</i> : 500.86 m/s	Categoria di Suolo "B"

Tabella 2

Geol. Leonardo Mauceri

Geol Maurizio Miceli.

IMPIANTO EOLICO “CELSO- PESCES”

Prova Penetrometrica gennaio 2023

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVE WTG 1 - WTG 2 - WTG 3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	Terzaghi-Peck	0.26
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	Terzaghi-Peck	0.82

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	Robertson (1983)	8.09
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	Robertson (1983)	24.01

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	43.00
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	124.20

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	Apollonia	40.42
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	Apollonia	120.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	Meyerhof	1.71
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	Meyerhof	2.03

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	Meyerhof	1.86
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	Meyerhof	2.21

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1)Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	72.97
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	127.36

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Meyerhof 1957	48.15

Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12.00	Meyerhof 1957	65.86
--	-------	-----------	-------	---------------	-------

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	De Mello	19.03
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12	De Mello	26.44

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12.00	Bowles (1982) Sabbia Media	135.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35.75
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12.00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52.10

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12.00	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Terzaghi-Peck 1948	1.40
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12.00	Terzaghi-Peck 1948	1.50

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Terzaghi-Peck 1948	1.87
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12.00	Terzaghi-Peck 1948	1.94

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	(A.G.I.)	0.35
Strato (2)	12.10	0.90-4.80	12.00	(A.G.I.)	0.33
Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso					

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Ohsaki (Sabbie pulite)	241.50
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	671.96

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Ohta & Goto (1978) Limi	72.98
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limoso	12.10	0.90-4.80	12.00	Ohta & Goto (1978) Limi	127.37

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Navfac 1971-1982	0.76
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	12.00	Navfa c1971- 1982	2.52

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Terreno agrario	4.00	0.00-0.90	4.04	Robertson 1983	8.08
Strato (2) Calcarenite con intercalazione sabbioso-limosa	12.10	0.90-4.80	12.00	Robertson 1983	24.00

PROVA... Nr. WTG 4

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 20/01/2023
 Profondità prova 5.00 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	1	0.847	8.23	9.72	0.41	0.49
0.80	3	0.843	24.59	29.15	1.23	1.46
1.00	3	0.840	22.65	26.97	1.13	1.35
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	2	0.833	14.97	17.98	0.75	0.90
1.60	2	0.830	14.92	17.98	0.75	0.90
1.80	2	0.826	14.86	17.98	0.74	0.90
2.00	2	0.823	13.77	16.73	0.69	0.84
2.20	2	0.820	13.72	16.73	0.69	0.84
2.40	2	0.817	13.67	16.73	0.68	0.84
2.60	2	0.814	13.62	16.73	0.68	0.84
2.80	3	0.811	20.36	25.09	1.02	1.25
3.00	3	0.809	18.97	23.46	0.95	1.17
3.20	3	0.806	18.91	23.46	0.95	1.17
3.40	2	0.803	12.56	15.64	0.63	0.78
3.60	3	0.801	18.78	23.46	0.94	1.17
3.80	3	0.798	18.73	23.46	0.94	1.17
4.00	3	0.796	17.53	22.02	0.88	1.10
4.20	3	0.794	17.48	22.02	0.87	1.10
4.40	4	0.791	23.24	29.36	1.16	1.47
4.60	4	0.789	23.17	29.36	1.16	1.47
4.80	3	0.787	17.33	22.02	0.87	1.10
5.00	3	0.785	16.29	20.75	0.81	1.04

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 4**TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	0.80	Sanglerat	0.29
Strato 2	4.17	5.00	Sanglerat	0.54

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	0.80	Robertson (1983)	4.52
Strato 2	4.17	5.00	Robertson (1983)	8.35

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	0.80	Vesic (1970)	33.90
Strato 2	4.17	5.00	Vesic (1970)	62.56

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	0.80	Apollonia	22.60
Strato 2	4.17	5.00	Apollonia	41.71

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	2.26	0.80	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 2	4.17	5.00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	2.26	0.80	Meyerhof ed altri	1.59
Strato 2	4.17	5.00	Meyerhof ed altri	1.72

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	2.26	0.80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.86
Strato 2	4.17	5.00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.88

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Skempton 1986	13.16
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Skempton 1986	18.59

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Meyerhof (1956)	20.66
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Meyerhof (1956)	21.20

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32.12
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36.04

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Meyerhof ed altri	1.42
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Meyerhof ed altri	1.51

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2.26	0.80	2.26	(A.G.I.)	0.35
Strato 2	4.17	5.00	4.17	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Ohsaki (Sabbie pulite)	139.89
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Ohsaki (Sabbie pulite)	248.78

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	2.26	0.80	2.26		82.69
Strato 2	4.17	5.00	4.17		112.33

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Navfac 1971-1982	0.33
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Navfac 1971-1982	0.79

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	0.80	2.26	Robertson 1983	4.53
Strato 2	4.17	5.00	4.17	Robertson 1983	8.35

PROVA DPM WTG5

Strumento utilizzato...

DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data

01/02/2024

Profondità prova

6,50 mt

Falda rilevata

-3,90 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	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	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	1	0,855	0,32	0,37	15,83	18,52
0,30	2	0,853	0,63	0,74	31,59	37,05
0,40	2	0,851	0,63	0,74	31,52	37,05
0,50	2	0,849	0,63	0,74	31,45	37,05
0,60	2	0,847	0,63	0,74	31,38	37,05
0,70	2	0,845	0,63	0,74	31,31	37,05
0,80	2	0,843	0,62	0,74	31,24	37,05
0,90	2	0,842	0,59	0,71	29,68	35,27
1,00	3	0,840	0,89	1,06	44,43	52,90
1,10	6	0,838	1,77	2,12	88,67	105,81
1,20	5	0,836	1,47	1,76	73,73	88,17
1,30	5	0,835	1,47	1,76	73,58	88,17
1,40	5	0,833	1,47	1,76	73,44	88,17
1,50	4	0,831	1,17	1,41	58,63	70,54
1,60	4	0,830	1,17	1,41	58,51	70,54
1,70	4	0,828	1,17	1,41	58,40	70,54
1,80	4	0,826	1,17	1,41	58,29	70,54
1,90	3	0,825	0,83	1,01	41,64	50,48
2,00	4	0,823	1,11	1,35	55,41	67,31
2,10	7	0,822	1,94	2,36	96,78	117,79
2,20	8	0,820	2,21	2,69	110,40	134,62
2,30	7	0,819	1,93	2,36	96,43	117,79
2,40	8	0,817	2,20	2,69	110,00	134,62
2,50	9	0,816	2,47	3,03	123,53	151,45
2,60	11	0,814	3,01	3,70	150,72	185,10
2,70	13	0,763	3,34	4,38	166,87	218,76
2,80	12	0,811	3,28	4,04	163,85	201,93
2,90	8	0,810	2,09	2,57	104,28	128,73
3,00	8	0,809	2,08	2,57	104,10	128,73
3,10	9	0,807	2,34	2,90	116,92	144,82
3,20	10	0,806	2,59	3,22	129,69	160,91
3,30	12	0,805	3,11	3,86	155,38	193,09
3,40	11	0,803	2,84	3,54	142,20	177,00
3,50	9	0,802	2,32	2,90	116,16	144,82
3,60	7	0,801	1,80	2,25	90,21	112,64
3,70	6	0,800	1,54	1,93	77,20	96,55
3,80	6	0,798	1,54	1,93	77,08	96,55
3,90	6	0,797	1,47	1,85	73,74	92,50
4,00	25	0,696	5,37	7,71	268,26	385,41
4,10	53	0,595	9,72	16,34	486,04	817,08
4,20	30	0,694	6,42	9,25	320,83	462,50
4,30	22	0,693	4,70	6,78	234,89	339,16
4,40	27	0,691	5,76	8,32	287,81	416,25
4,50	27	0,690	5,75	8,32	287,35	416,25
4,60	17	0,739	3,87	5,24	193,74	262,08
4,70	21	0,688	4,46	6,47	222,79	323,75
4,80	37	0,637	7,27	11,41	363,41	570,41

4,90	29	0,686	5,89	8,58	294,38	429,09
5,00	19	0,735	4,13	5,62	206,64	281,13
5,10	13	0,734	2,82	3,85	141,19	192,35
5,20	13	0,733	2,82	3,85	140,99	192,35
5,30	15	0,732	3,25	4,44	162,47	221,94
5,40	18	0,731	3,89	5,33	194,70	266,33
5,50	17	0,730	3,67	5,03	183,64	251,54
5,60	18	0,729	3,88	5,33	194,19	266,33
5,70	19	0,728	4,09	5,62	204,72	281,13
5,80	21	0,677	4,21	6,21	210,45	310,72
5,90	20	0,726	4,13	5,69	206,64	284,48
6,00	20	0,725	4,13	5,69	206,38	284,48
6,10	22	0,675	4,22	6,26	211,10	312,93
6,20	24	0,674	4,60	6,83	229,99	341,38
6,30	21	0,673	4,02	5,97	200,99	298,70
6,40	19	0,722	3,90	5,41	195,13	270,26
6,50	21	0,671	4,01	5,97	200,48	298,70

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	1,9	0,7	Incoerente	0	13,44	18,24	6,72	0,76	1,45	TERRENI INCOERENTI SCIOLTI
3,9	7,28	2,42	Incoerente	0	15,4	18,53	35,77	0,8	5,81	TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI
6,5	20,75	6,16	Incoerente	0	19,32	19,32	70,47	0,83	17,33	TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM01

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0,00-1,00	1,45	Skempton 1986	10,73
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Skempton 1986	22,96
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Skempton 1986	45,08

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0,00-1,00	1,45	Meyerhof (1965)	24,51
Strato (2)	5,81	1,00-3,90	5,81	Meyerhof (1965)	26,81

TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI					
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Meyerhof (1965)	31,35

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Schmertmann (1978) (Sabbie)	1,14
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Schmertmann (1978) (Sabbie)	4,56
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Schmertmann (1978) (Sabbie)	12,68

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	2,99
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,86
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,95

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Classificazione A.G.I	MODERATAMENT E ADDENSATO
--	-------	-----------	--------	--------------------------	-----------------------------

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m ³)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Meyerhof ed altri	13,44
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Meyerhof ed altri	15,40
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Meyerhof ed altri	18,73

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m ³)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,22

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	9,04
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Ohsaki (Sabbie pulite)	33,32
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Ohsaki (Sabbie pulite)	87,20

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Ohta & Goto (1978) Limi	63,82
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Ohta & Goto (1978) Limi	110,26
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Ohta & Goto (1978) Limi	152,19

Liquefazione

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Seed e Idriss (1971)	--
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_h / \sigma_v$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	-------

Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Navfac 1971-1982	0,13
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Navfac 1971-1982	1,17
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Navfac 1971-1982	3,35

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) TERRENI INCOERENTI SCIOLTI	1,45	0.00-1,00	1,45	Robertson 1983	0,28
Strato (2) TERRENI INCOERENTI SCARSAMENTE ADDENSATI	5,81	1,00-3,90	5,81	Robertson 1983	1,14
Strato (3) TERRENI INCOERENTI MEDIAMENTE ADDENSATI	17,33	3,90-6,50	16,165	Robertson 1983	3,17

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Tramite l'esecuzione della prova penetrometrica **DPM01**, fin qui descritta, è stato possibile indagare il sottosuolo fino ad una profondità massima di 6,50 metri dal piano campagna. I dati ricavati hanno permesso di determinare le principali caratteristiche geomeccaniche dei vari strati costituenti il sottosuolo.

Da un'analisi speditiva del materiale di risalita durante il recupero aste, è possibile affermare che il sottosuolo risulta essere composto prevalentemente da terreni incoerenti sciolti (sabbie con limo), a grado di addensamento variabile. Sono stati quindi individuati tre strati, le cui caratteristiche geotecniche sono riportate nelle pagine precedenti.

Durante la fase di recupero delle aste è stato possibile determinare la presenza di falda ad una profondità di circa 3,90 metri. Oltre la profondità di 6,50 metri la prova penetrometrica è andata "a rifiuto".

PROVA WTG Nr. 6

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 20/01/2023
 Profondità prova 5.20 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	1	0.847	8.23	9.72	0.41	0.49
0.80	1	0.843	8.20	9.72	0.41	0.49
1.00	2	0.840	15.10	17.98	0.75	0.90
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	2	0.833	14.97	17.98	0.75	0.90
1.60	2	0.830	14.92	17.98	0.75	0.90
1.80	2	0.826	14.86	17.98	0.74	0.90
2.00	2	0.823	13.77	16.73	0.69	0.84
2.20	2	0.820	13.72	16.73	0.69	0.84
2.40	2	0.817	13.67	16.73	0.68	0.84
2.60	3	0.814	20.43	25.09	1.02	1.25
2.80	2	0.811	13.57	16.73	0.68	0.84
3.00	2	0.809	12.65	15.64	0.63	0.78
3.20	2	0.806	12.60	15.64	0.63	0.78
3.40	3	0.803	18.84	23.46	0.94	1.17
3.60	3	0.801	18.78	23.46	0.94	1.17
3.80	3	0.798	18.73	23.46	0.94	1.17
4.00	3	0.796	17.53	22.02	0.88	1.10
4.20	4	0.794	23.30	29.36	1.17	1.47
4.40	5	0.791	29.05	36.70	1.45	1.84
4.60	6	0.789	34.76	44.04	1.74	2.20
4.80	7	0.787	40.44	51.38	2.02	2.57
5.00	7	0.785	38.01	48.42	1.90	2.42
5.20	8	0.783	43.33	55.34	2.17	2.77

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 6**TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1.5	0.80	Sanglerat	0.19
Strato 2	3.71	4.20	Sanglerat	0.46
Strato 3	9.93	5.20	Sanglerat	1.24

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	1.5	0.80	Robertson (1983)	3.00
Strato 2	3.71	4.20	Robertson (1983)	7.42

Strato 3	9.93	5.20	Robertson (1983)	19.86
----------	------	------	------------------	-------

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1.5	0.80	Vesic (1970)	22.50
Strato 2	3.71	4.20	Vesic (1970)	55.65
Strato 3	9.93	5.20	Vesic (1970)	---

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	1.5	0.80	Apollonia	15.00
Strato 2	3.71	4.20	Apollonia	37.10
Strato 3	9.93	5.20	Apollonia	99.30

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	1.5	0.80	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato 2	3.71	4.20	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 3	9.93	5.20	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1.5	0.80	Meyerhof ed altri	1.52
Strato 2	3.71	4.20	Meyerhof ed altri	1.68
Strato 3	9.93	5.20	Meyerhof ed altri	1.97

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1.5	0.80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.85
Strato 2	3.71	4.20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.87
Strato 3	9.93	5.20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Skempton 1986	10.89
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Skempton 1986	17.31
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Skempton 1986	32.84

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Meyerhof (1956)	20.43
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Meyerhof (1956)	21.06

Strato 3	9.93	5.20	9.93	Meyerhof (1956)	22.84
----------	------	------	------	-----------------	-------

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	30.55
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35.08
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	47.86

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Meyerhof ed altri	1.38
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Meyerhof ed altri	1.48
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Meyerhof ed altri	1.73

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1.5	0.80	1.5	(A.G.I.)	0.35
Strato 2	3.71	4.20	3.71	(A.G.I.)	0.35
Strato 3	9.93	5.20	9.93	(A.G.I.)	0.33

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Ohsaki (Sabbie pulite)	95.16
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Ohsaki (Sabbie pulite)	222.91
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Ohsaki (Sabbie pulite)	562.40

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	1.5	0.80	1.5		67.36
Strato 2	3.71	4.20	3.71		105.94
Strato 3	9.93	5.20	9.93		173.32

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

Modulo di reazione Ko

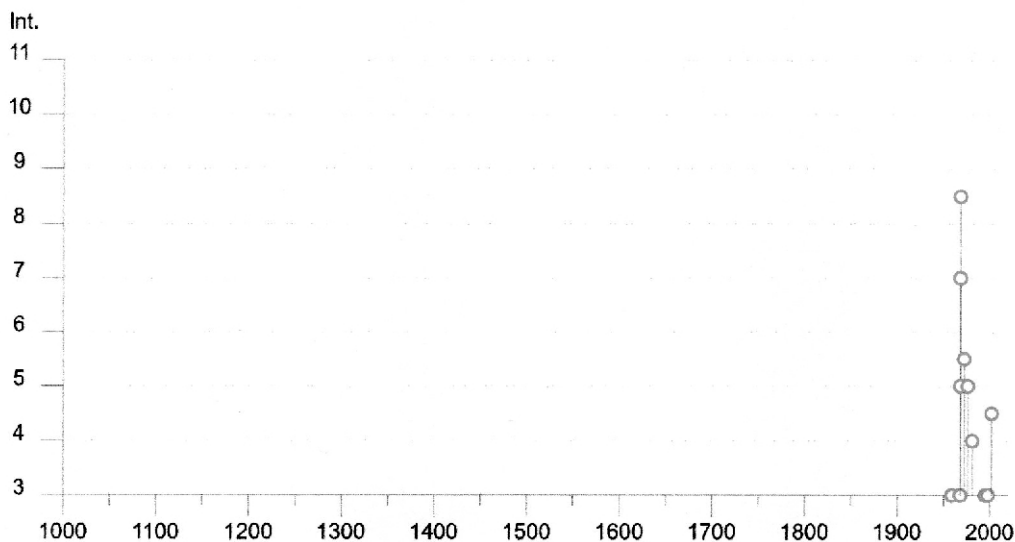
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Navfac 1971-1982	0.15
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Navfac 1971-1982	0.68
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Navfac 1971-1982	2.09

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	1.5	0.80	1.5	Robertson 1983	3.00
Strato 2	3.71	4.20	3.71	Robertson 1983	7.42
Strato 3	9.93	5.20	9.93	Robertson 1983	19.86

Salemi

PlaceID IT_66300
 Coordinate (lat, lon) 37.817, 12.801
 Comune (ISTAT 2015) Salemi
 Provincia Trapani
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 17



Effetti										In occasione del terremoto del		
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw		
NF	1909	12	03	11	50		Camporeale	15	4	3.70		
NF	1910	01	25	08	27		Tirreno meridionale	34	5	4.48		
3	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7	5.11		
3	1968	01	14	12	28	2	Valle del Belice	15	6-7	5.10		
7	1968	01	14	15	48	3	Valle del Belice	18	7	4.84		
8-9	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41		
7	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice	32	8	5.37		
5	1968	02	12	16	26	0	Valle del Belice	14	6	4.66		
5	1968	09	01	05	02	3	Valle del Belice	11	5-6	4.61		
5-6	1972	12	27	08	15	1	Valle del Belice	17	5-6	4.34		
5	1976	10	12	04	26	1	Valle del Belice	11	5	4.41		
4	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo	50	6	4.93		
3	1995	05	29	06	52	2	Isole Egadi	45	5	4.78		
3	1998	01	17	12	32	4	Golfo di Castellammare	21		4.83		
NF	1999	12	30	18	34	3	Tirreno meridionale	29		4.83		
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92		
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42		

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Vita	8	6

Località	EQs	Distanza (km)
Gibellina Nuova	3	6
Santa Ninfa	17	8

