

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA
MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO NEI TERRITORI COMUNALI DI CUPELLO,
FURCI, MONTEODORISIO, SCERNI, GISSI E ATESSA(CH) LOC. COLLECHIESI
POTENZA NOMINALE 40,5 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

geom. Rosa CONTINI

ing. Giulia MONTRONE

STUDI SPECIALISTICI

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

ACUSTICA

ing. Antonio FALCONE

STUDIO FAUNISTICO

dott. nat. Fabio MASTROPASQUA

STUDIO PEDO-AGRONOMICO

dr. Gianfranco GIUFFRIDA

ARCHEOLOGIA

ARS s.r.l.

dott.ssa archeol. Martina Di Carlo dr. archeol. Gabriele MONASTERO

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

PD.R. ELABORATI DESCRITTIVI

REV. DATA DESCRIZIONE

R.4 Relazione geologica, morfologica e idrogeologica



INDICE

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E COORDINATE	3
3	SCHEMA TETTONICO DELL'AREA MEDITERRANEA	7
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	10
5	GEOLOGIA PARTICOLAREGGIATA DELLA ZONA OGGETTO DI STUDIO	12
6	UBICAZIONE TOMOGRAFIE SISMICHE	17
7	UBICAZIONE POZZI ISPRA	21
8	CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO	25
8.1.	CLASSIFICAZIONE SISMICA	28
8.2.	ZONIZZAZIONE SIMOGENETICA	32
8.3.	RISPOSTA SISMICA LOCALE	37
9	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	44
9.1.	CATEGORIE TOPOGRAFICHE	44
9.2.	CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	44
11	AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE E PROFONDO	50
11.1.	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROLOGICO GENERALE	53
11.2.	MODALITÀ DI ATTRAVERSAMENTO DEL RETICOLO IDROGRAFICO	54
11.3.	VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) – PERICOLOSITÀ IDRAULICA	55
11.4.	VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	55
	ELENCO ALLEGATI	64



1 PREMESSA

La Società Furci Collechiesi s.r.l. ha commissionato al sottoscritto il presente studio di compatibilità geologica, idrogeomorfologica e sismica, inerente il "Progetto per la realizzazione di un Parco Eolico, costituito da n. **9 Aerogeneratori** di cui **1 aerogeneratore (Ate1)** sito nel comune di **Atessa (CH)**, **2 aerogeneratori (Cup1 e Cup2)** siti in agro dei comune di **Cupello (CH)**, **1 aerogeneratore (Fur1)** sito in agro del comune di **Furci (CH)**, **1 aerogeneratore (Gis1)** sito nel comune di **Gissi (CH)**, **1 aerogeneratore (Mod1)** sito nel comune di **Monteodorisio (CH)**, **3 aerogeneratori (Sce1-Sce2 e Sce3)** siti in agro del comune di **Scerni (CH)** ed opere connesse ivi compresa la **Stazione Elettrica** sita in agro del comune di **Furci (CH)**.

Scopo dello studio è quello di stabilire la natura litologica dei terreni affioranti nell'area in studio per risalire al loro prevedibile comportamento in dipendenza dei fattori geomorfologici, stratigrafici, tettonici, idrogeologici e geomeccanici, A tale scopo è stato eseguito un rilevamento geologico dell'area oggetto di studio, che ha consentito di tracciare un quadro generale della variabilità litologica dei terreni e dei fenomeni macroscopici connessi con le modificazioni e le alterazioni del suolo con finalità geomorfologiche e geomeccaniche applicative, come previsto dalla normativa vigente.

Il presente studio geologico è stato redatto in ottemperanza alle leggi vigenti ed in particolare a:

- **Legge 64/74**
- **DM 11/03/1988** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la **stabilità** dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno e delle opere di fondazione" e successive modifiche ed integrazioni
- **D.M LL.PP.** del 24/01/1986 "Norme tecniche relative alle costruzioni antisismiche"
- **D.M. LL.PP.** del 14/01/2008 (G.U n. 29 del 04/02/2008)
- **Circolare** del 02/02/2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- **D.M. 17/01/2018** pubblicato sul S.O. - G.U 20 febbraio 2018 n. 42 "Norme tecniche per le costruzioni"
- **Raccomandazioni dell'AGI in merito alle indagini geognostiche in situ ed alle indagini geotecniche di laboratorio**
- **Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) emanato dall'Autorità di Bacino. Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.**

Stando alla cartografia del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Abd Puglia, le aree di sedime delle fondazioni degli aerogeneratori non rientrano in aree soggette a vincolo sia dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, che dal punto di vista della pericolosità idraulica. Come da cartografia allegata, scaricata dall'Autorità di Bacino della Puglia, nessuno dei 10 Aerogeneratori ricade in aree vincolate.

La Caratterizzazione e la Modellazione Geologica del Sito è stata eseguita con la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, della pericolosità geologica del territorio. In considerazione degli interventi da realizzare e della complessità del contesto



geologico sono state eseguite specifiche indagini finalizzate alla documentata ricostruzione del “**modello geologico**”. I metodi e i risultati delle indagini verranno esaurientemente esposti e commentati in questa Relazione Geologica. Sono stati effettuati numerosi sopralluoghi nella zona interessata e si è portato a termine il seguente piano di lavoro:

Ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico effettuati nell'area d'interesse, in particolare sono state utilizzate le indagini geognostiche eseguite per il PUG di Lucera di cui il sottoscritto è stato uno dei tre redattori

Rilevamento geologico e geomorfologico di un'area sufficientemente ampia e delle zone specificatamente interessate dalle opere di progetto;

Raccolta di indagini geognostiche precedentemente eseguite ed altre informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico-geotecnico-sismico-idrogeologico e idraulico ricadenti nell'area oggetto d'intervento ed in aree attigue.

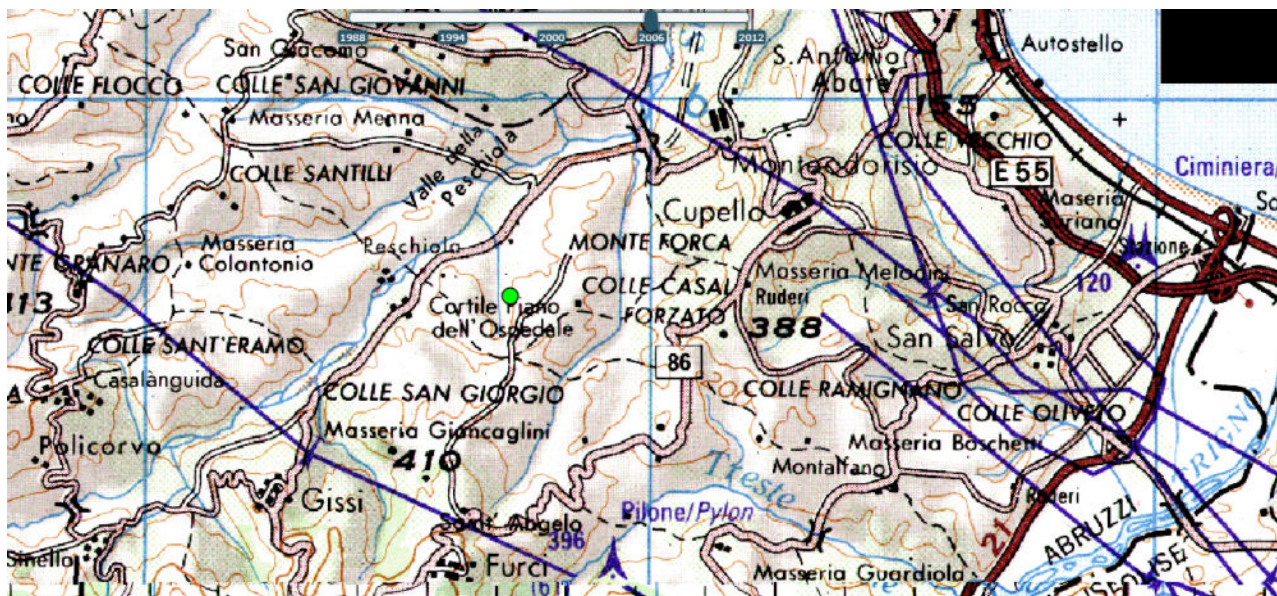
Sono state eseguite 4 tomografie sismiche e 4 MASW

Obiettivo dello studio è stato quello di fornire un quadro di riferimento geologico e tecnico dei terreni affioranti nell'area esaminata al fine di una congrua valutazione delle caratteristiche geostrutturali per le conseguenti scelte progettuali.



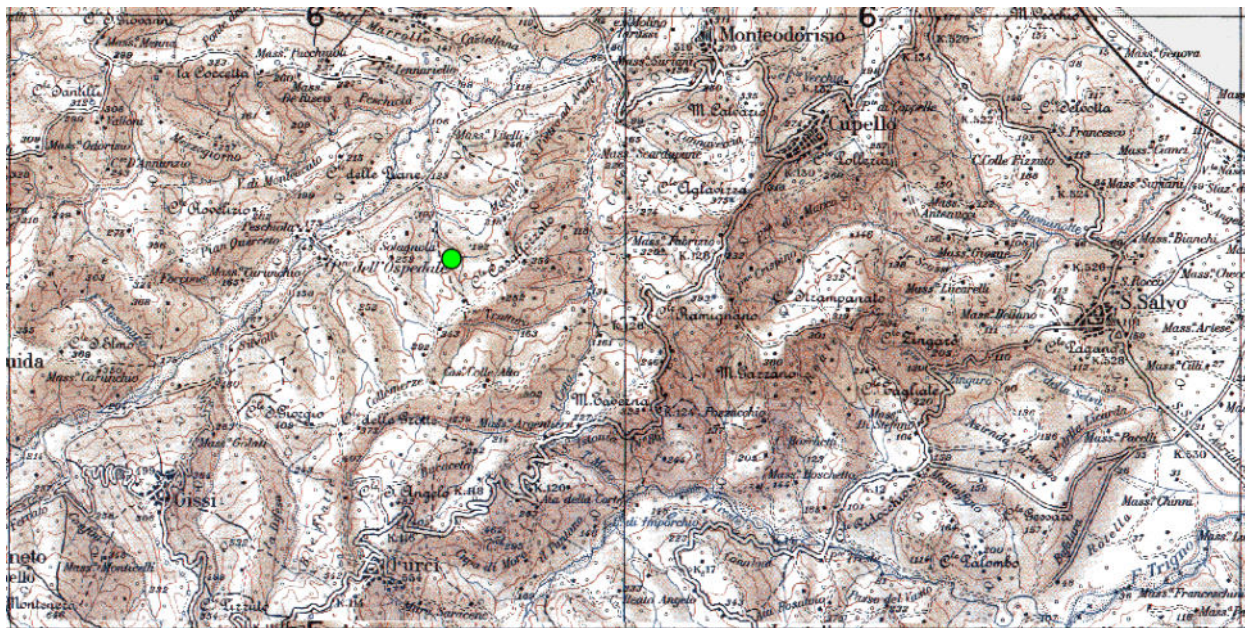
2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E COORDINATE

WTG	WGS84 (fuso33)	
	EST	NORD
ATE1	462835.70 m E	4658580.99 m N
CUP1	470118.74 m E	4656808.37 m N
CUP2	472019.00 m E	4655484.00 m N
FUR1	466333.00 m E	4654002.00 m N
GIS1	463327.00 m E	4658676.00 m N
MOD1	468686.00 m E	4657639.00 m N
SCE1	465772.00 m E	4657862.00 m N
SCE2	465667.00 m E	4658632.00 m N
SCE3	464534.00 m E	4657867.00 m N
SSE	470693.72 m E	4650187.16 m N

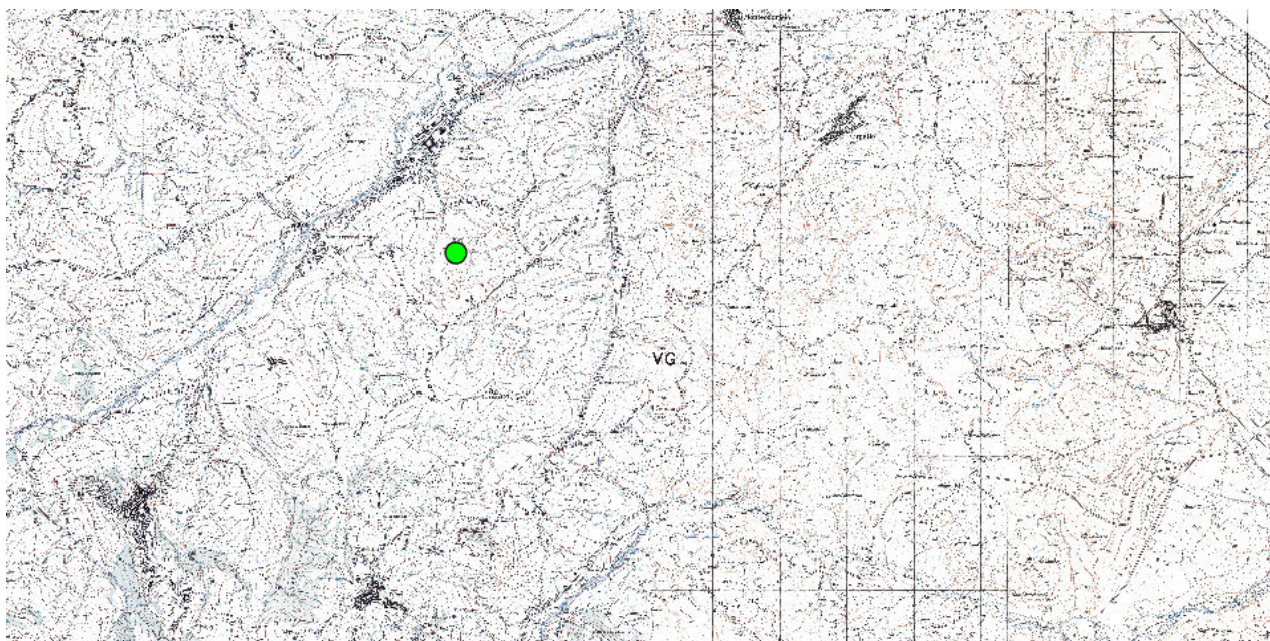


Localizzazione Area Impianto Eolico su base IGM 1:250.000



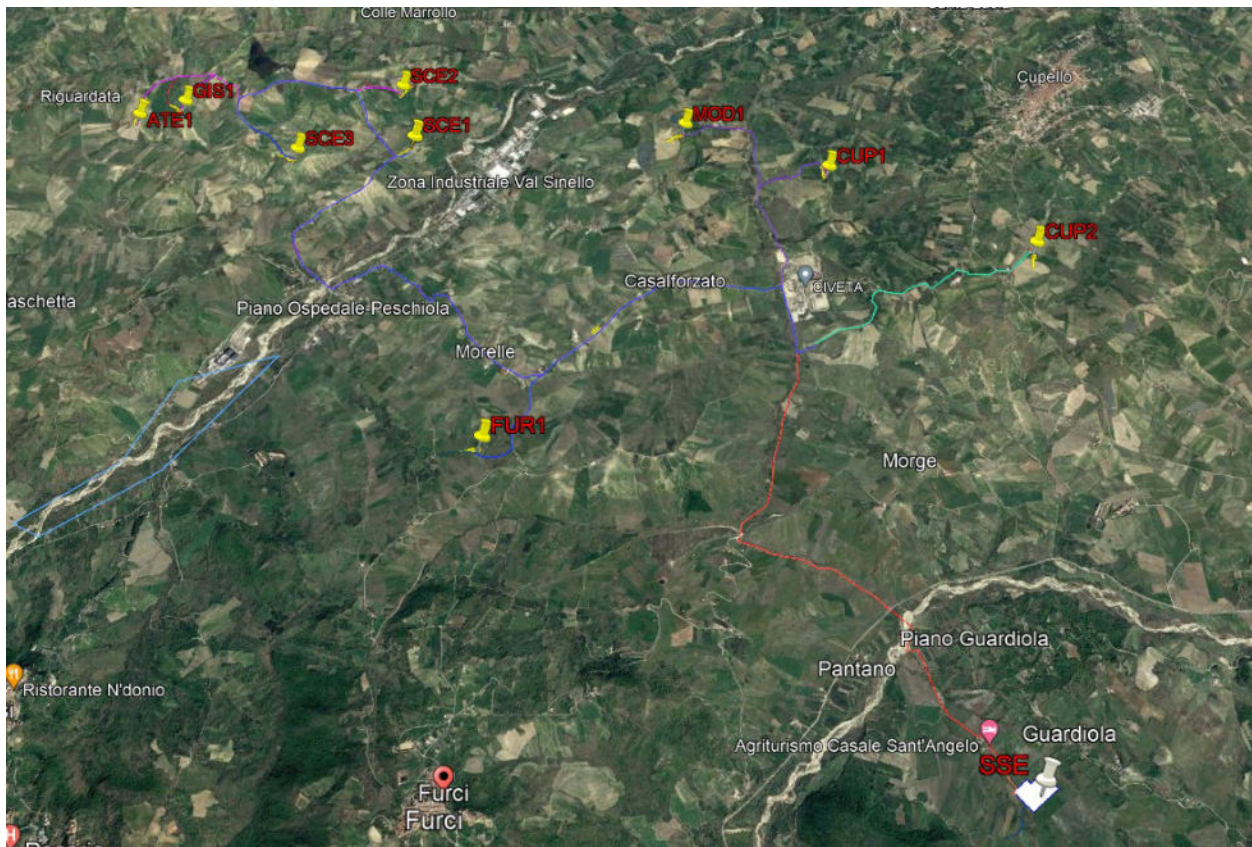


Localizzazione Area Impianto Eolico su base IGM 1:100.000

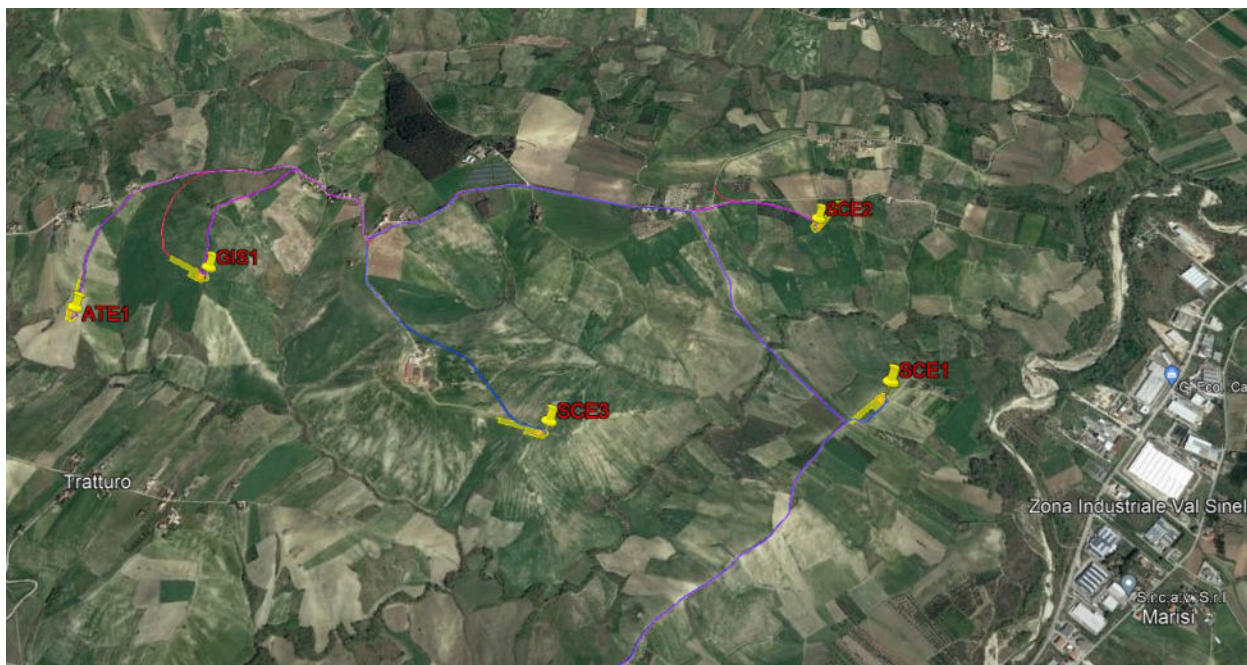


Localizzazione Area Impianto Eolico su base IGM 1:25.000





Localizzazione dell'impianto Area Aerogeneratori + Area Stazione Elettrica su ortofoto

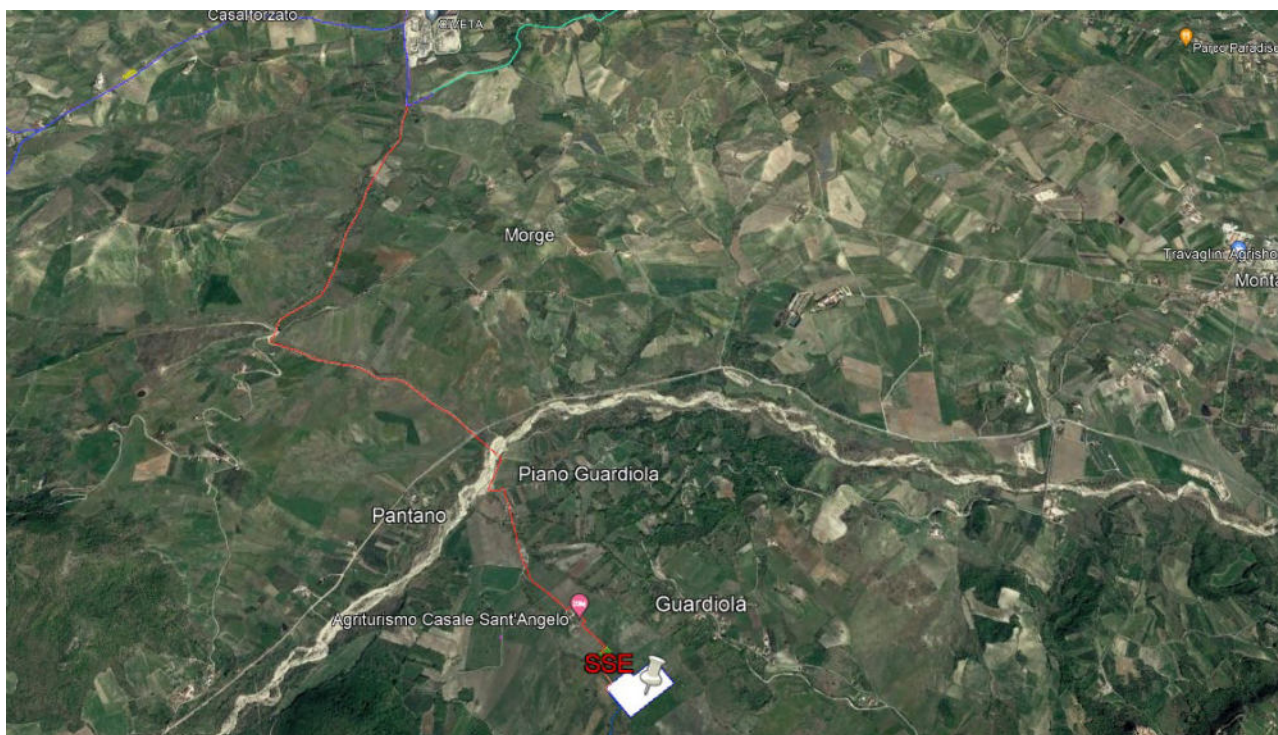


Dettaglio localizzazione area Aerogeneratori ATE1-GIS1-SCE1-SCE2 e SCE3 su ortofoto





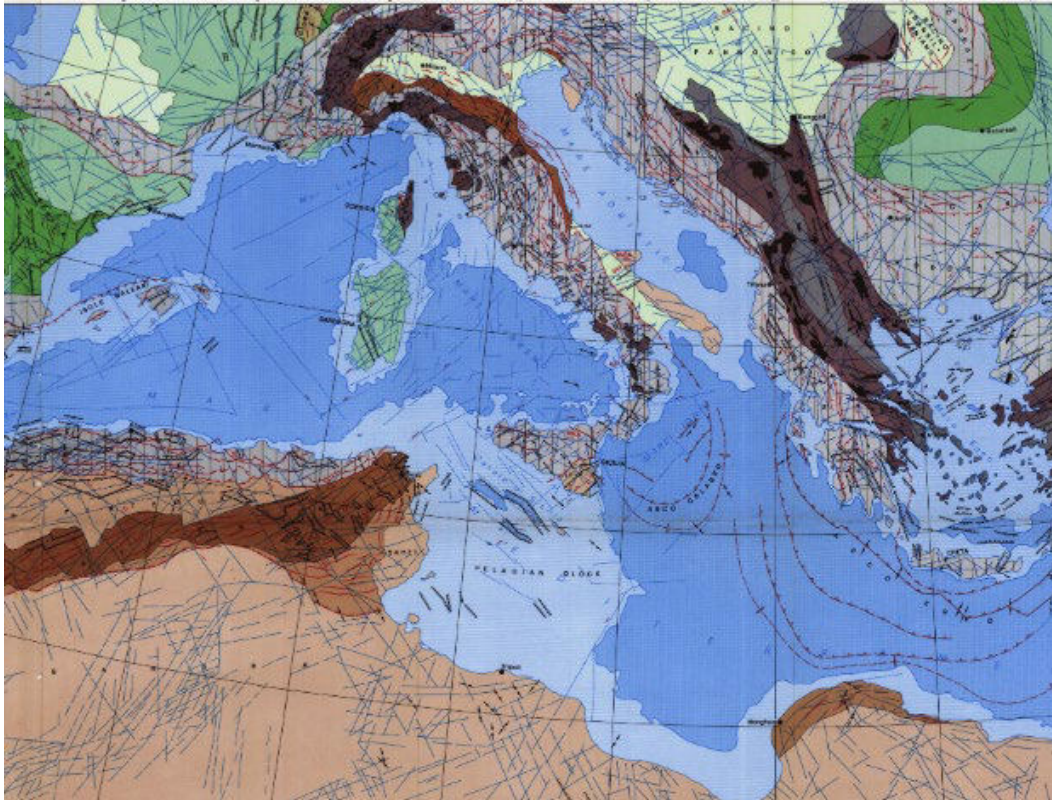
Dettaglio localizzazione area Aerogeneratori CUP1-CUP2-MOD1 e FUR1



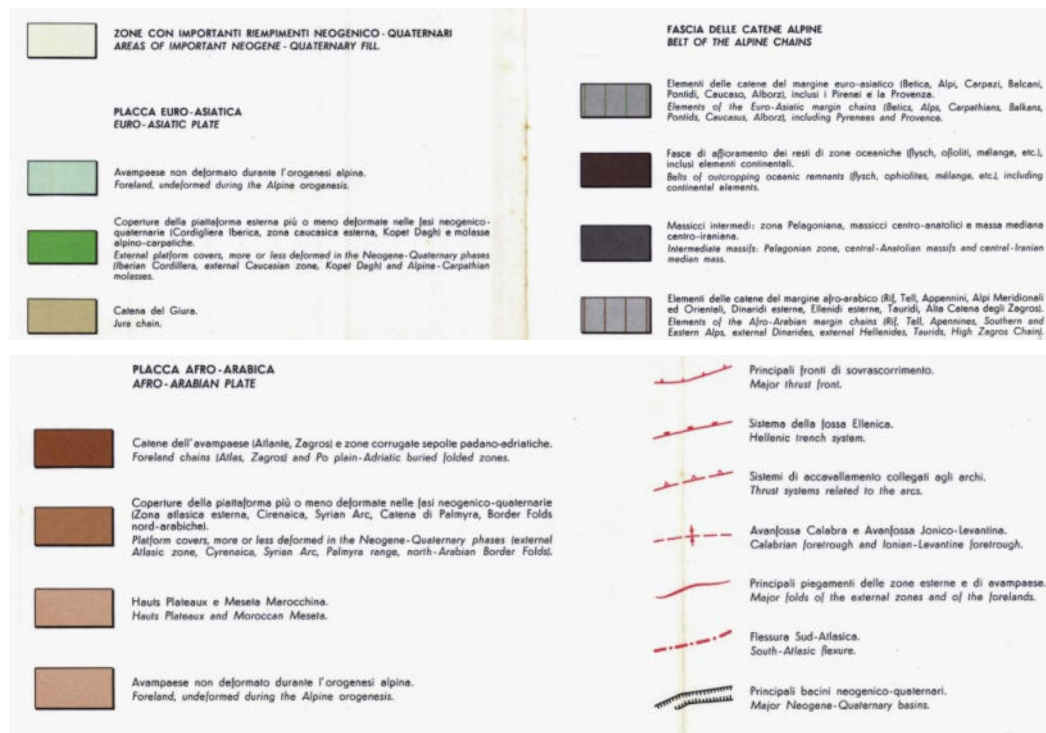
Dettaglio localizzazione area Stazione Elettrica su ortofoto



3 SCHEMA TETTONICO DELL'AREA MEDITERRANEA



Schema Tettonico area Mediterranea da Boccaletti M. & Danieli P. 1982



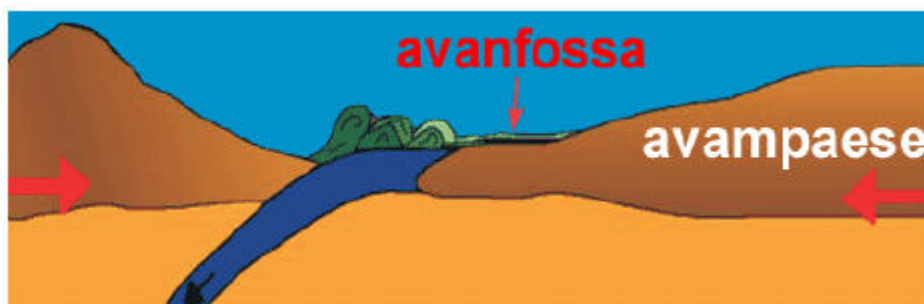
Legenda Schema Tettonico Area Mediterranea da Boccaletti M. & Danieli P. 1982



La genesi della Catena dell'Appennino Meridionale inizia nell'Oligocene Superiore-Miocene e deriva dall'evoluzione del margine continentale passivo mesozoico e dalla sua inversione in margine attivo durante la subduzione della placca Adriatica verso ovest. La tettonica compressiva è stata quindi la causa dell'impilamento delle diverse unità di derivazione differente e della geometria a pieghe e sovrascorrimenti (fold-and-thrust belt) est-vergente che la catena possiede attualmente. La struttura profonda dell'Appennino meridionale è definita, come ben noto, da un sistema duplex sepolto di carbonati mesozoico-terziari derivanti dal margine interno della Piattaforma Apula ricoperto da un sistema di falde di provenienza occidentale. Il sistema di falde comprende unità di piattaforma, scarpata e bacino la cui ricostruzione palinspastica è tuttora oggetto di discussione. Un recente riprocessamento della linea CROP-04 mostra che la superficie di scorrimento basale del cuneo tettonico raggiunge una profondità superiore ai 20 chilometri in corrispondenza della costa tirrenica. L'assetto geometrico generale della catena è complicato da numerosi sovrascorrimenti fuori sequenza e dallo sviluppo di sistemi duplex all'interno delle coltri di tetto (in particolare potenti catoste antiformali di embrici lagonegresi). La propagazione della deformazione è avvenuta in maniera non cilindrica, per cui segmenti di catena adiacenti, deformati nello stesso intervallo temporale, possono mostrare geometrie fortemente diverse risultanti dalle diverse traiettorie delle superfici di scorrimento. Lo studio dei depositi pliocenico-quadernari discordanti sulle coltri di ricoprimento, lo studio dei coevi depositi di avanfossa nel sottosuolo bradanico e l'analisi delle strutture tettoniche in catena hanno portato alla costruzione di un nuovo modello sulle relazioni tra tettonica e sedimentazione che descrive l'evoluzione cinematica dell'Appennino meridionale come un processo di raccorciamento continuo e non come un susseguirsi di fasi di trasporto e fasi di quiescenza tettonica. L'attivazione di superfici di scorrimento fuori sequenza è stata responsabile sia di forti raccorciamenti all'interno del cuneo tettonico (es. generazione dei duplex all'interno delle unità di tetto) sia di cambiamenti della struttura (Patacca & Scandone 1998-StruttTett-PalermoSGI.doc generale della catena, con passaggio da sistemi ad embrici a sistemi di tipo duplex dove il cuneo delle falde occupa una vasta porzione della depressione di avanfossa). La propagazione delle superfici di scorrimento verso l'avampaese, invece, è stata responsabile sia di passaggi da sistemi duplex a sistemi ad embrici sia della progressiva deformazione dell'avampaese con conseguente incorporazione di nuove strutture nel duplex carbonatico profondo. La complessità dell'assetto geometrico e la complessità dell'evoluzione cinematica spiegano, almeno in parte, le diversità esistenti nelle ricostruzioni palinspastiche proposte in letteratura.

Al fine di considerare in un contesto regionale più ampio le unità presenti, è opportuno ricordare che la catena appenninica, strutturatasi sostanzialmente nel corso dell'Oligocene-Miocene, riflette le deformazioni subite dal margine occidentale della Placca Apula in subduzione verso Ovest, a seguito della convergenza Africa-Europa.



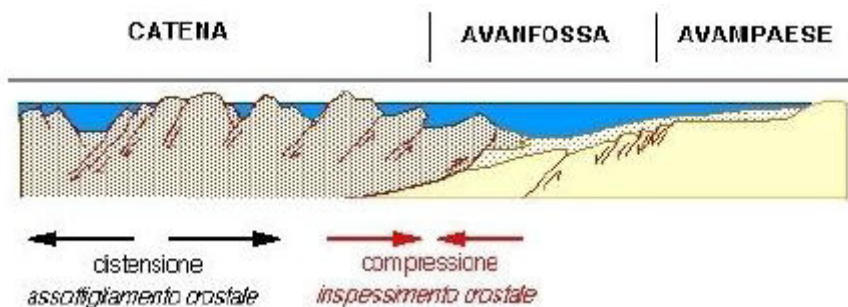


Subduzione placca africana-placca europea

Tale edificio orogenico costituisce l'ossatura della penisola italiana di cui l'Appennino meridionale fa parte.

Nel sistema sud-orogenico da Est verso Ovest si distinguono tre domini strutturali sovrapposti.

L'avampaese, rappresentato in affioramento dal blocco apulo-garganico, si estende dall'Adriatico fino all'avanfossa proseguendo verso Ovest sotto i thrust appenninici. È costituito da una successione autoctona formata prevalentemente da carbonati di età meso-cenozoica (Unità dell'Avampaese) sui quali sovrascorrono le unità alloctone della catena appenninica, costituite essenzialmente da depositi mesozoici-terziari sia di bacino di margine passivo che di avanfossa. Infine, interposta tra l'area di catena e l'area di avampaese è presente l'area di avanfossa plio-quadernaria (Unità della Fossa Bradanica).



4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Da un punto di vista geologico, il territorio in esame fa parte di un'area molto complessa, definita avanfossa adriatica, formatasi nel Plio-Pleistocene, che si sviluppa da Nord a Sud, dalla Pianura Padana al golfo di Taranto.

In questo settore dell'Appennino affiorano dei terreni di origine alloctona (provenienti da zone più interne) facenti parte delle cosiddette Unità Molisane (Patacca et alii, 1991), con caratteristiche di ambiente variabili dalle condizioni di mare abbastanza profondo a rampa carbonatica ed infine di avanfossa, di età compresa tra l'Oligocene e il Messiniano.

Dal punto di vista paleoambientale quest'area fa parte del Bacino molisano, interpretato da diversi autori come una prosecuzione verso Nord del Bacino Lagonegrese, compreso tra la piattaforma Appenninica e la piattaforma Apula interna verso Nord, affiorante soltanto con la Majella.

Le caratteristiche principali di questo complesso alloctono sono:

- uno spessore che progressivamente decresce dalla fascia interna verso quella esterna, con limite settentrionale all'incirca in corrispondenza del parallelo $42^{\circ}15'$;
- una matrice comune costituita dalle argille varicolori, che nella modalità di messa in posto della coltre ha avuto un ruolo determinante;
- la coltre viene ricoperta da terreni del pliocene medio-superiore (cenozona G. Inflata e Crassaformis) ad oriente.

Dal punto di vista tettonico questo settore dell'Appennino presenta aspetti particolari in quanto, oltre che da una generale tettonizzazione ad embrici a vergenza appenninica del substrato calcareo, i terreni in affioramento risultano interessati da deformazioni molto intense con pieghe, faglie e sovrascorrimenti con marcate vergenze verso il settore occidentale.

Questa contrapposizione di stili tettonici viene spiegata, dal punto di vista meccanico, dalla diversa reazione allo sforzo di un corpo rigido, il substrato, e di uno più duttile, la copertura.

Tale disarmonia viene accentuata dal livello di scollamento rappresentato dalle argille varicolori che avrebbe favorito lo svincolo meccanico della coltre costituita dai materiali in affioramento.

Ad esclusione del lavoro di Selli del 1962 la letteratura geologica è concorde nel ricondurre le Unità molisane ad un dominio di bacino esterno rispetto al dominio di piattaforma del Matese.

Nelle cosiddette falde molisane si distinguono quattro unità tettoniche (Patacca et alii 1990) rappresentate dall'esterno verso l'interno, dall'unità della Daunia, dall'unità di Tufillo, dall'unità Agnone e dall'unità Frosolone.

La formazione più antica affiorante nell'area oggetto d'indagine è rappresentata dalle cosiddette "Argille Varicolori" (Av), marne compatte ed argille marnose talora fogliettate, rosse, grige, verdastre, con intercalazioni di banchi calcarei a Nummuliti e Lepidocycline, e con lenti e livelli di selce nera e rossa. Arenaria biancastra con elementi in prevalenza quarzosi, fortemente eolizzati, livelletti limonitici e grani di ambra, mista ad una frazione sabbioso-argillosa di origine fluvio-lacustre, caratteristica dell'Oligocene. Argille fogliettate, rosse, violacee, verdastre, grigiastre con sottili livelli di arenaria bruna in prevalenza silicea e con intercalazioni di calcari grigi, calcari micro-detritici, calcari marnosi, livelli manganeseferi e



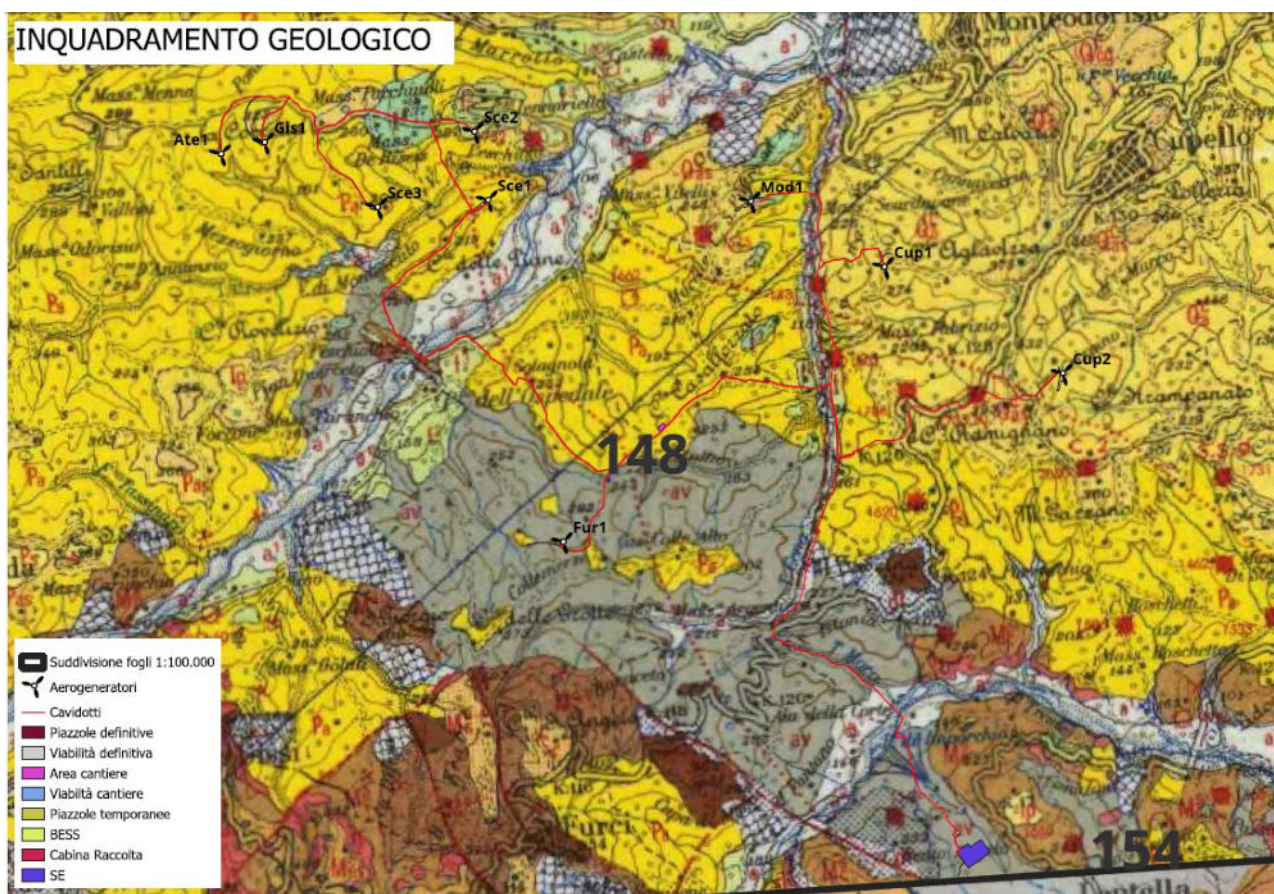
livelli e lenti di selci rossicce ed azzurrognole. Microfaune di Radiolari, Spugne silicee, sovente piritizzate. (Paleogene. Cretaceo Sup.?)

Fa seguito alle Argille varicolori il "complesso flyscioide", (M2) calcareniti e brecciole, calcari compatti giallastri con lenti e noduli di selce bruna e rossastra, arenarie calcaree, marne grige compatte e scheggiose, marne argillose a volte fetide, straterelli di argilla sabbiosa grigiastra fogliettata (Miocene medio – inferiore). La base del complesso è in discordanza angolare con le formazioni sottostanti. A tale formazione seguono le argille sabbiose (M2a) grige fogliettate e marne grige compatte, alternate con arenarie più o meno cementate. Abbondante microfauna riferibile al Tortoniano. Ad essi seguono i gessi (M3g) per lo più a grossi cristalli, talora di aspetto granulare ed arenaceo; calcari brecciati e selciosi con qualche livello a Lucine e calcari pulverulenti; argille sabbiose giallastre, azoiche. Miocene superiore.

Le formazioni superiori, più giovani, sono costituite dalle Coperture fluviali (Q) con terreni alluvionali recenti ed attuali (ghiaie e blocchi calcareo-silicei con sabbie e argille del Fiume Trigno) disposti su vari ordini di terrazzi che testimoniano fasi alterne di erosione e deposizione del Fiume Trigno, del Fiume Sinello e del torrente Treste.



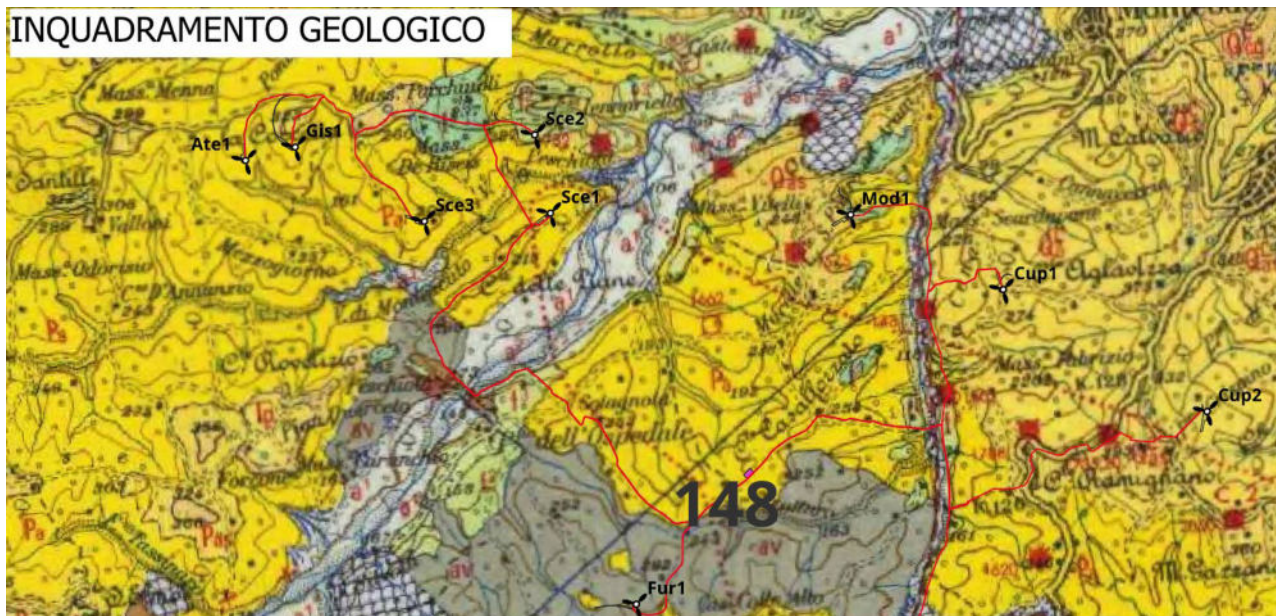
5 GEOLOGIA PARTICOLAREGGIATA DELLA ZONA OGGETTO DI STUDIO



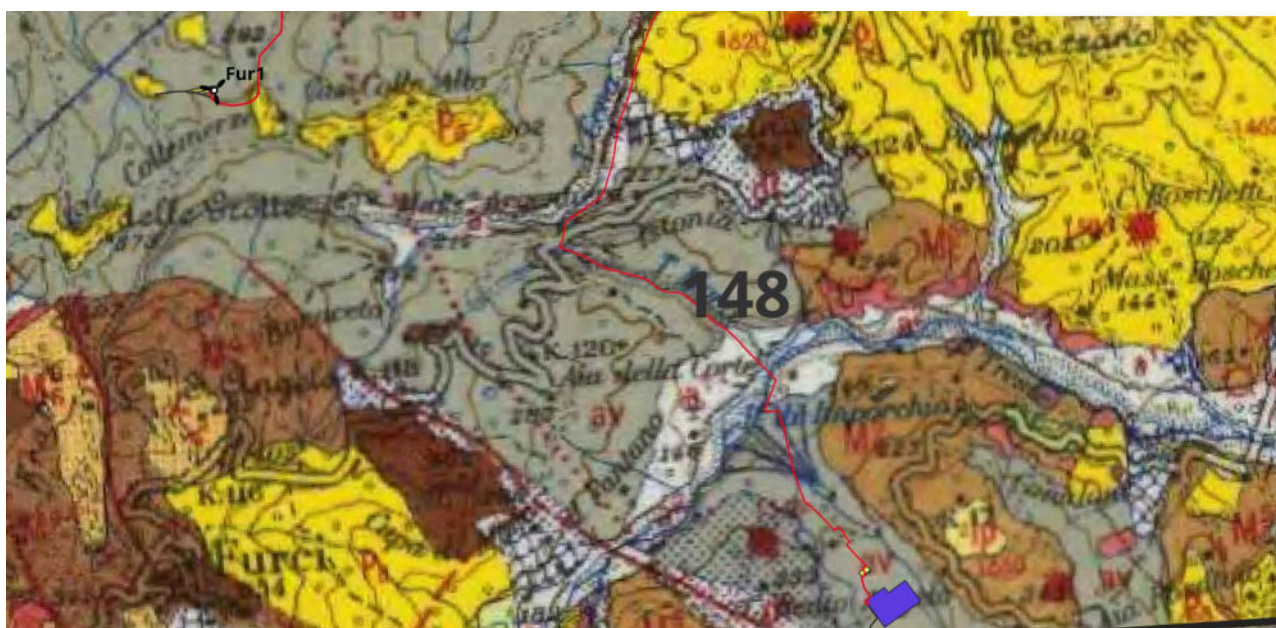
Inquadramento geologico Area impianto eolico ivi compresa la SSE su Carta geologica 1:100.000 Foglio 148 - Vasto.



INQUADRAMENTO GEOLOGICO



Inquadramento geologico Aerogeneratori ATE1-CUP1-CUP2-FUR1-GIS1-MOD1-SCE1-SCE2 e SCE3
su Carta geologica 1:100.000 Foglio 148 -Vasto.

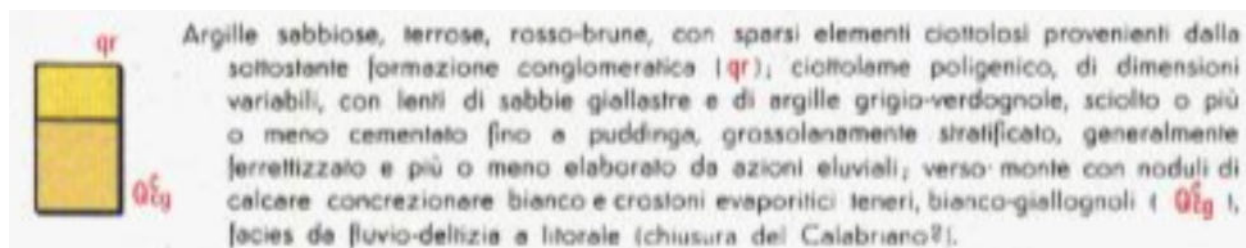
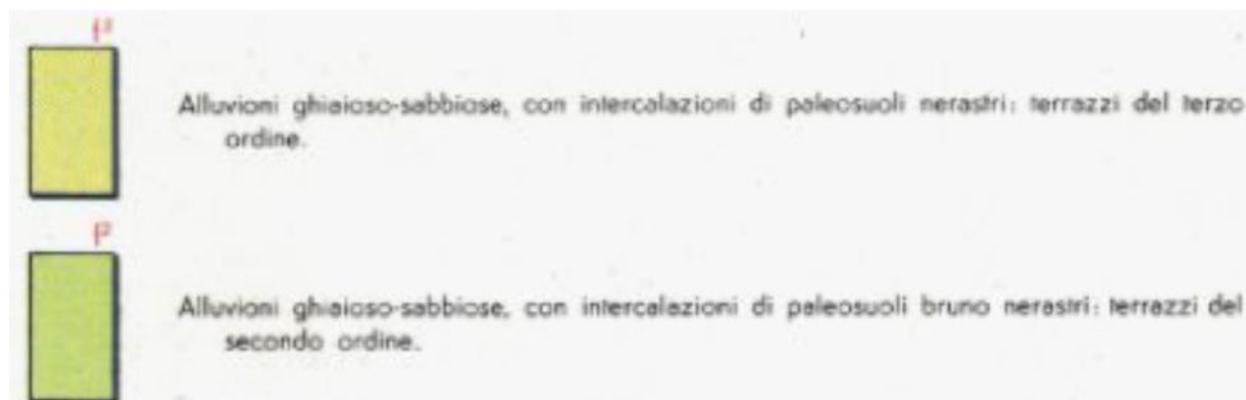
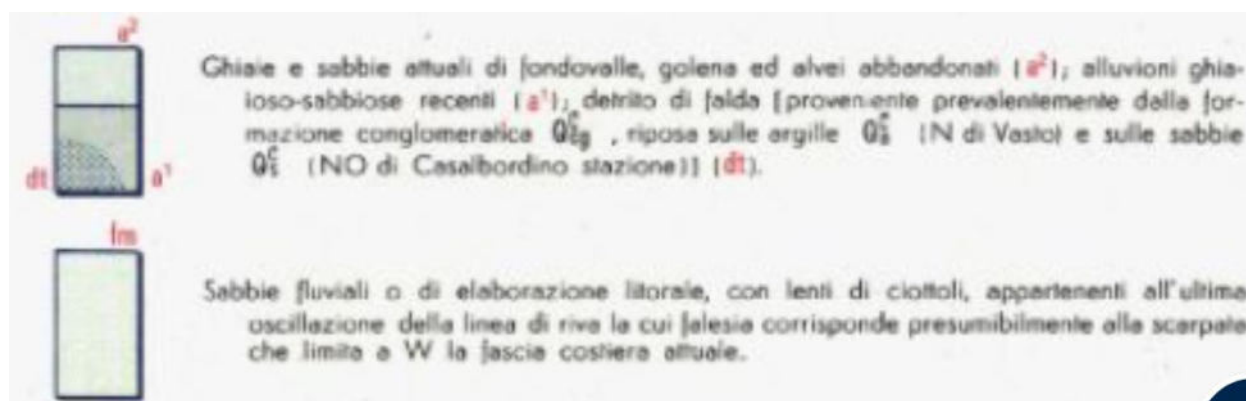
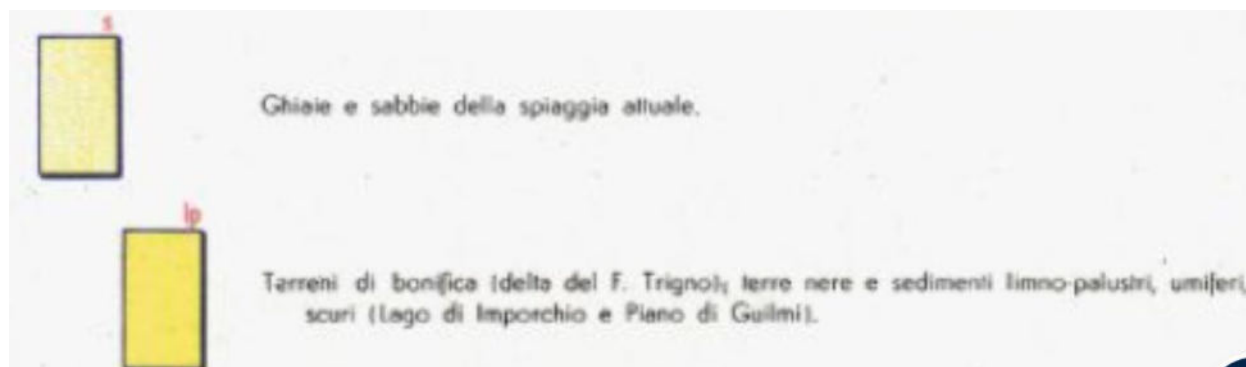


Inquadramento geologico Area Stazione di Trasformazione Elettrica su Carta geologica 1:100.000 Foglio 148 -Vasto.



Inquadramento carta geologica Foglio 148 (VASTO) Area Aerogeneratori + SSE

LEGENDA CARTA GEOLOGICA (FOGLIO 148 della carta geologica in scala 1:100.000)




Sabbie giallo-dorate, ben stratificate e, per lo più, ben classificate ("Sabbie gialle asiatiche" degli AA.) con alternanze di argille sabbiose, di arenarie più o meno grossolane e, verso le sommità, di banchi puddingoidi ad elementi eterogenei di medie dimensioni (Vasto, Cupello, Monteodorisio) (Q₁¹); alternanze di sabbie più o meno argillose giallognole ed argille più o meno sabbiose grigiastre; costituiscono, generalmente, il termine di passaggio tra il Q₁¹ ed il Q₁². Associazione microfossilistica a: *Bulimina elegans denudata* COSTA & PAL., *Cassidulina laevigata carinata* SILV., *Falculinaria bradyana* COSTA, *Globorotalia truncatulinoides* COSTA, *Bulimina capitata* COSTA, *Rotalia beccarii* URSB., *Bulimina acanthia* COSTA, *Eponides haidingeri* MARY, *Bulimina spatulata* MULL. (Q₁²); argille a diverso tenore siliceo, grigiastre, per lo più micacee, localmente fossilifere (strada S. Salvo-Vasto), *Arctica islandica* URSB., *Soldania mytiloides* MOCCH., *Turritella tricarinata* MOCCH. ecc., e con associazioni microfossilistiche a: *Falculinaria bradyana* COSTA, *Bulimina ovata* COSTA, *Rotalia beccarii* URSB., *Textularia articulata* COSTA, *Bulimina elegans subspinosa* MULL., *Uvigerina peregrina* COSTA, *Spheroidina bulloides* COSTA, *Cassidulina laevigata carinata* SILV., *Bulimina superba* MULL., *Cibicides floridanus* COSTA, *Bulimina cotanensis* MULL., *Uvigerina mediterranea* MULL. (Q₁¹). Generalmente in continuità su P₂. CALABRIANO.



Sabbie giallastre più o meno grossolane ed arenarie talora conchigliari (contrada Casalungido) (P₁); alternanze di argille grigio-azzurrognole e sabbie più o meno argillose giallastre (dintorni di Casalungido, f. Trigno) (P_{1a}); argille ed argille mamose azzurrognole, compatte, talora a frattura concoide, con associazioni microfossilistiche a: *Orbulina univerris* COSTA, *Cassidulina laevigata carinata* SILV., *Planulina ariminensis* COSTA, *Cibicides pseudoungerianus* COSTA, *Bigennerina nodosaria* COSTA, *Cibicides lobatulus* MALL. & MULL., *Spheroidina bulloides* COSTA, *Sigmoidina costata* COSTA. (Pliocene medio-superiore) ed a *Falculina pennatula* MOCCH., *Planulina ariminensis* COSTA, *Sigmoidina costata* COSTA, *Plectofrondicularia genuina* SILV., *Chrysologonium obliquatum* MOCCH., *Planularia* sp. (Pliocene inferiore) (P₁); olistostroma di sedimenti preplioceni in P₂ (P₁). PLIOCENE.



Sabbie ed arenarie, con lenti di argille grigiastre e verdognole e di marne sabbiose grigio-avane. Intercalate nella parte superiore di M¹⁻², sono eteropiche della formazione gessosa e, probabilmente, fanno passaggio al Fliocene. MESSINIANO - TORTONIANO.



Calcarei biancastri, pulvinulenti, calcari gessosi e travertinosi, calcari finemente stratificati, calcareniti marronche, diatomiti, brecciole poligeniche (M₁¹); ammassi di gesso in grossi cristalli anche geminati, o granulare ed arenaceo (g); alternanze argillo-sabbiose, sottilmente stratificate, talora con impregnazioni bituminose e con cristalli di gesso (dintorni di Gissi) (M₁²). MESSINIANO.



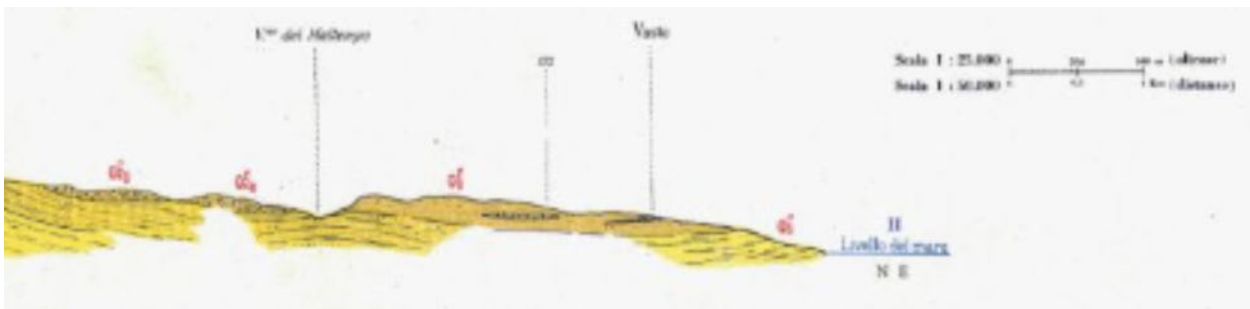
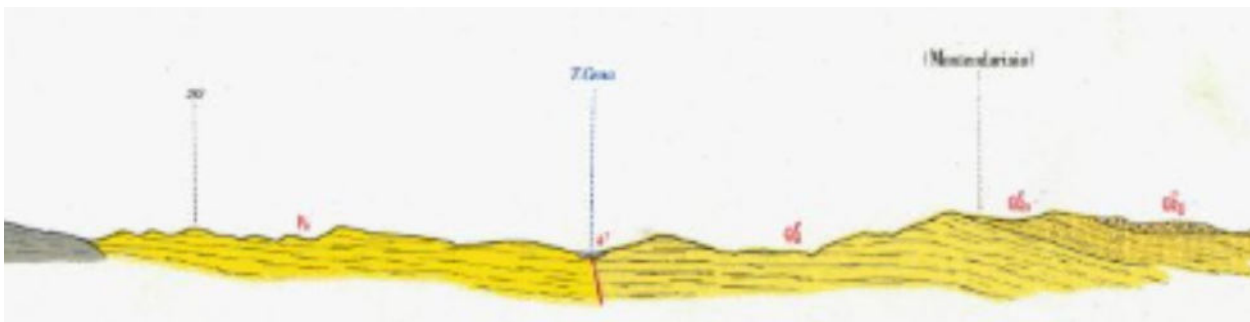
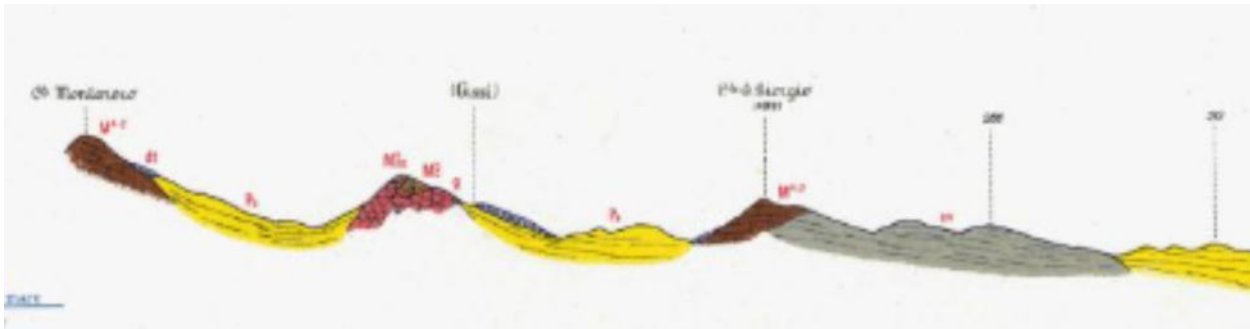
Complesso flyschioide costituito da calcareniti e brecciole, calcari avane con lenti di selce nera, marne calcaree, calcari marocci e marne arenacee a frattura scheggiata, marne grigio-cerulee a frattura concoide (M¹⁻²); calcari, calcareniti e breccie calcaree e Briozoi e Lithothamni intercalati in M¹⁻² (M¹). TORTONIANO - LANGHIANO.



Argille ed argille sabbiose varicolori, ma prevalentemente violacee o grigio-verastre.



SEZIONI GEOLOGICHE

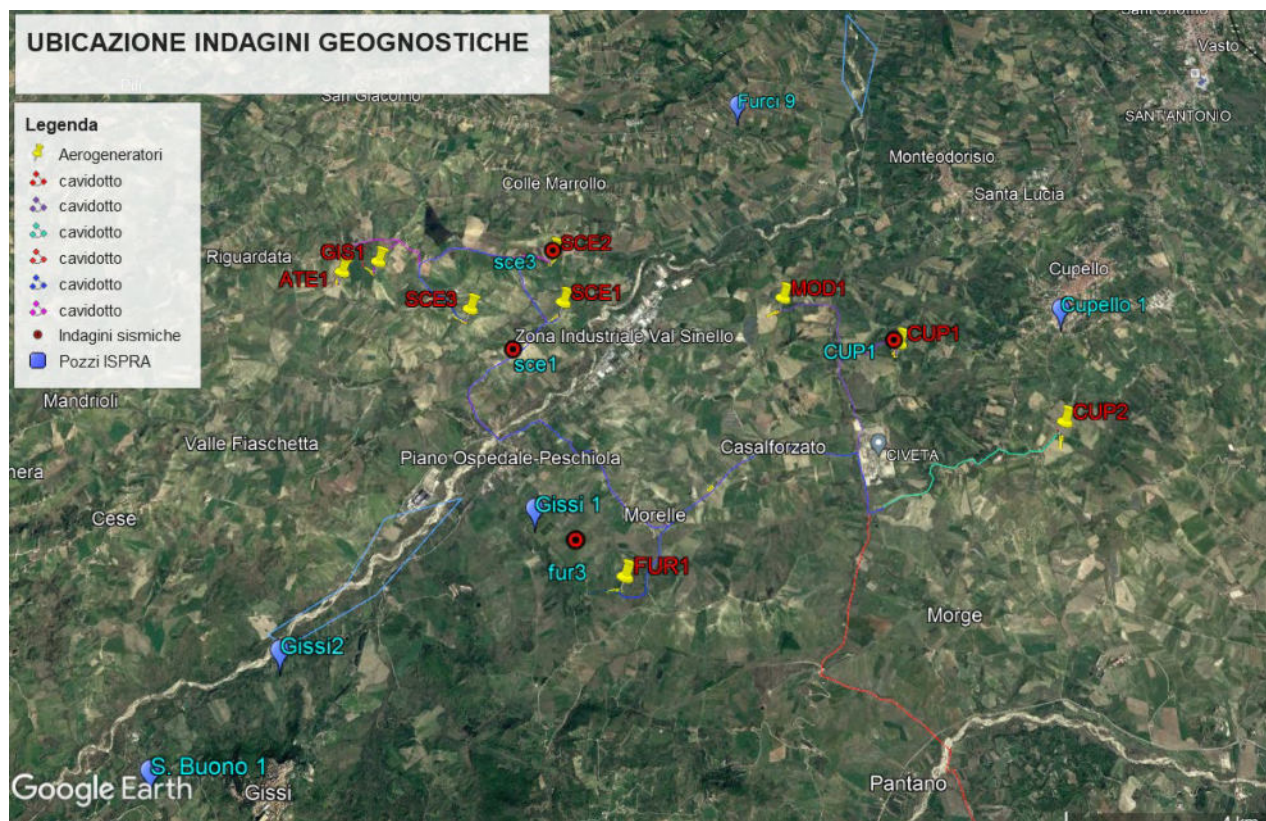


L'Aerogeneratore **Mod1** insiste su terreni costituiti da alluvioni ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni di paleosuoli nerastri, terrazzi del secondo ordine (**f²**), l'Aerogeneratore **SCE2** insiste su terreni costituiti da alluvioni ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni di paleosuoli nerastri, terrazzi del terzo ordine (**f³**); gli aerogeneratori **ATE1**, **GIS1**, **SCE1** e **SCE3** insistono su terreni costituiti da argille marnose azzurrognole compatte, talora, a frattura concoide (**Pa**); gli aerogeneratori **CUP1** e **CUP2** insistono su terreni costituiti da alternanze di sabbie giallognole ed argille sabbiose grigiastre (**Q^{as}**); l'aerogeneratore **FUR1** e l'Area della Stazione Elettrica **SE** ricadono sui terreni costituiti da argille ed argille sabbiose varicolori prevalentemente violacee o grigio-nerastre.



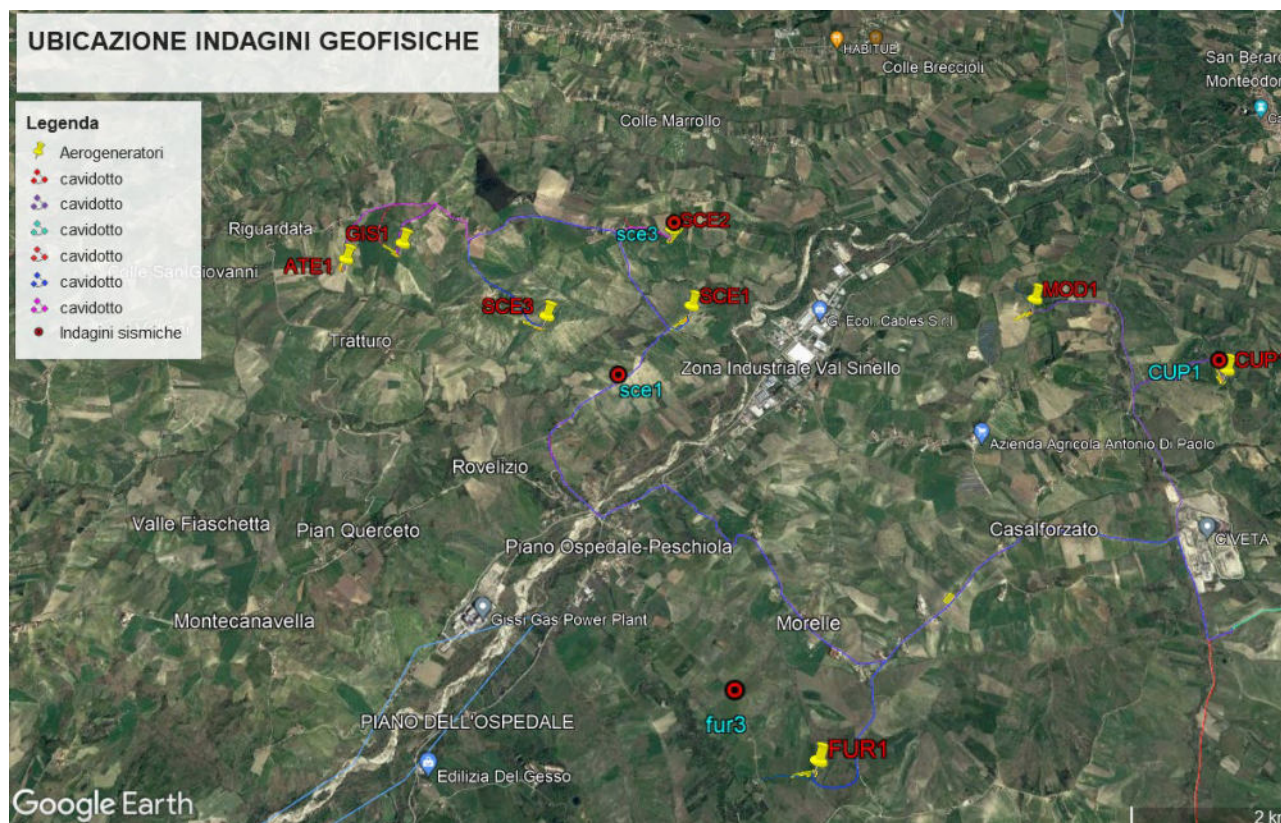
6 UBICAZIONE TOMOGRAFIE SISMICHE

Per la **modellazione geologica-geotecnica del substrato fondazionale** degli aerogeneratori, si è tenuto conto delle tomografie sismiche e Masw eseguite nell'area del Parco Eolico e anche di tutti i lavori e indagini eseguiti in terreni simili.



Ubicazione indagini geognostiche

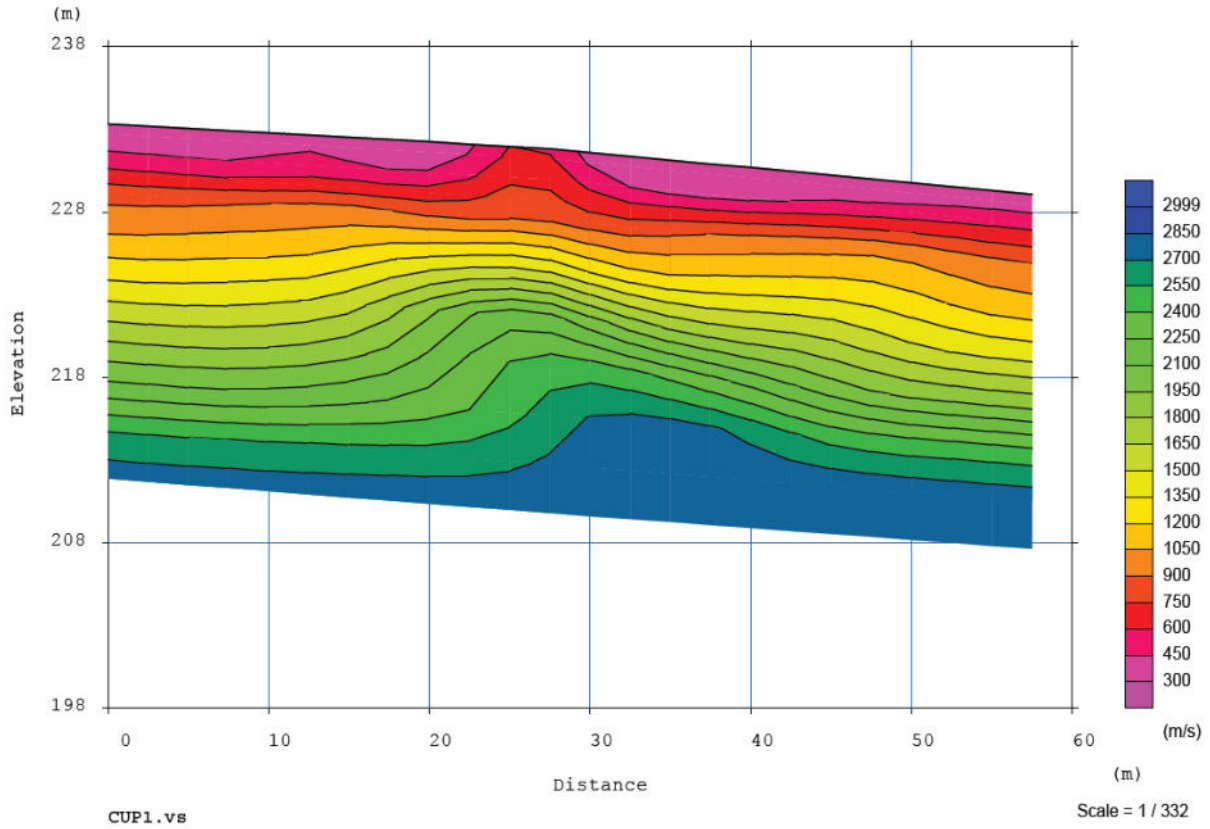




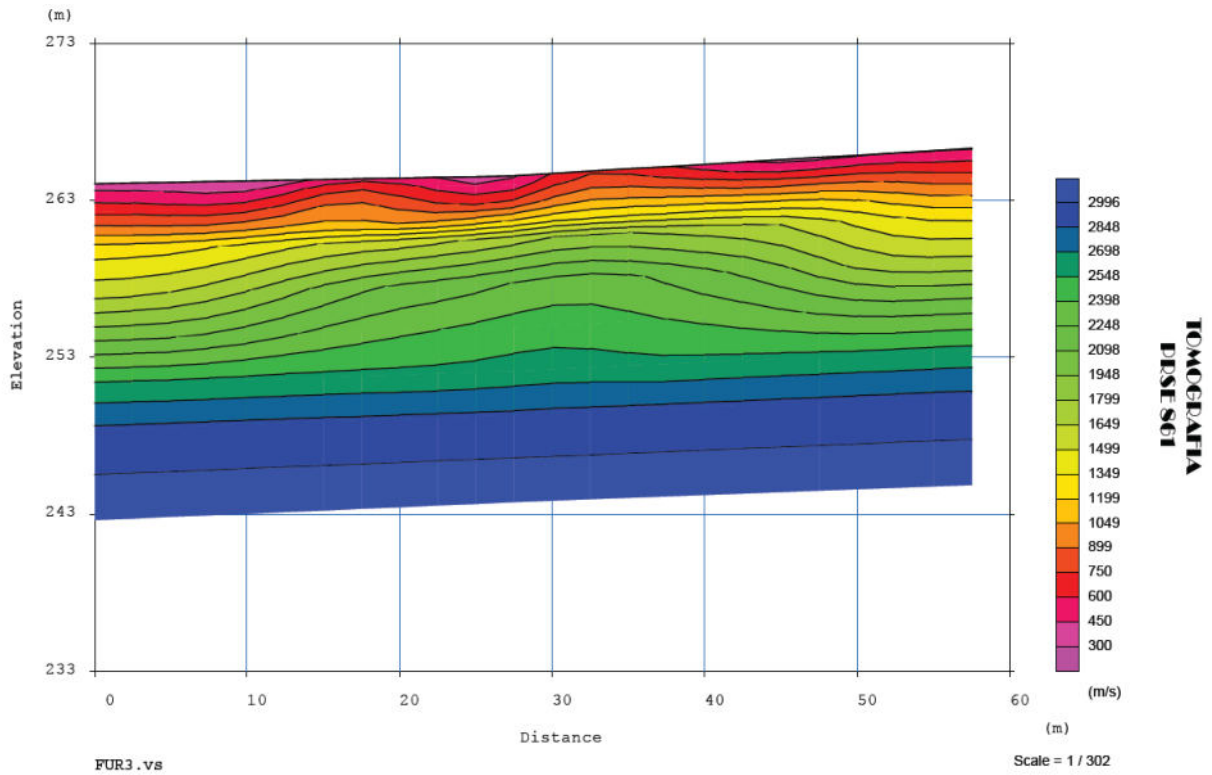
Ubicazione indagini sismiche Area Aerogeneratori



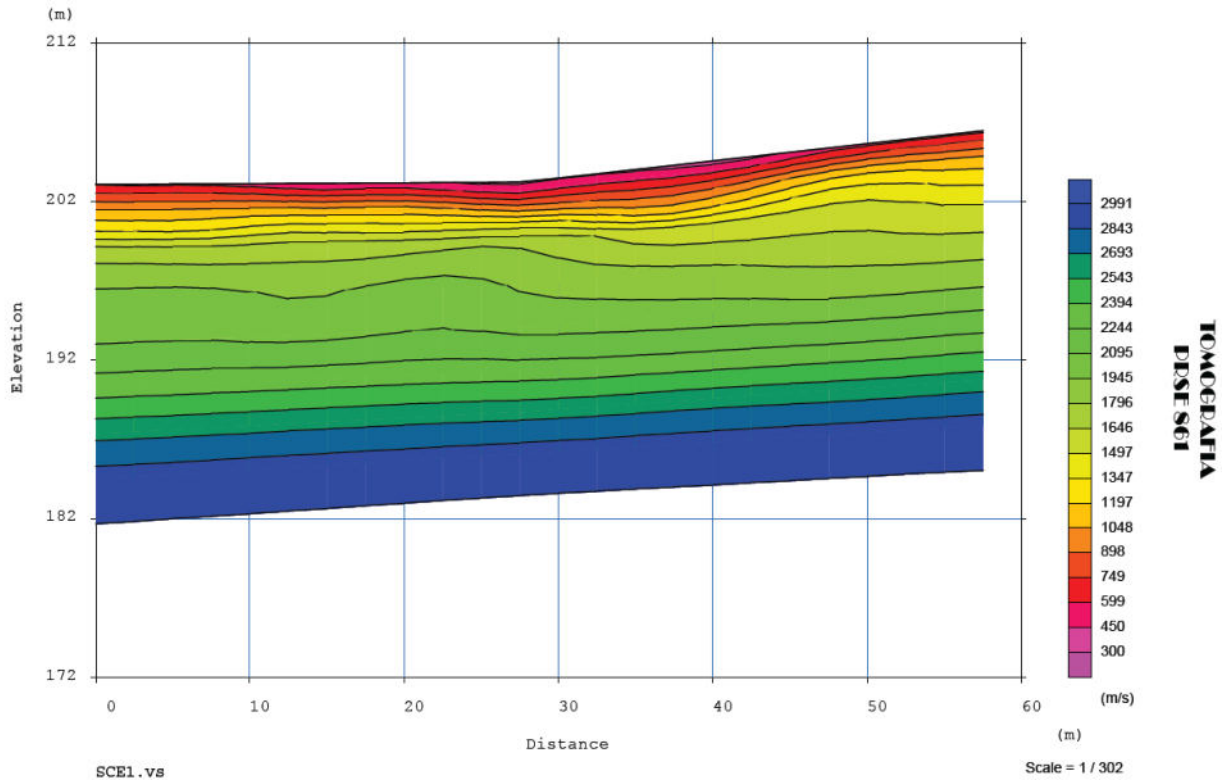
TOMOGRAFIA N. CU1



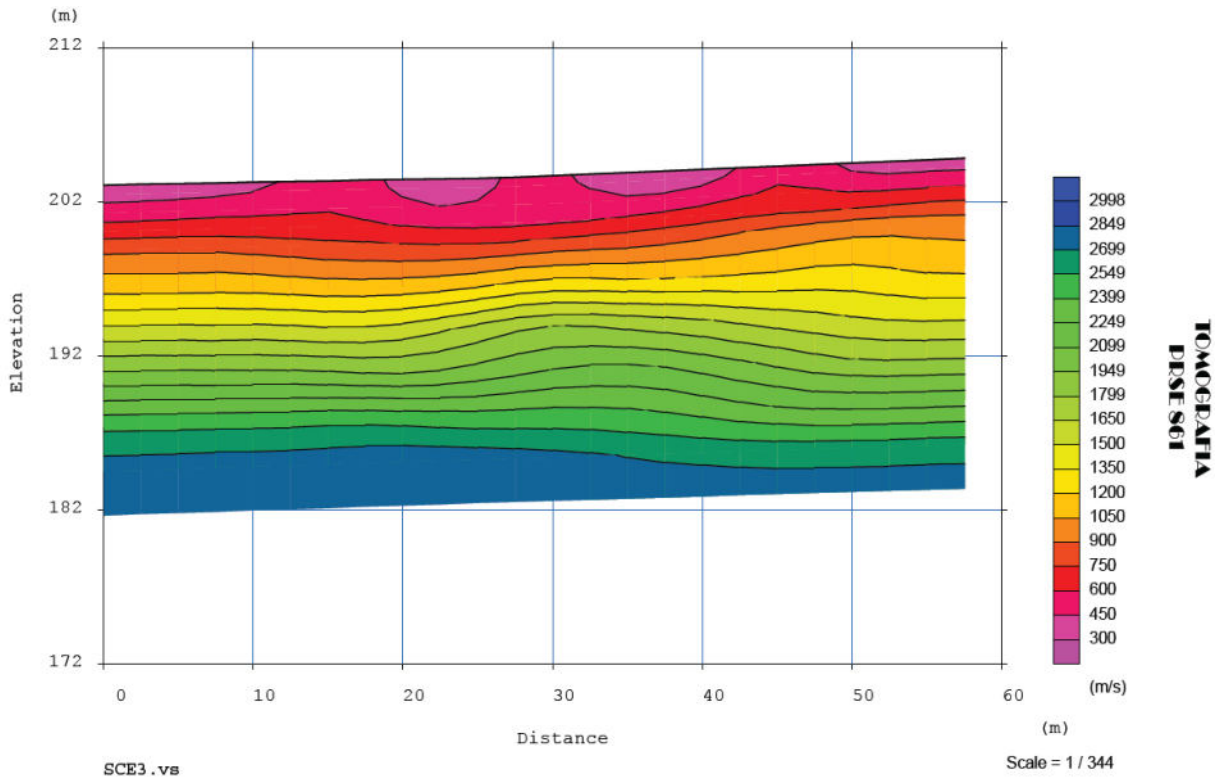
TOMOGRAFIA N. FUR3



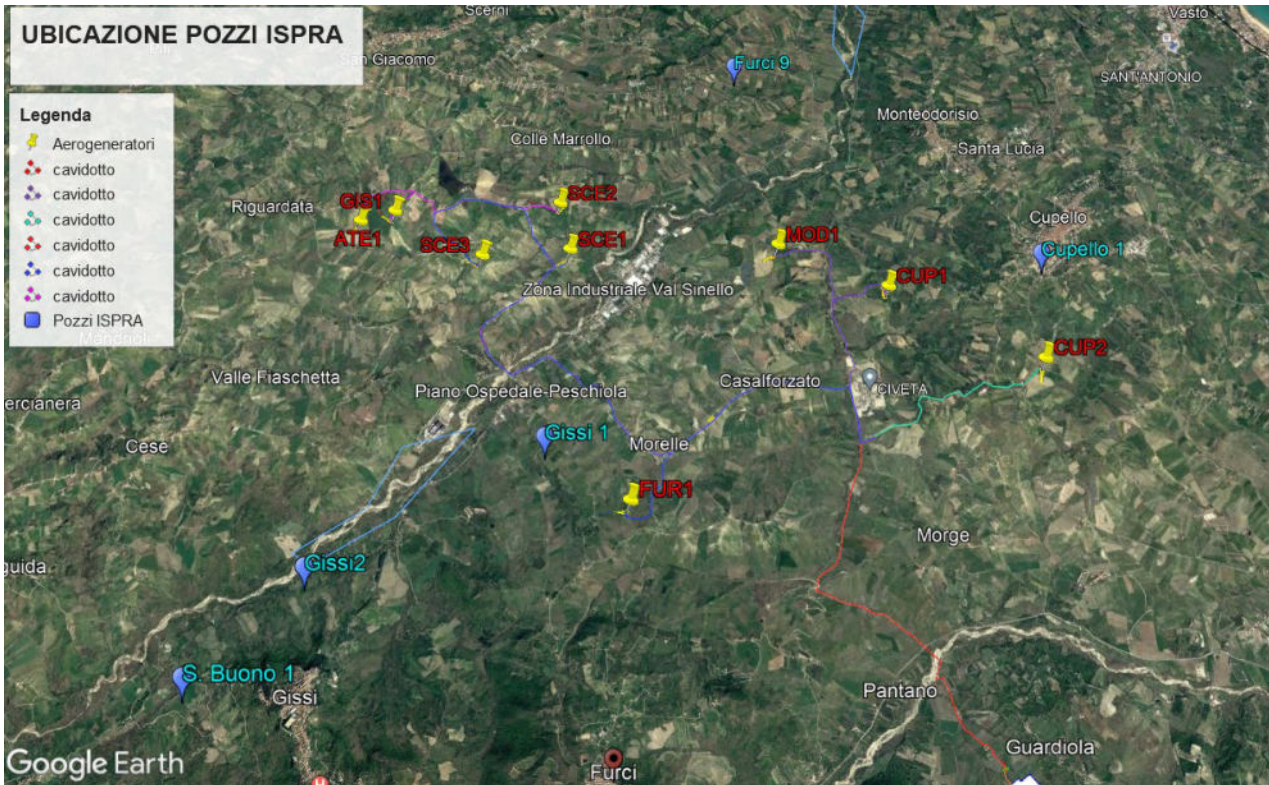
TOMOGRAFIA N. SCE1



TOMOGRAFIA N. SCE3

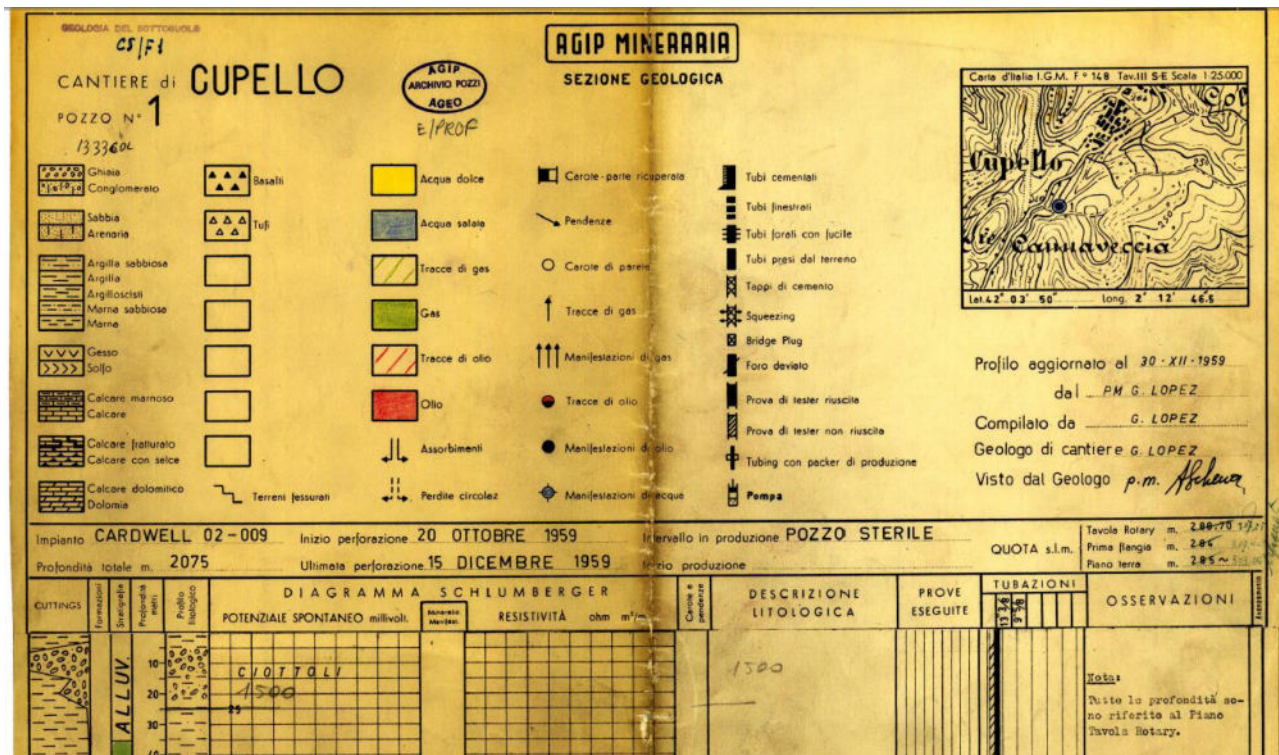


7 UBICAZIONE POZZI ISPRA

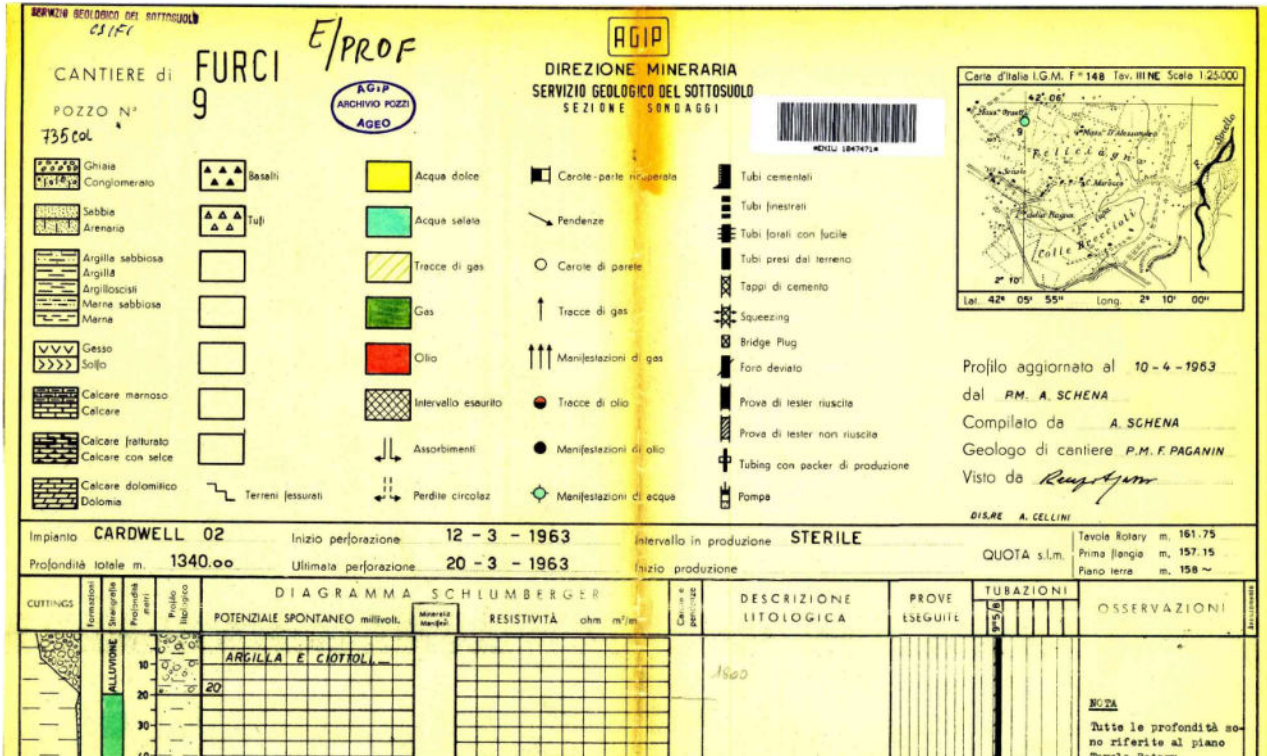


Ubicazione Pozzi ISPRA S. Buono 1 - Gissi2 -. Gissi1- Furci 9 - Cupello1

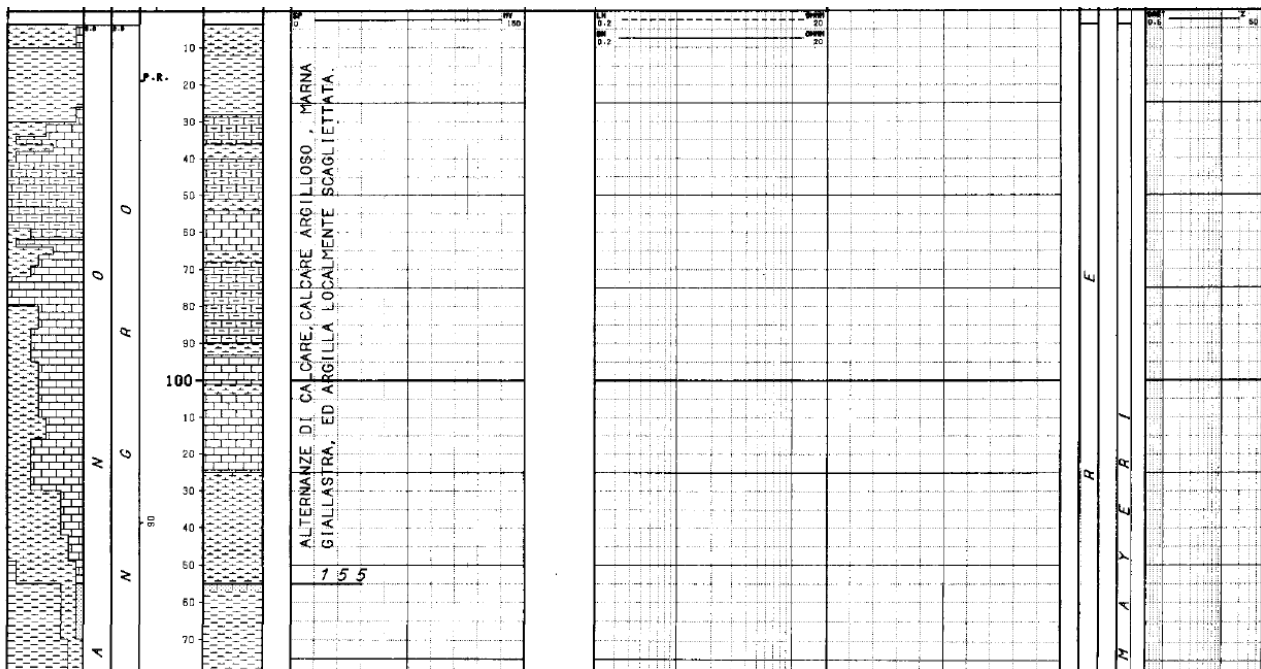
Pozzo ISPRA CUP1



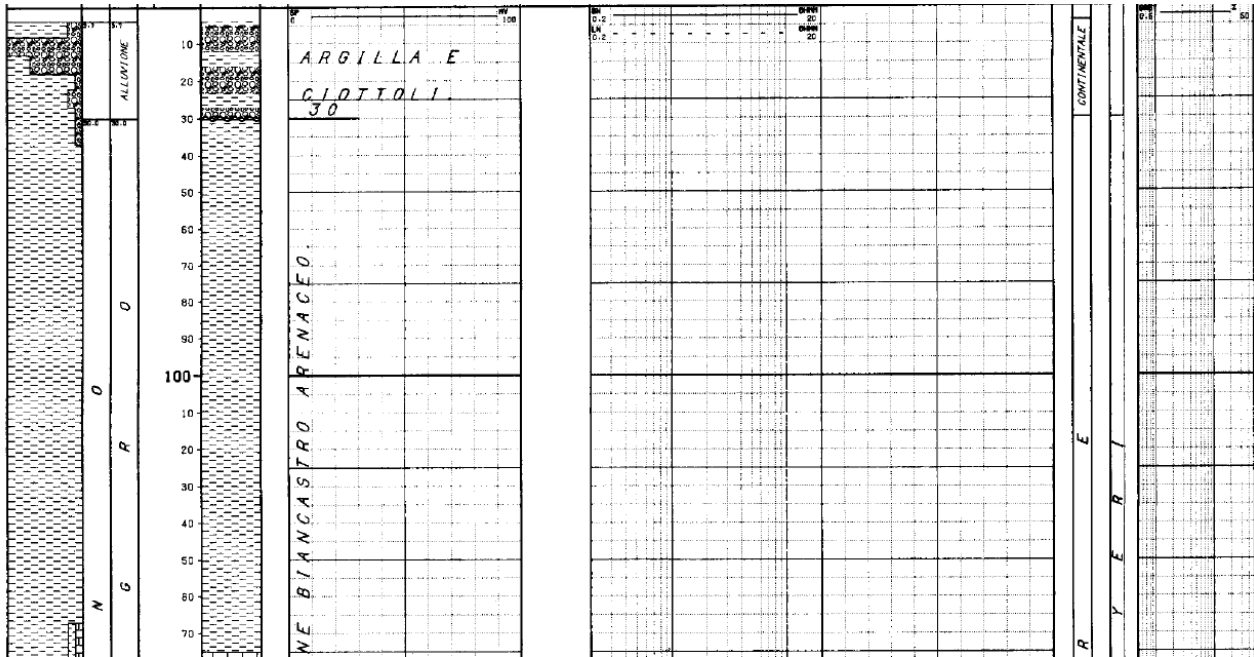
Pozzo ISPRA FURCI 9



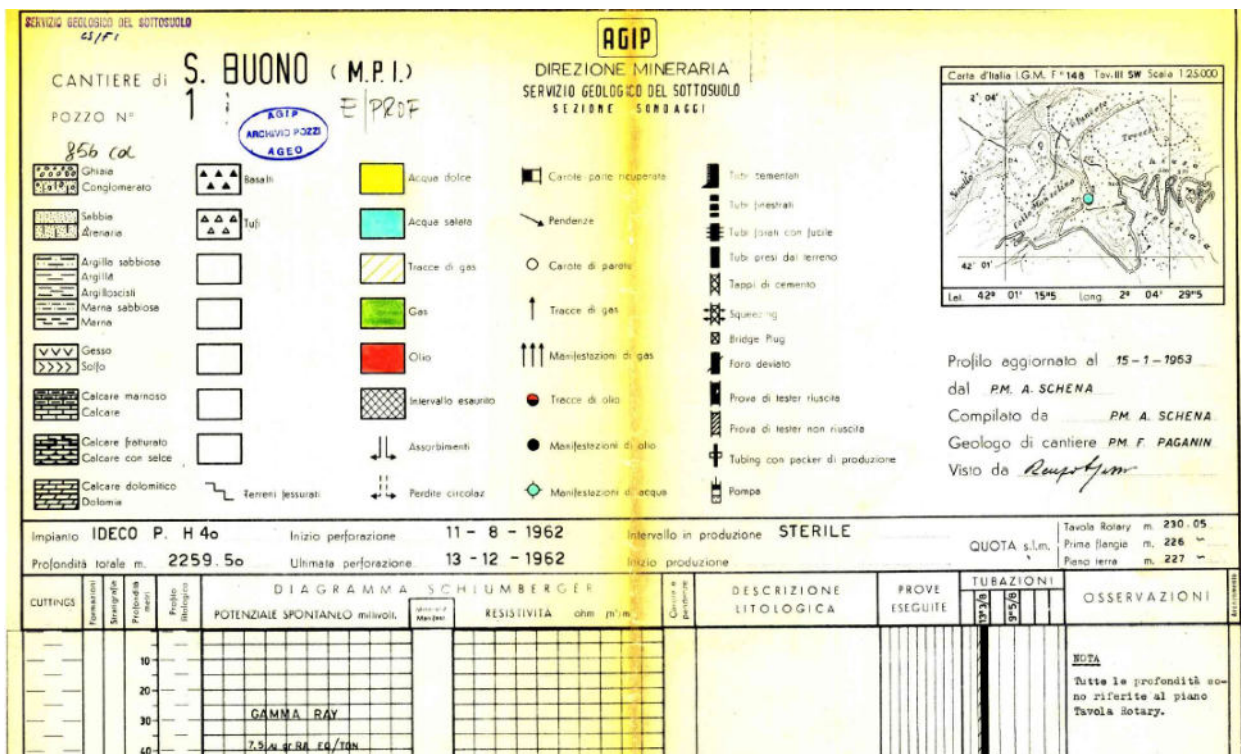
Pozzo ISPRA GISSI 1



Pozzo ISPRA GISSI 2



Pozzo ISPRA S.BUONO 1



STRATIGRAFIE TIPO

AEROGENERATORI (ATE1-GIS1-SCE1-SCE2 e SCE3)

- Da 0.00 a 1.50 Terreno vegetale
- “ 1.50 a 3.50 Limo argilloso con fenomeni di alterazione superficiale
- “ 3.50 a 18.00 Ciottolame eterodimensionale in abbondante matrice sabbiosa limosa
- “ 18.00 a 30.00 Argilla marnosa grigio azzurra

AEROGENERATORI (Mod1, Cup1 e Cup2)

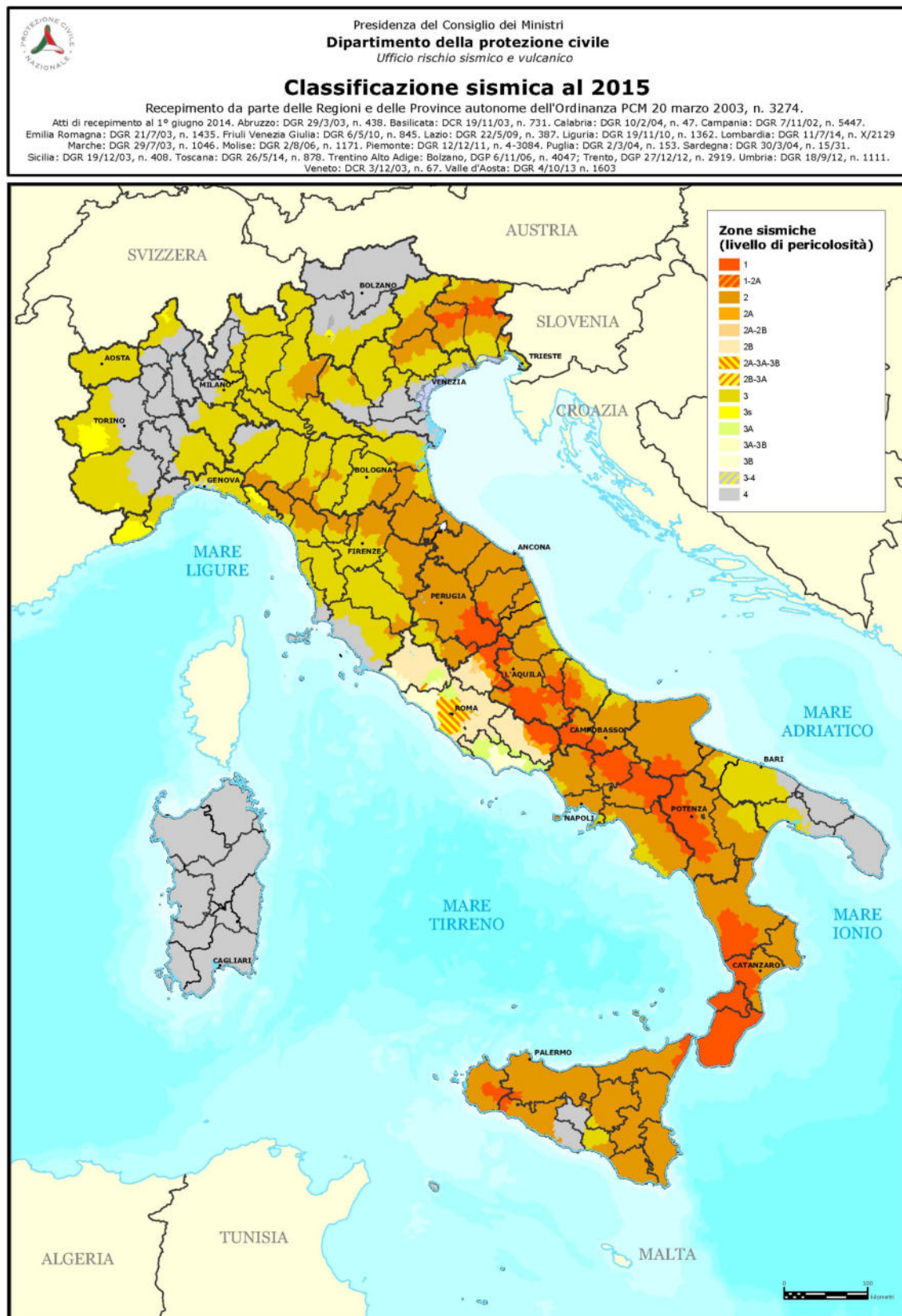
- Da 0.00 a 5.00 Limi argilloso-sabbiosi con fenomeni di alterazione superficiale.
- “ 5.00 a 18.00 Argilla sabbiosa di colore grigio-giallastro
- “ 2.00 a 46.00 Argilla marnosa grigio-azzurra.

AEROGENERATORE (FUR1) e AREA Stazione Elettrica

- Da 0.00 a 3.50 Limo argilloso grigio-giallastro plastico con venature rossastre, a struttura caotica
- “3.50 a 13.00 Argilla marnosa scistosa avana con venature bluastre alternata a straterelli di marne dello stesso colore.
- “13.50 a 30.00 Argilla marnosa grigio bluastro bluastre con livelletti straterelli di marne dello stesso colore.

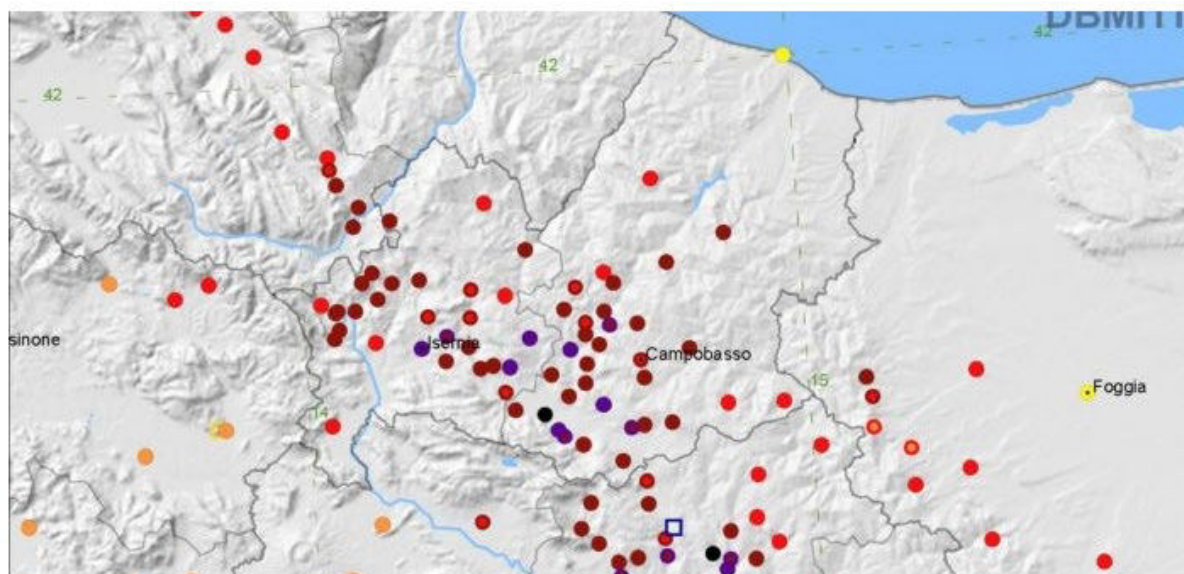
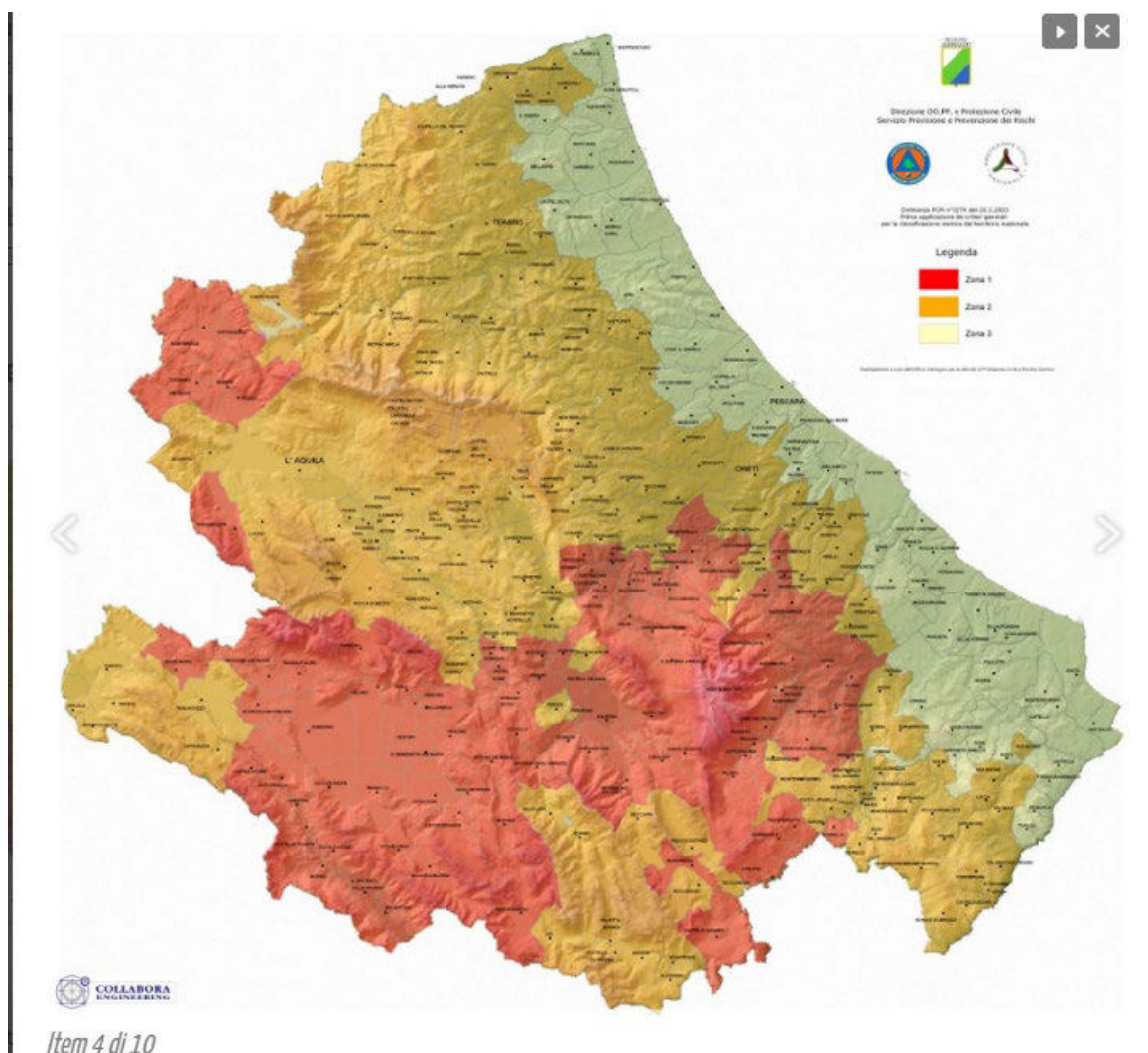


8 CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO



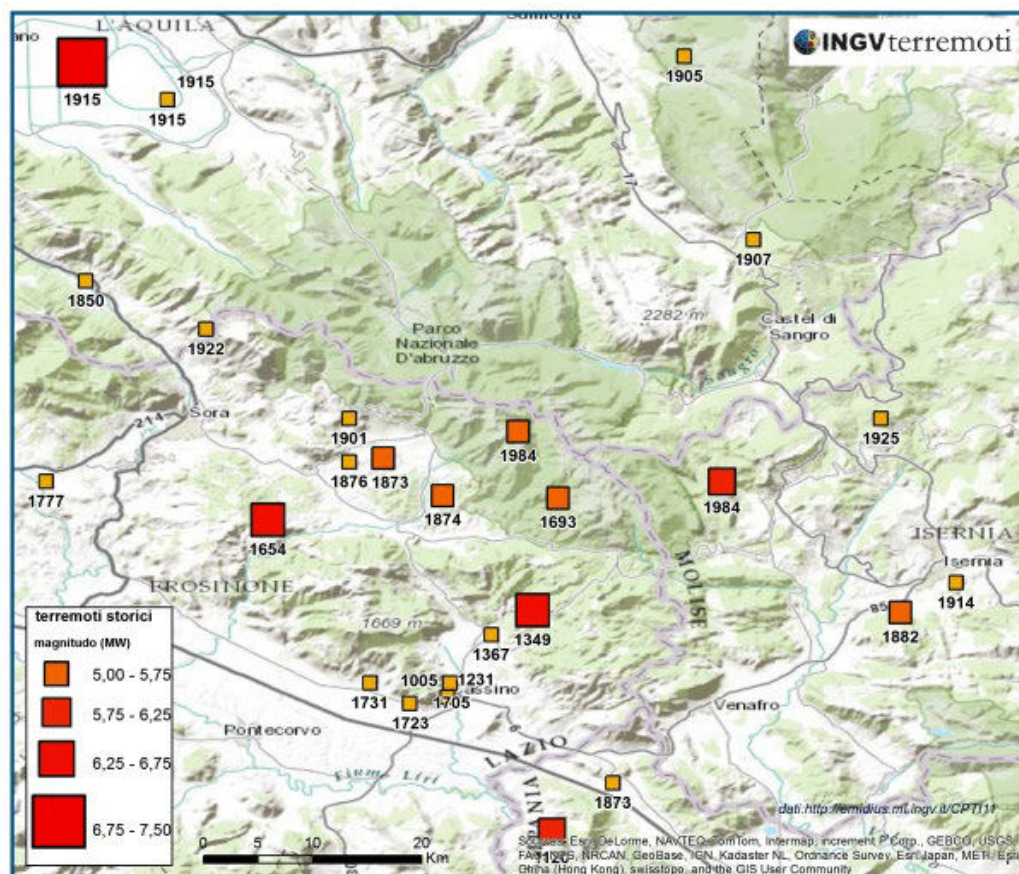
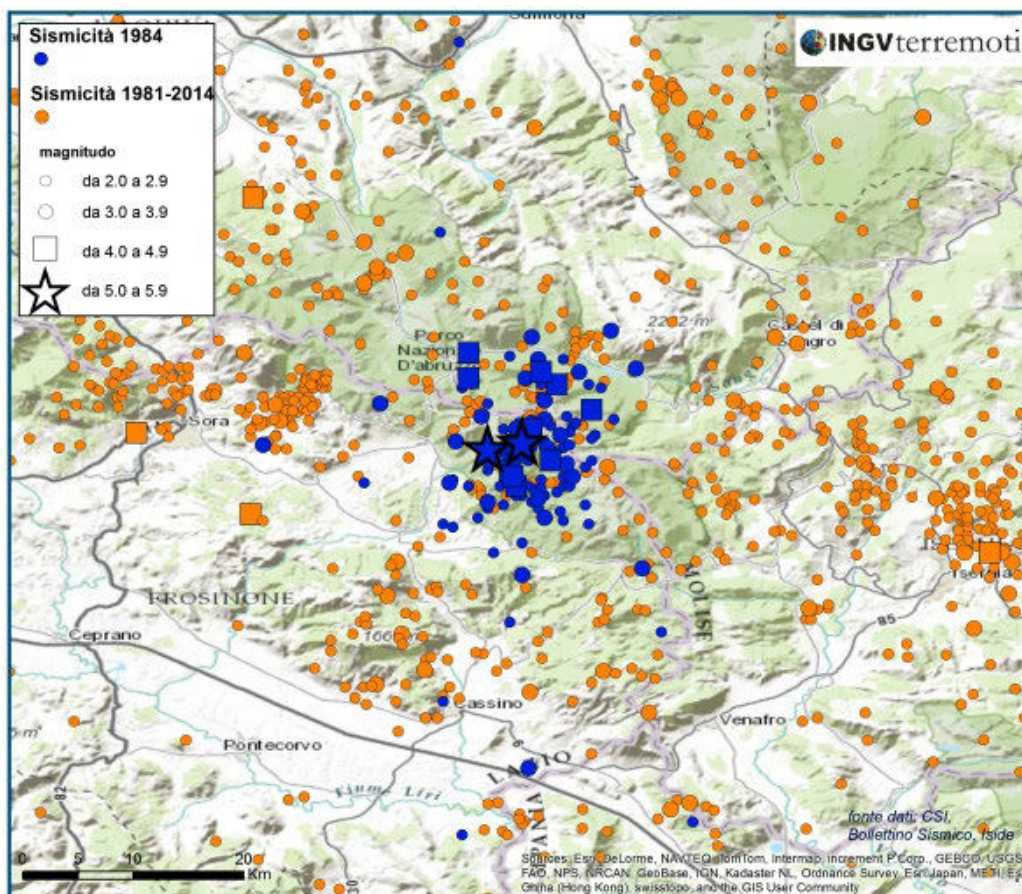
I territori comunali di Atessa (CH), Gissi (CH), Cupello (CH), Fresagrandinaria (CH), Furci (CH), Mondorisiso (CH), e Scerni (CH) ricadono in un distretto geografico mediamente sismico.





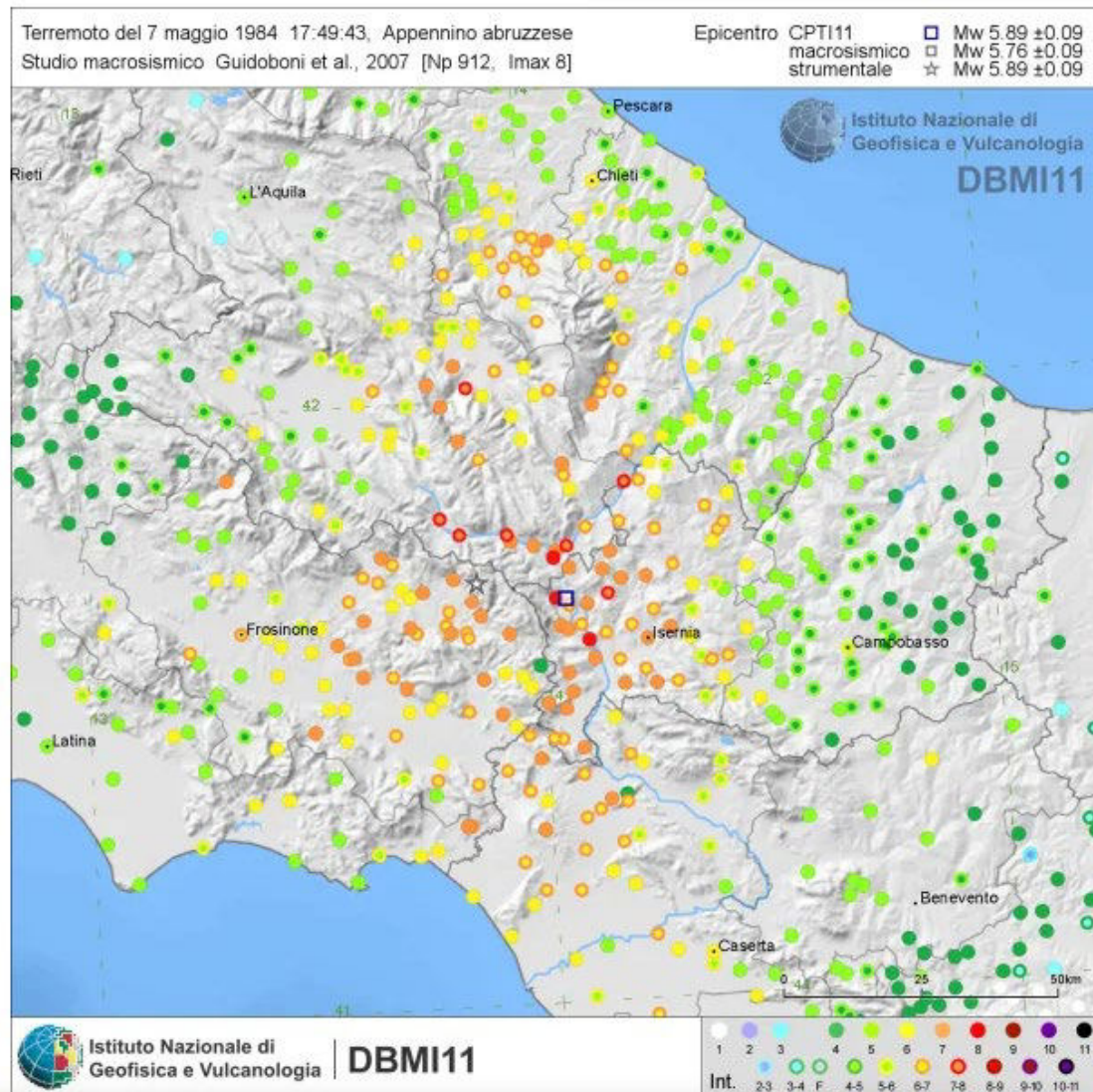
5 DICEMBRE 1456: IL DEVASTANTE TERREMOTO Mw 7.2 CHE FECE 30MILA MORTI TRA CAMPANIA, MOLISE E ABRUZZO





Sismicità storica dall'anno 1000 al 2006. Dati: CPT11.



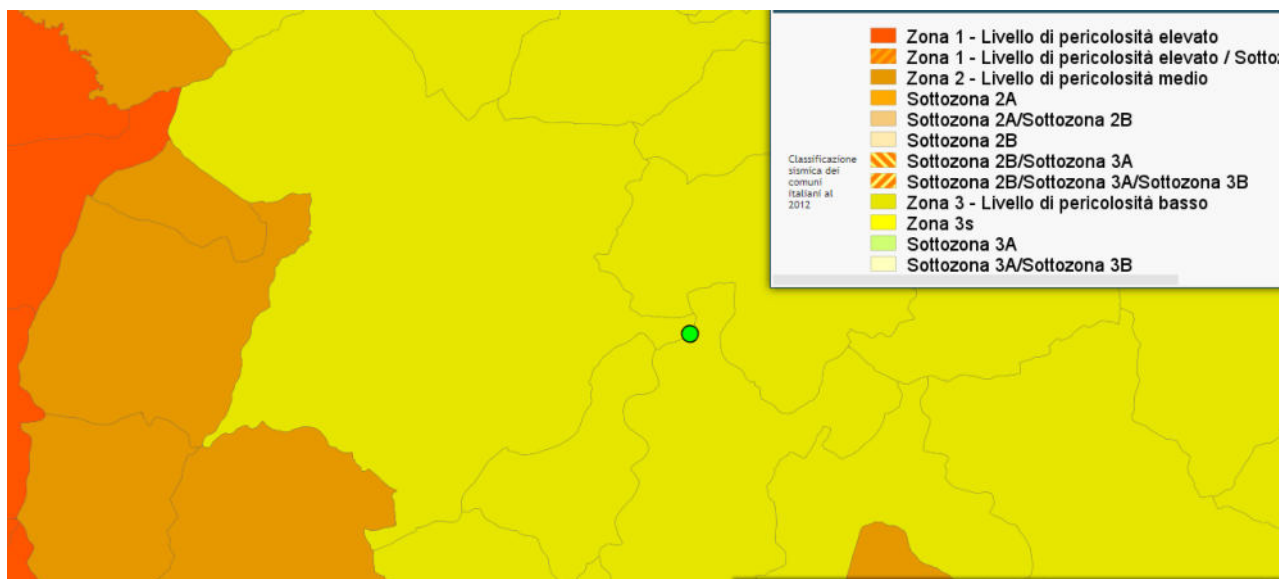


I terremoti in Abruzzo sono sempre avvenuti. Uno dei risultati più importanti degli studi sul comportamento sismico della catena appenninica riguarda l'evidenza di intervalli temporali per l'origine di eventi con elevata magnitudo nella stessa zona epicentrale. L'Abruzzo presenta 3 aree interessate a sismicità storica: l'area marsicana, quella aquilana e la conca peligna. L'area del progettando parco eolico è l'area più bassa intensità sismica dell'Abruzzo.

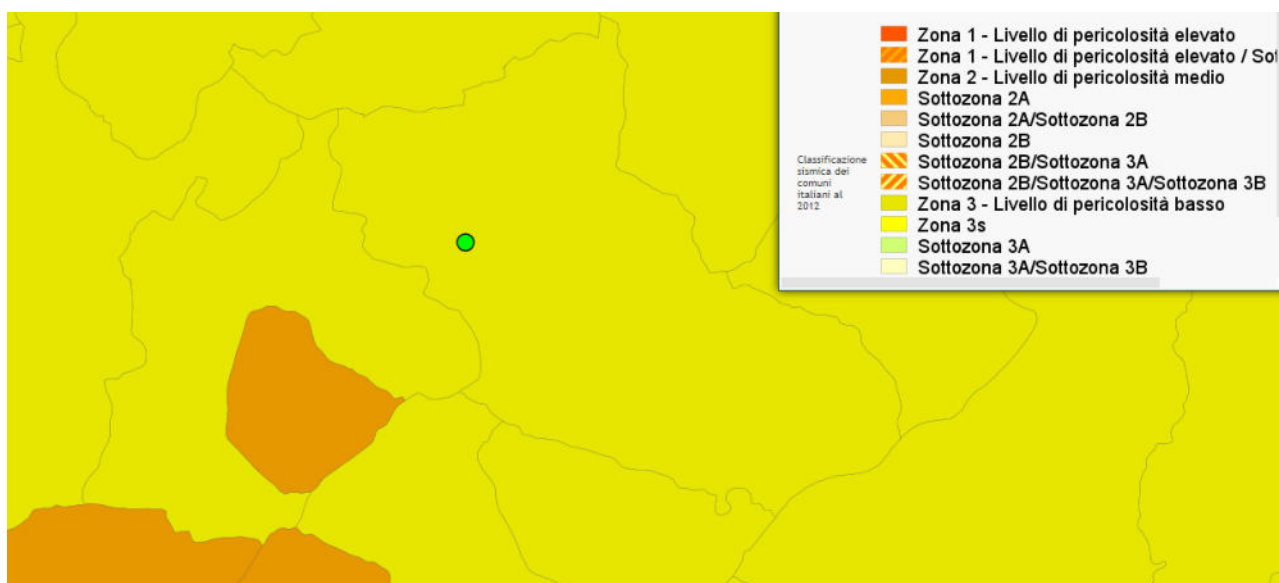
8.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Si illustra di seguito la Classificazione sismica dei Comuni di Ateessa (CH), Gissi (CH), Cupello (CH), Fresagrandinaria (CH), Furci (CH), Monteodorisio (CH), e Scerni (CH) secondo l'O.P.C.M 3274 del 30.03-2003 aggiornata al 2006



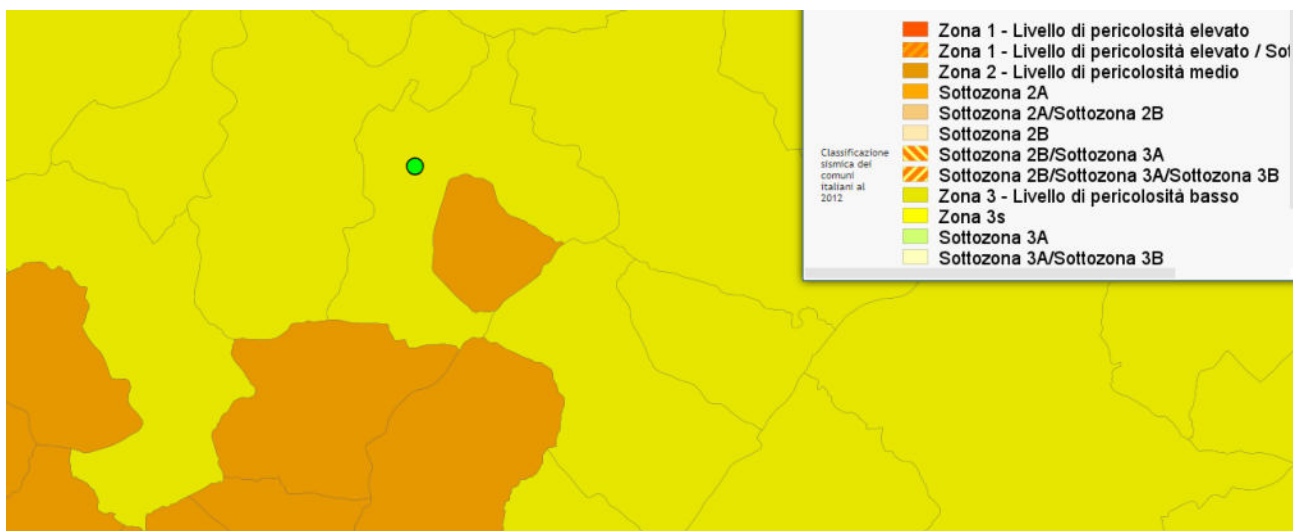


Classificazione sismica del comune di Atesa (CH)

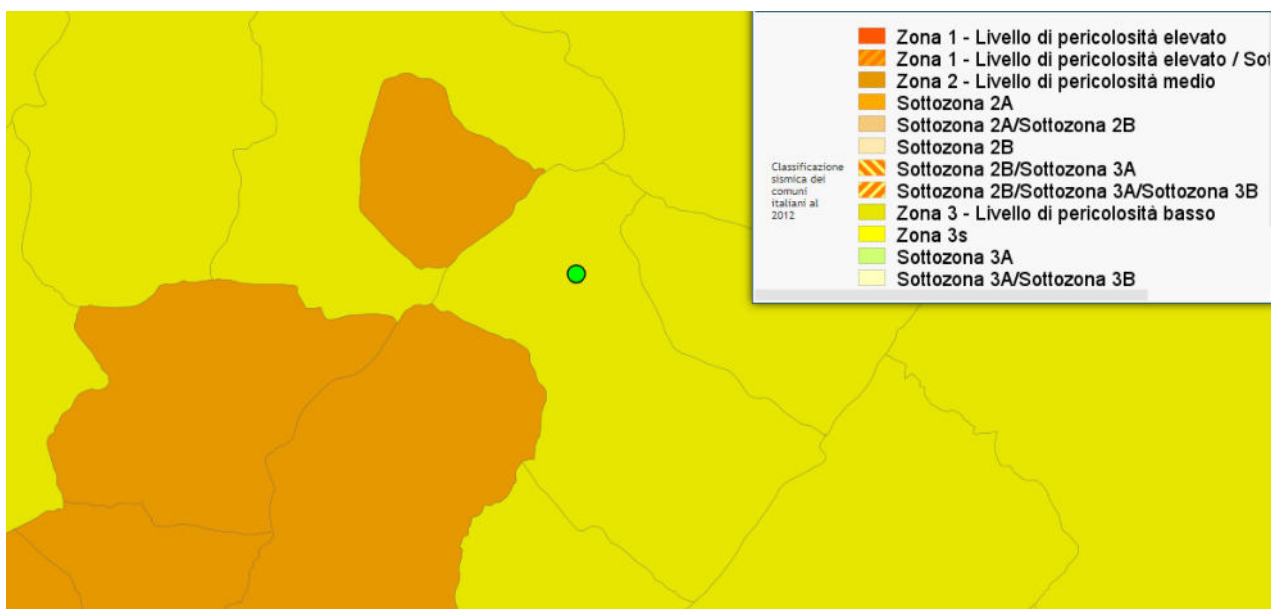


Classificazione sismica del comune di Cupello (CH)



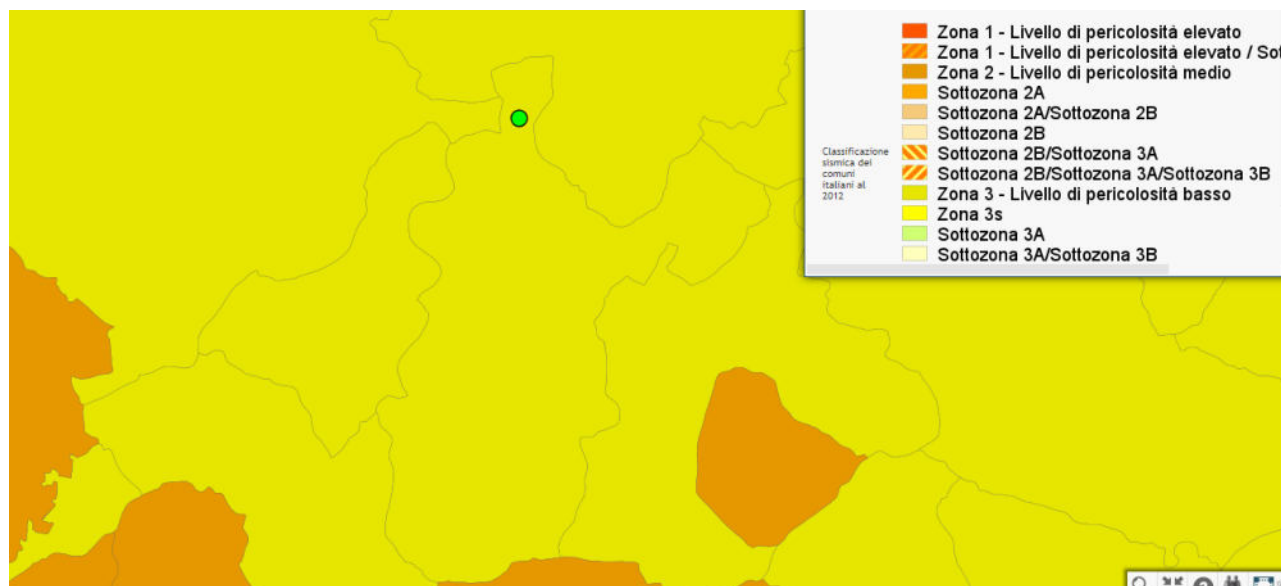


Classificazione sismica del comune di Furci (CH)

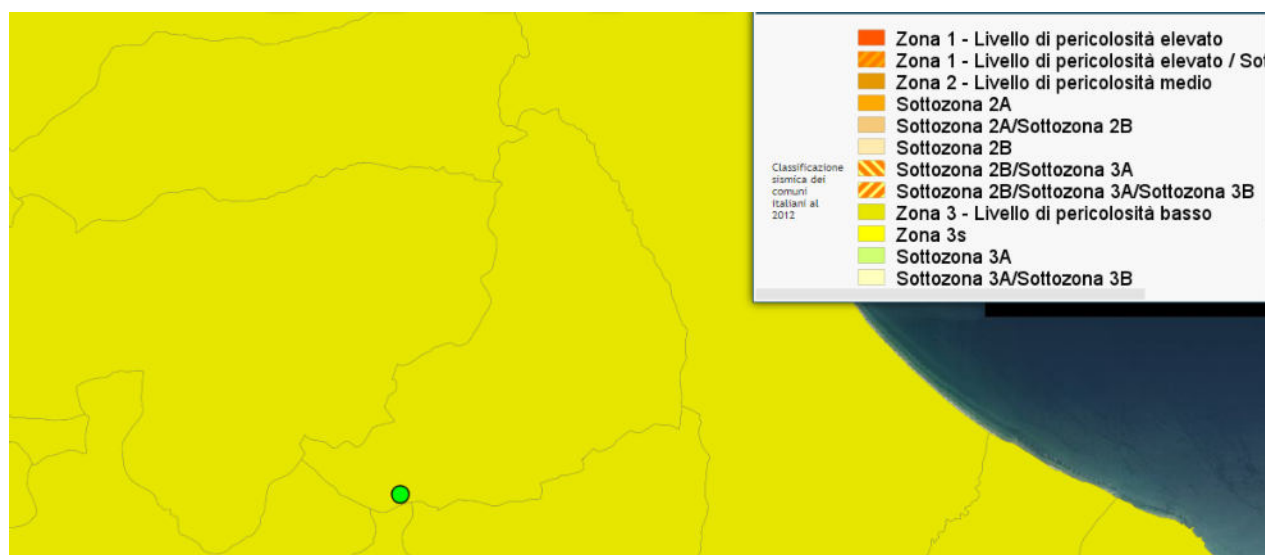


Classificazione sismica del comune di Fresagrandinaria (CH)



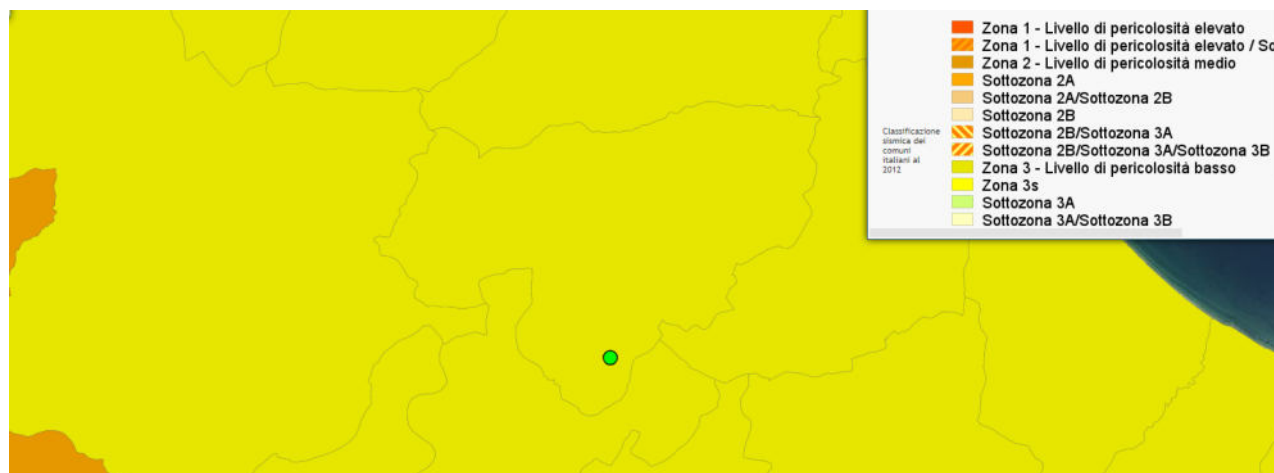


Classificazione sismica del comune di Gissi (CH)



Classificazione sismica del comune di Montedodorisio (CH)





Classificazione sismica del comune di Scerni (CH)

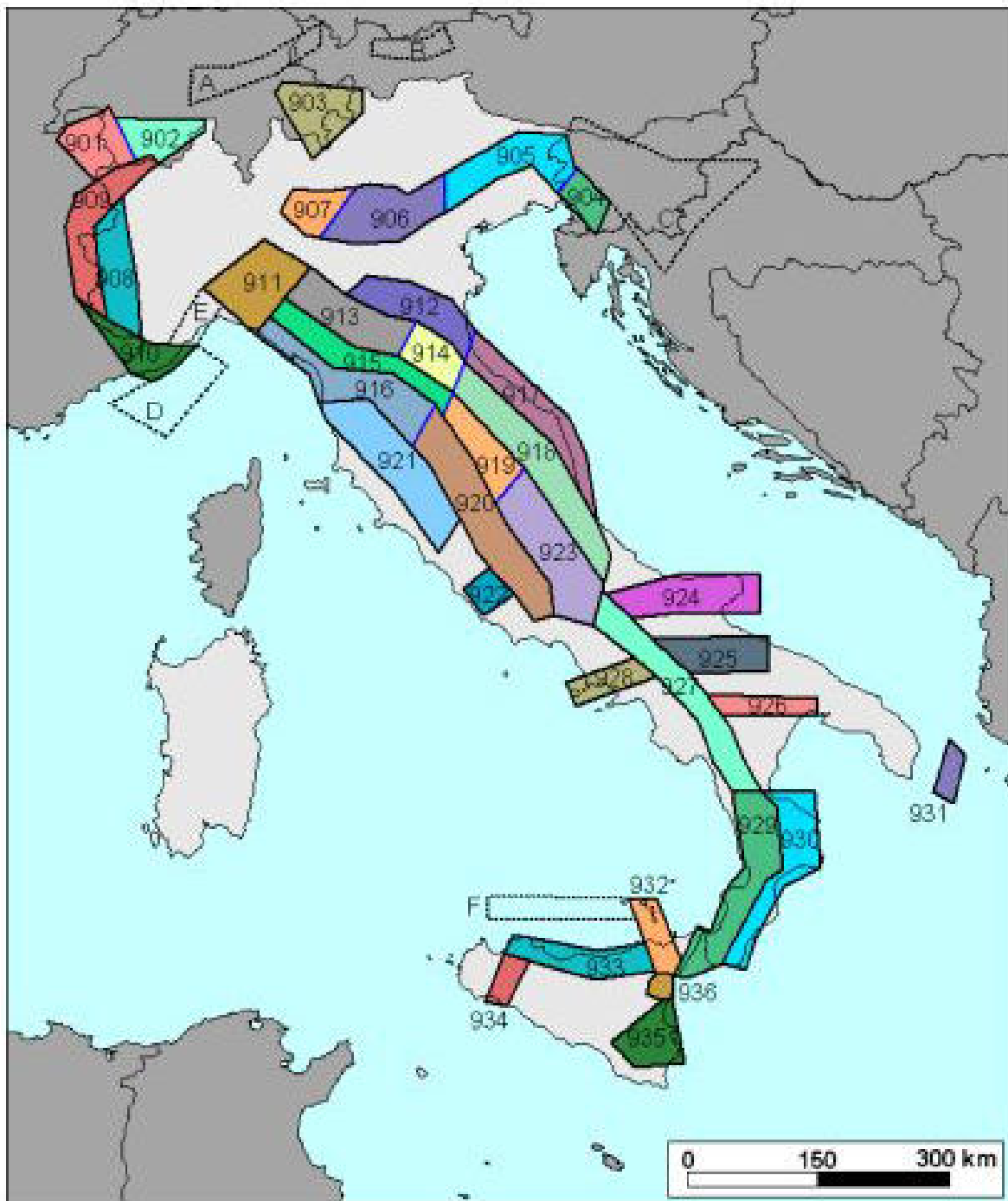
	Classificazione	
	2003	PGA (g)
Comune di Atezza (CH)	Zona 3s	0.05 g < PGA < 0.15 g
Comune di Gissi (CH)	Zona 3s	0.05 g < PGA < 0.15 g
Comune di Cupello (CH)	Zona 3s	0.05 g < PGA < 0.15 g
Comune di Fresagrandinaria (CH)	Zona 3s	0.05 g < PGA < 0.15 g
Comune di Furci (CH)	Zona 3s	0.05 g < PGA < 0.15 g
Comune di Monteodorisio (CH)	Zona 3s	0.05 g < PGA < 0.15 g
Comune di Scerni (CH)	Zona 3s	0.05 g < PGA < 0.15 g

8.2. ZONIZZAZIONE SIMOGENETICA

Negli ultimi anni e fino al 2002, il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica nell'area italiana è stata la zonazione sismogenetica ZS4 (Scandone et alii 1996).

Gli sviluppi più recenti in materia di sismogenesi (Galadini et alii 2000, DISS Catalogo sorgenti sismogenetiche Valensise e Pantosti 2001) hanno però evidenziato alcune incoerenze con il catalogo CTPI. Per tale motivo, al fine di ottenere un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile, è stata sviluppata una nuova zonazione denominata ZS9.



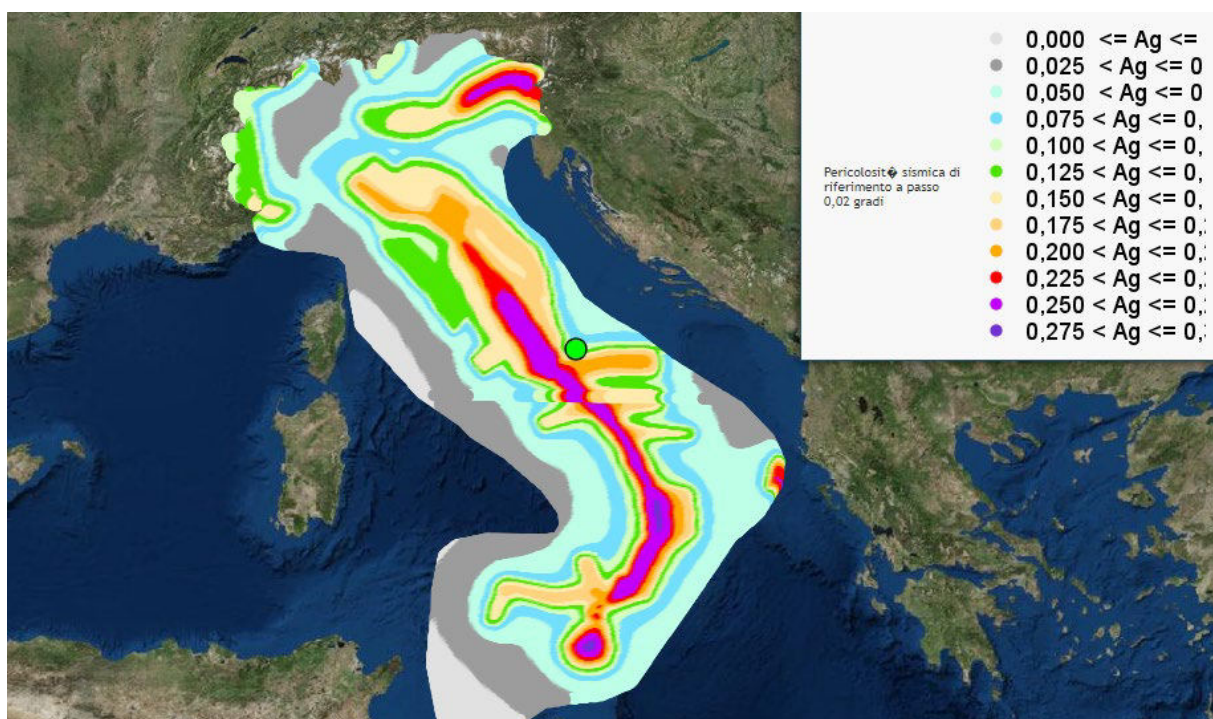


Zonizzazione sismogenetica dell'Italia

La ZS9 propone la suddivisione del territorio nazionale in fasce che presentano al loro interno requisiti di omogeneità in relazione alle caratteristiche geo-strutturali, cinematiche e sismiche. Una base essenziale per la zonazione del territorio è rappresentata dal modello sismotettonico dell'area italiana, e contributi rilevanti per la definizione delle singole zone sono forniti dai cataloghi sismici disponibili. In particolare ZS9 è costruita facendo riferimento al modello sismotettonico di *Meletti et al. (2000)*, rivisto ed integrato negli anni successivi alla sua formulazione. Inoltre, la ZS9 è definita sulla scorta delle informazioni disponibili dai cataloghi CPTI2 (catalogo parametrico dei terremoti italiani) e DISS (database delle

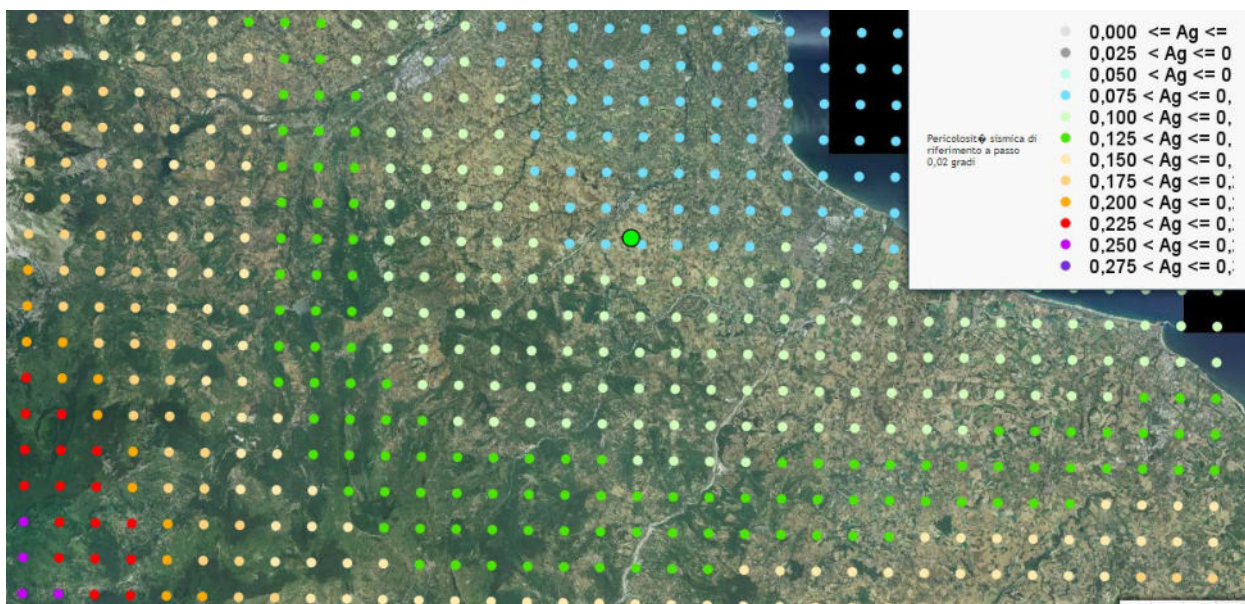


sorgenti sismogenetiche). La ZS9 non introduce drastici elementi di novità rispetto alle precedenti zonazioni, in modo particolare rispetto a ZS4 che rappresenta una sorta di caposaldo nell'evoluzione del processo di zonazione. L'elemento di novità è rappresentato dall'impiego di un catalogo sismico più aggiornato (CPTI2) e dall'introduzione delle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche (database DISS). Negli ultimi anni, infatti, la quantità di informazioni sulla sismogenesi del territorio italiano (sia per quanto riguarda gli aspetti geometrici delle sorgenti che, per quanto attiene al loro comportamento atteso) è notevolmente aumentata rispetto a quella disponibile nel periodo in cui i ricercatori procedevano alla realizzazione di ZS4. Tali conoscenze rappresentano uno degli elementi chiave per il tracciamento delle nuove zone. Un altro elemento di novità rispetto al passato è rappresentato dall'utilizzo del database delle soluzioni dei meccanismi focali dei terremoti italiani (EMMA; *Vannucci e Gasperini*, 2003). Tale database contiene meccanismi tratti da cataloghi on-line (come il catalogo CMT dell'Università di Harvard, il catalogo dell'ETH di Zurigo e il catalogo RCMT dell'INGV) o dalla letteratura cartacea pubblicata. Tra tutti i meccanismi contenuti nel database sono stati selezionati quelli che ricadono all'interno delle zone sorgente di ZS9: si tratta di 1051 records relativi a terremoti avvenuti tra il 1905 ed il 2003, con magnitudo M_w compresa tra 1.9 e 6.6. Utilizzando tutti i dati disponibili e avendo cura di scegliere il meccanismo più affidabile nel caso di soluzioni multiple per lo stesso evento.

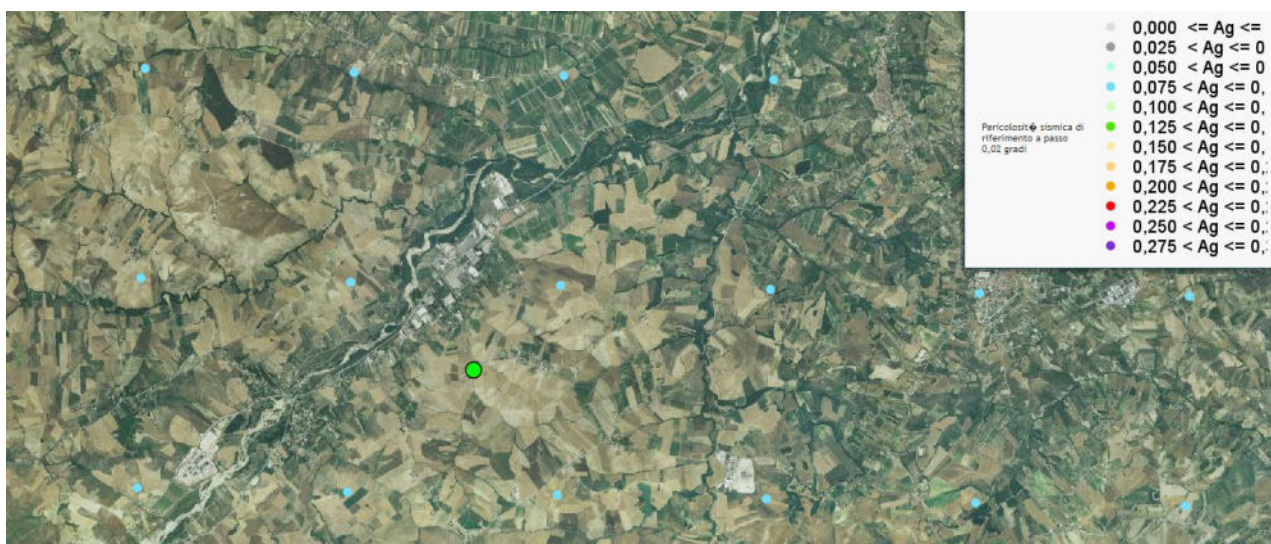


Pericolosità sismica dell'ITALIA



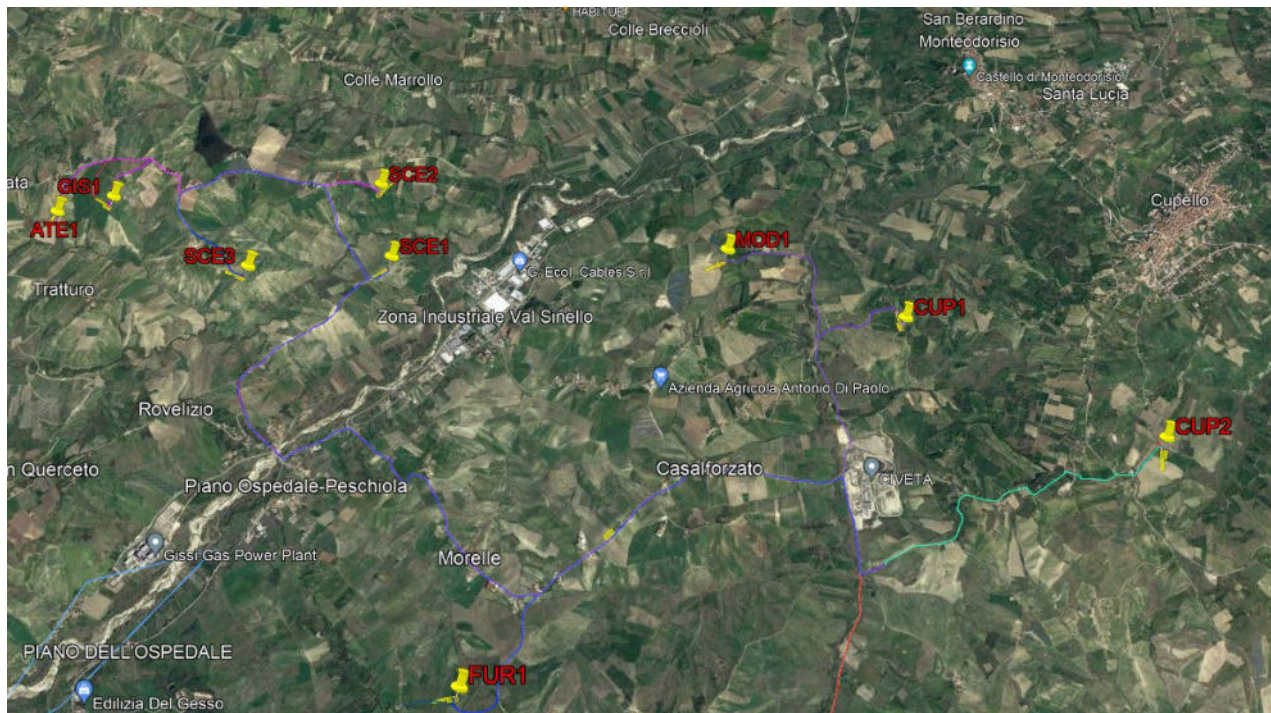


Dettaglio pericolosità sismica area Impianto



Dettaglio pericolosità sismica Area Aerogeneratori ATE1-GIS1-SCE1-SCE2-SCE3 -FUR1-CUP1-CUP2 e MOD1





Dettaglio pericolosità sismica Area Aerogeneratori ATE1-GIS1-SCE1-SCE2-SCE3 -FUR1-CUP1-CUP2 e MOD1



Dettaglio pericolosità sismica Area Stazione Elettrica





Dettaglio pericolosità sismica Area Stazione Elettrica

Gli aerogeneratori ATE1-GIS1-SCE1-SCE2-SCE3-FUR1-CUP1-CUP2 e MOD1 ricadono in un'area avente tutti la massima accelerazione orizzontale del suolo compresa tra **0.075 < g < 0.100**

L'Area della Stazione Elettrica ricade in un'area avente la massima accelerazione orizzontale del suolo compresa tra **0.100 < g < 0.150**

8.3. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Dopo il sisma irpino del 1980, risentito a Foggia con intensità del VI°-VII° Mercalli, tutto il territorio della Provincia di Chieti fu classificato come sismico. L'ultimo episodio importante in ordine cronologico è stato il sisma dell'Aquila del 06.04.2009, la magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 6.3 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VII-VIII della scala Mercalli.

Per quanto riguarda il passato è sufficiente sfogliare il "Catalogo dei terremoti italiani dal 1000 al 1980", edito nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del Centro Nazionale per le Ricerche o il "Catalogo dei forti terremoti italiani dal 461 a.c. al 1980, edito dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Roma,

Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è la prevenzione, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali

L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture simili possano subire danni notevolmente diversi. È ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità.



Osservazioni ormai innumerevoli provano che la variabilità spaziale dei danni e degli effetti prodotti da un terremoto è sempre molto elevata, e che in molti casi una causa importante è l'esistenza di condizioni locali sfavorevoli dei siti e dei terreni che possono mettere in crisi anche strutture molto resistenti e progettate per resistere a forti terremoti. E' il caso dei pendii franosi, dei depositi argillosi soffici, dei terreni liquefacibili, dove possono aversi **effetti locali** di instabilità, consistenti in veri e propri collassi e talora in movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture. Alcuni scenari tipici: movimenti franosi nei pendii, scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie, scivolamenti e rotture nel terreno, fenomeni di liquefazione nei terreni granulari fini saturi, fenomeni di subsidenza in corrispondenza di cavità, ecc.

Ma vi sono anche altre condizioni, meno spettacolari e meno facilmente riconoscibili, che possono essere molto gravose per le sovrastanti strutture e infrastrutture. Sono quelle in cui, a causa di particolari **condizioni locali**, le caratteristiche vibratorie dei movimenti sismici possono subire modificazioni ed esaltazioni locali. Tali effetti vengono indicati nella terminologia sismica come **effetti di sito**; con il termine 'condizioni locali' si intende, invece, l'insieme dei fattori geomorfologici e geotecnici che interagendo con le onde sismiche possono modificare, rispetto allo scuotimento che si avrebbe sulla roccia sottostante (bedrock), le caratteristiche vibratorie del moto sismico in superficie. Tali fattori comprendono principalmente: la morfologia superficiale e sepolta, le caratteristiche stratigrafiche, le proprietà geotecniche dei terreni in campo statico e dinamico. Gli effetti di sito sono spesso all'origine di molti fenomeni di instabilità delle strutture, sia per l'esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, sia perché possono aversi anche fenomeni di 'doppia risonanza' fra modi di vibrare del terreno e della struttura.

Per quanto riguarda l'aspetto sismo-tettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe.

Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è la prevenzione, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali. L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture similari possano subire danni notevolmente diversi. È ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità. La differenza nel danno è imputabile, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (circa i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato la



considerazione che territori anche molto vicini tra loro e con strutture simili possano subire danni notevolmente diversi.

La “pericolosità sismica di base” deve essere verificata in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta nelle condizioni di sito di riferimento rigido, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) per diverse probabilità di superamento in diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 475 anni.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri, a_g accelerazione orizzontale massima del terreno, F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale, T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

L'ultimo episodio importante in ordine cronologico è stato il sisma di S. Giuliano di Puglia (CB), del 31.10.2003 e con replica intensa il giorno successivo. L'INGV ha assegnato a Foggia, per questo sisma un'intensità macrosismica pari a V°-VI° Mercalli.

Per quanto riguarda il passato è sufficiente sfogliare il “Catalogo dei terremoti italiani”.

Per quanto riguarda l'aspetto sismotettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe. Le strutture sismogenetiche appenniniche garganiche hanno infatti fatto registrare eventi sismici i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici. Di seguito si ricordano i più importanti.

- 5 febbraio 62 d.c. (Magnitudo 5.8 scala Richter)
Certamente danneggiata Pompei ed Ercolano oltre a Nocera ed alcune zone di Napoli.
- 25 agosto 79 d.c. (Magnitudo 5.7 scala Richter)
Associato alla celebre eruzione distruttiva del Vesuvio
- Anno 99 d.c. (Magnitudo 6.3 scala Richter)
Epicentro vicino Circello (BN)
- Anno 346 d.c. (Magnitudo 6.0 scala Richter)
Epicentro nei pressi di Castelpagano (BN), prossimo a quello del 99. Effetti importanti anche nel Matese, confermato da studi archeosismologici su lapidi ed epigrafi
- 21 Luglio 369 d.c. (Magnitudo 6.0 scala Richter)
Sisma a Benevento, dove andò distrutta la maggior parte degli edifici importanti dell'epoca. Morì la metà degli abitanti della città (migliaia).
- Anno 848 d.c. (Magnitudo 6.0 scala Richter)
Epicentro a sud di Castelpizzuto (IS). Interessati Campania e Molise, diversi morti ad Isernia
- 25 Ottobre 989 d.c. (Magnitudo 6.0 scala Richter)
Epicentro tra Benevento e l'Irpinia, epicentro nei pressi di Carife. Distrutto il paese di Ronza, mai più ricostruito, ingenti danni a Benevento, Capua, Conza (dove muore il vescovo), Frigento il terremoto distrusse interi villaggi e provocò numerosi morti.



- Anno 1180 (Magnitudo // scala Richter)
Questo terremoto colpì l'Irpinia; secondo alcune fonti Ariano "fu inghiottito da una voragine" e Napoli restò in gran parte distrutta.
- Anno 1223 (Magnitudo 6.0 scala Richter)
Epicentro nei pressi di Vico del Gargano. Danni ingenti in tutto il Gargano e la Capitanat. Distrutta Siponto che, ricostruita per volere di re Manfredi, diverrà l'attuale Manfredonia, Colpite duramente anche Vieste, la Foresta Umbra e per l'appunto Vico.
- 4 Settembre 1293 (Magnitudo 5.9 scala Richter)
Epicentro nel Sannio (Campania) di VIII-IX grado scala Mercalli. A Napoli venne gravemente danneggiata la Chiesa di Santa Maria Donnaregina.
- Anno 1349 (Magnitudo 6.6 scala Richter)
Terremoto sull'Appennino centro-meridionale (VIII-IX Mercalli) con epicentro nella zona di Venafro (IS) che risultò distrutta. Danneggiata gravemente tutta l'area; a Napoli crolla la facciata della cattedrale.
- Anno 1361 (Magnitudo 6 scala Richter)
Epicentro tra Bovino ed Ascoli Satriano, colpita anche la città di Canosa e Sant'Agata di Puglia
- Anno 1414 (Magnitudo 5.8 scala Richter)
Epicentro tra Bovino ed Ascoli Satriano, colpita anche la città di Canosa e Sant'Agata di Puglia
- 5 dicembre 1456 (Magnitudo 7.1 scala Richter)
Fortissimo terremoto, con epicentro nella zona di Benevento, magnitudo di 7.2 scala Richter. Il sisma interessò buona parte del Centro-Sud Italia. A Napoli crollò il campanile della chiesa di Santa Chiara, la chiesa di San Domenico Maggiore dovrà essere ricostruita, così come il Duomo e la cappella palatina di Santa Barbara in Castel Nuovo restaurati. A Teramo morirono più di 200 persone, Rivisondoli fu completamente rasa al suolo e l'insediamento di Roccapizzi (Abruzzo) dopo essere stato completamente raso al suolo venne abbandonato dagli abitanti, e mai più ricostruito. Le scosse si susseguirono distruttrici anche il 15 e 17 Dicembre. In tutto si contarono circa 30mila morti.
- maggio 1560 (Magnitudo 5.6 scala Richter)
Epicentro prossimo alla costa, a nord-ovest di Bisceglie dove si verificano numerosi crolli come a Barletta. Circa 300 vittime segnalate
- 31 maggio 1627 (Magnitudo 7.1 scala Richter)
Forte terremoto (XI scala Mercalli) tra Puglia e Campania. Rase al suolo le cittadine di San Severo, Torremaggiore e diversi centri limitrofi del Foggiano. La scossa provocò un maremoto sulle coste del Gargano, soprattutto presso il Lago di Lesina. Persero la vita oltre 4500 persone.
- 30 Luglio 1646 (Magnitudo 6.6 scala Richter)
Epicentro a sud di Vico. La più colpita è Vieste dove si registrano 132 vittime. Danni a anche a Peschici, Ischitella, Rodi, Vico, Carpino, San Giovanni Rotondo, Monte S. Angelo. Lesioni anche a Foggia. Tsumani nel lago di Varano.
- 29 gennaio 1657 (Magnitudo 6.3 scala Richter)



Sisma tra i più dimenticati della storia, recentemente rivalutato grazie a ricerche annalistiche. Scossa principale notturna. Distrutta Lesina, gravi danni per tutto il Gargano in particolare a Vico, S. Severo, Torremaggiore, Apricena e Monte S. Angelo. Ignoto il numero delle vittime

- 5 Giugno 1688 (Magnitudo 6.7 scala Richter)
Un immane terremoto (XI Mercalli) con epicentro nel Sannio a Cerreto Sannita (BN) rase quasi al suolo la città di Benevento. Gravissimi danni subì anche Napoli; qualcuno anche a L'Aquila e nel Molise. Serie lesioni ad Ariano e Casalbore I morti ammontarono a 2115.
- 8 Settembre 1694 (Magnitudo 6.8 scala Richter)
Forte terremoto tra Irpinia e Basilicata. Calitri fu il paese irpino più colpito (311 vittime). Danni anche a Cava de' Tirreni e Benevento. Circa 6000 i morti.
- 14 Marzo 1702 (Magnitudo 6.3 scala Richter)
Epicentro nel Beneventano (IX-X Mercalli), il sisma provocò alcuni danni fino a Napoli ed in Irpinia, oltre che la morte di circa 400 persone.
- 20 marzo 1731 (Magnitudo 6.3 scala Richter)
Epicentro a sud-ovest di Canosa. Gravi danni a Cerignola, dove crolla parzialmente il castello, a Foggia e nella sua intera provincia. Crolli anche a Barletta , Molfetta, Ascoli Satriano e Canosa. Circa 2500 vittime. Leggero Tsumani a Manfredonia e Barletta..
- 29 novembre 1732 (Magnitudo 6.6 scala Richter)
Epicentro nei pressi di Grottaminarda. Colpita in particolare l'Irpinia settentrionale. Tra i paesi semidistrutti Mirabella, Ariano, Castel Baronia e Flumeri. Ad Avellino crolla il 50% degli edifici. Circa 2000 morti
- 20 febbraio 1743 (Magnitudo 7.0 scala Richter)
Epicentro nel canale d'Otranto. Scossa serale, poco prima della mezzanotte. Semidistrutti Nardò (dove muoiono 100 persone) E Francavilla Fontana. Danni rilevanti a Lecce ed in tutto il Salento. A Brindisi crollano diversi edifici e la cattedrale rimane seriamente lesionata. Effetti anche sull'altra sponda dello Jonio, crolli pure a Corfù, circa 250 vittime.
- 26 Luglio 1805 (Magnitudo 6.5 scala Richter)
Sisma alle ore 22 (6.5 gradi scala Richter), con epicentro tra Campania e Molise. A Napoli, grazie alla sopraelevazione dell'edificio del Real Museo Borbonico, il gran salone resse durante il terremoto. A Campobasso si ebbero gravi perdite umane e materiali, fra cui il duecentesco convento dei Celestini. Le vittime salirono a 5573.
- 1° gennaio 1826 (Magnitudo 5.7 scala Richter) - Epicentro tra Calvello e Tito, semidistrutta. Danni ingenti a Potenza e Melfi, Colpite anche Satriano di Lucania, avvertito anche a Napoli.
- 4 agosto 1851 (Magnitudo 6.3 scala Richter) -Epicentro nei pressi di Barile. Colpita l'area circostante il massiccio del Vulture e la val d'Agri. Distrutta Melfi dove ci sono stati almeno 400 morti. Altri paesi semidistrutti: Rapolla, Barile, Atella, Lavello, Venosa, Rionero. Avvertito nelle regioni confinanti Campania e Puglia. Numero di vittime certamente superiore a 700, forse un migliaio. Il sisma ebbe vasta risonanza, anche per la visita del Re Ferdinando II a Melfi e nei luoghi colpiti.
- 16 dicembre 1857 (Magnitudo 6.9 scala Richter) - Evento distruttivo su ampia area geografica, interessati almeno 150 siti. Colpita la val d'Agri Epicentro tra Viggiano e Villa d'Agri. Tra i paesi più



devastati Montemurro con 3000 morti,, Sarconi, Saponara, Viggiano, Marsico, Tito. Gravi danni anche a Potenza, crolli e decessi anche in Irpinia e Salernitano, stimati in complessivo circa 11 mila morti, per alcuni 19 mila. Almeno 6000 gli edifici distrutti. Forti ripercussioni sociali, con ricostruzione lenta e scarsa. Per conto della Royal Society di Londra lo scienziato Robert Mallet, padre della moderna sismologia, compì un'ampia ricognizione della zona interessata e descrisse dettagliatamente gli effetti del sisma.

- 6 dicembre 1875 (Magnitudo 6.0 scala Richter) - Sisma notturno. Epicentro tra S. Marco in Lamis e S. Giovanni Rotondo che risulta il paese più colpito con crollo di 300 case ed abitanti costretti a rifugiarsi in tende e baracche. Avvertito in tutto il Gargano e il Tavoliere.
- agosto 1893 (Magnitudo 5.4 scala Richter) - Il terremoto del Gargano del 1893 è stato un evento sismico che colpì la costa meridionale del Gargano con epicentro localizzato all'altezza del porto di Mattinata, all'epoca semplice frazione rurale di Monte Sant'Angelo. La scossa principale si verificò nella serata del 10 agosto, dopo una giornata caratterizzata da un continuo susseguirsi di altre scosse relativamente meno intense, all'interno di una sequenza sismica che perdurava fin dal 27 giugno ed esauritasi solo nel gennaio dell'anno successivo, dopo che a novembre si era registrata una tregua poi rivelatasi momentanea. Durante l'intera sequenza vennero registrate non meno di 400 scosse.
- 7 giugno 1910 (Magnitudo 5.8 scala Richter)
Epicentro nei pressi di Calitri dove crolla il 30% degli edifici, con diverse vittime. Una sessantina i comuni interessati, la parte più occidentale della Basilicata e l'Irpinia orientale. Circa 50 i morti.
- 13 gennaio 1915 terremoto della Marsica, noto anche come terremoto di Avezzano, fu un drammatico evento, la sua intensità fu pari all'XI grado della scala Mercalli; in seguito la sua magnitudo fu stimata in 7.0 Mw. È considerato l'evento più catastrofico dell'Abruzzo e uno dei più catastrofici di sempre in Italia.
- 23 luglio 1930 (Magnitudo 6.7 scala Richter)
Sisma notturno, importante per lo sviluppo areale. Epicentro nei pressi di Lacedonia, il paese più devastato con il crollo del 70% delle abitazioni, forte terremoto nel Vulture colpì Campania, Basilicata e Puglia. I comuni più colpiti, dove crollò il 70% degli edifici, furono Aquilonia e Lacedonia. Le vittime furono 1404.
- 21 agosto 1962 (Magnitudo 6.2 scala Richter)
Epicentro nei pressi di Apice, Ariano Irpino e Melito i paesi più colpiti. Sisma popolarmente definito "signore" perché ha danneggiato gli edifici ma provocò pochi 17 morti. Crollo di un ponte sulla ferrovia Avellino-Foggia, 10 mila i senza tetto.
- 23 novembre 1980 (Magnitudo 6.9 scala Richter)
Il più terribile terremoto in Italia, dopo la Seconda Guerra Mondiale, con epicentro in Irpinia, furono devastate diverse zone tra la Campania e la Basilicata e Puglia, con danni ingentissimi, soprattutto nell'area del Vulture. Vennero distrutti numerosi paesi. A Napoli, nel quartiere di Poggioreale, crollò un palazzo di diversi piani, provocando 52 morti. Danni ingenti nelle province di Avellino, Salerno, Benevento, Matera e Potenza e Foggia. In totale vi furono circa 8000 feriti, 2914 morti, oltre 250 mila senza tetto.



- 5 maggio 1990 (Magnitudo 5.8 scala Richter)
Epicentro nei pressi di Colliano, colpita l'area a cavallo tra la Campania e la Basilicata. Avvertito anche nelle province di Benevento e Matera. Danni e lesioni a Potenza e Melfi, 2 i morti.
- 31 ottobre 2002 (Magnitudo 5.7 scala Richter)
Epicentro nei pressi di Bonefro (CB). Danni principali a S. Giuliano di Puglia dove nel crollo di una scuola morirono 27 bambini ed una maestra. Lesione anche in provincia di Foggia. 30 le vittime totali, 5000 senzatetto.
- 6 aprile 2009, dopo una sequenza sismica durata quattro mesi, una forte scossa di magnitudo 6.3 colpisce il territorio aquilano e abruzzese. Il terremoto provoca 309 vittime e oltre 1500 feriti, soprattutto nel capoluogo e nella frazione di Onna.

Dopo questa lunga carrellata di date di terremoti, solo per citare i più nefasti, possiamo asserire con certezza che nessuna zona dell'Italia viene risparmiata. Tutto ciò al solo scopo per non dimenticare che viviamo in un territorio altamente sismico, e, dal punto di vista geologico, molto fragile. Allo stato delle conoscenze, la sola arma nei confronti degli eventi sismici è **la prevenzione**, basata sia su previsioni di tipo statistico che su studi geologici e geofisici regionali e locali. L'esperienza ci ha ampiamente dimostrato che in ogni evento sismico e nell'ambito dello stesso comune si osservano livelli di danno differenziati tra loro, anche due o tre gradi della scala MCS. Anche il sisma di S. Giuliano di Puglia ha confermato tale dato, territori molto vicini tra loro e con strutture simili possano subire danni notevolmente diversi. È ormai chiaro che la differenza nel danno è imputabile, sia ai diversi sistemi costruttivi con cui sono realizzati i manufatti, sia alla diversa risposta sismica locale dell'immediato sottosuolo (i primi 30 metri) su cui insistono gli stessi. Il substrato geologico superficiale, infatti, può esaltare o al contrario smorzare in modo molto significativo l'intensità dei diversi moti vibranti indotti sui manufatti dalle onde sismiche generate, quasi sempre, a diversi chilometri di profondità. La risposta sismica locale del substrato geologico durante il sisma si può ormai modellare con sufficiente scientificità.



9 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

L'ordinanza sismica n. 3274 del 20.03.2003 ha introdotto, tra l'altro, la necessità di considerare, per le costruzioni sui pendii o in loro prossimità, un coefficiente di amplificazione topografica St .

Tale coefficiente è direttamente proporzionale alla pendenza del versante,

$St = 1$ (assenza di amplificazione) per acclività minori di 15° (pendenze inferiori al 26.8%).

$St = 1,2$ per acclività comprese tra 15° e 30° (pendenze superiori al 26.8% ed inferiori al 57%)

$St = 1,4$ per acclività maggiori di 30° .

9.1. CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Sono state contraddistinte quattro categorie Topografiche così come segue:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

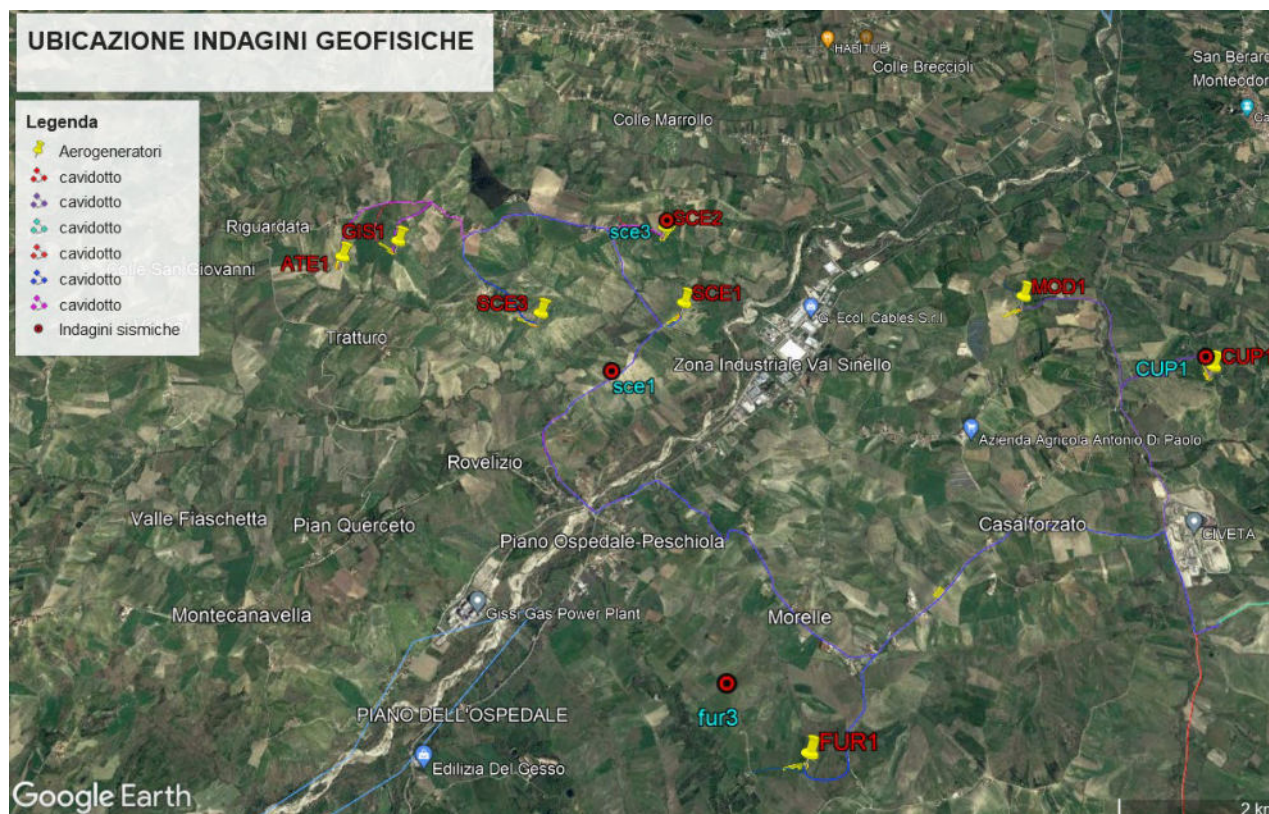
Nel nostro caso specifico, essendo l'acclività $< 15^\circ$, il coefficiente di amplificazione sismica topografica St risulta pari a 1.0 e categoria topografica T1 per tutti e 14 Aerogeneratori e la Stazione Elettrica (SE)

9.2. CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi con $Vs_{30} > 800$ m/s
B	Ghiaie e sabbie molto addensate o argille molto consistenti con $360 < Vs_{30} < 800$ m/s
C	Ghiaie e sabbie mediamente addensate o argille mediamente consistenti con $180 < Vs_{30} < 3600$ m/s
D	Terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con $Vs_{30} < 180$ m/s
E	Terreni con sottosuoli di tipo C o D per spessori non superiori a 20 metri, posti su substrato con $Vs > 800$ m/s
S1	Terreni caratterizzati da valori di $Vs_{30} < 100$ m/s.
S2	Terreni suscettibili di liquefazione o di argille sensitive

Per caratterizzare la **Categoria dei suoli di Fondazione** sono state eseguite N. 4 MASW.





Ubicazione indagini sismiche Area Aerogeneratori



MASW CUP1

PRSE 861 - CUP1

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity [m/s]	Density [KN/m ³]	ν (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	144.80	1450.73	17.72	0.49	10.02	38	113
2	5.0	10.0	315.10	1639.77	18.32	0.48	5.20	186	549
3	15.0	15.0	369.79	1700.47	18.51	0.48	4.60	258	762
4	30.0 -		348.78	1677.14	18.44	0.48	4.81	229	676
5									

H = 30 m

Vs,eq : 280.8 (m/s)

Categoria suolo : C

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

Legenda:

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)



MASW **FUR3**

PRSE 861 - FUR3

Depth	Spessore	S-velocity	P-velocity	Density	ν	Vp/Vs	G	Edin	
[m]	[m]	[m/s]	(m/s)	[KN/m ³]	(-)	(-)	[Mpa]	[Mpa]	
1	0.0	5.0	247.90	497.04	18.20	0.33	2.00	114	304
2	5.0	10.0	372.35	742.49	18.46	0.33	1.99	261	695
3	15.0	15.0	489.11	974.54	18.68	0.33	1.99	456	1214
4	30.0 -		490.45	975.30	18.68	0.33	1.99	458	1220
5									

H = 30 m

Vs,eq : 386.1 (m/s)

Categoria suolo : **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 e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Legenda:

- v:** Coefficiente di Poisson (-)
- Vp:** Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs:** Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G:** Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed:** Modulo dinamico (Mpa)



MASW SCE1

PRSE 861 - SCE1

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity [m/s]	Density [KN/m ³]	ν (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	382.38	766.27	18.63	0.33	2.00	278	741
2	5.0	10.0	421.33	842.49	18.74	0.33	2.00	339	904
3	15.0	15.0	527.43	1050.66	18.82	0.33	1.99	534	1422
4	30.0 -		527.43	1050.66	18.82	0.33	1.99	534	1422
5									

H = 30 m
Vs,eq : 459.8 (m/s)
Categoria suolo : **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 e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Legenda:

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)



MASW SCE3

PRSE 861 - SCE3

	Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity [m/s]	Density [KN/m ³]	ν (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]
1	0.0	5.0	230.96	1546.36	18.03	0.49	6.70	98	292
2	5.0	10.0	346.69	1674.82	18.43	0.48	4.83	226	668
3	15.0	15.0	408.10	1742.99	18.64	0.47	4.27	317	932
4	30.0 -		408.19	1743.09	18.64	0.47	4.27	317	932
5									

H = 30 m
Vs,eq : 343.8 (m/s)
Categoria suolo : C

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

Legenda:

v: Coefficiente di Poisson (-)
Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
Ed: Modulo dinamico (Mpa)

Per l'**Aerogeneratore CUP1**, l'area è classificata come **Categoria "C"** Depositi di ghiaia e sabbia poco addensate o di argille di media consistenza con **Vs30** pari a **280.8 m/s**.

Per **gli Aerogeneratore SCE3 e MOD1**, l'area è classificata come **Categoria "C"** Depositi di ghiaia e sabbia poco addensate o di argille di media consistenza con **Vs30** pari a **343.8 m/s**.

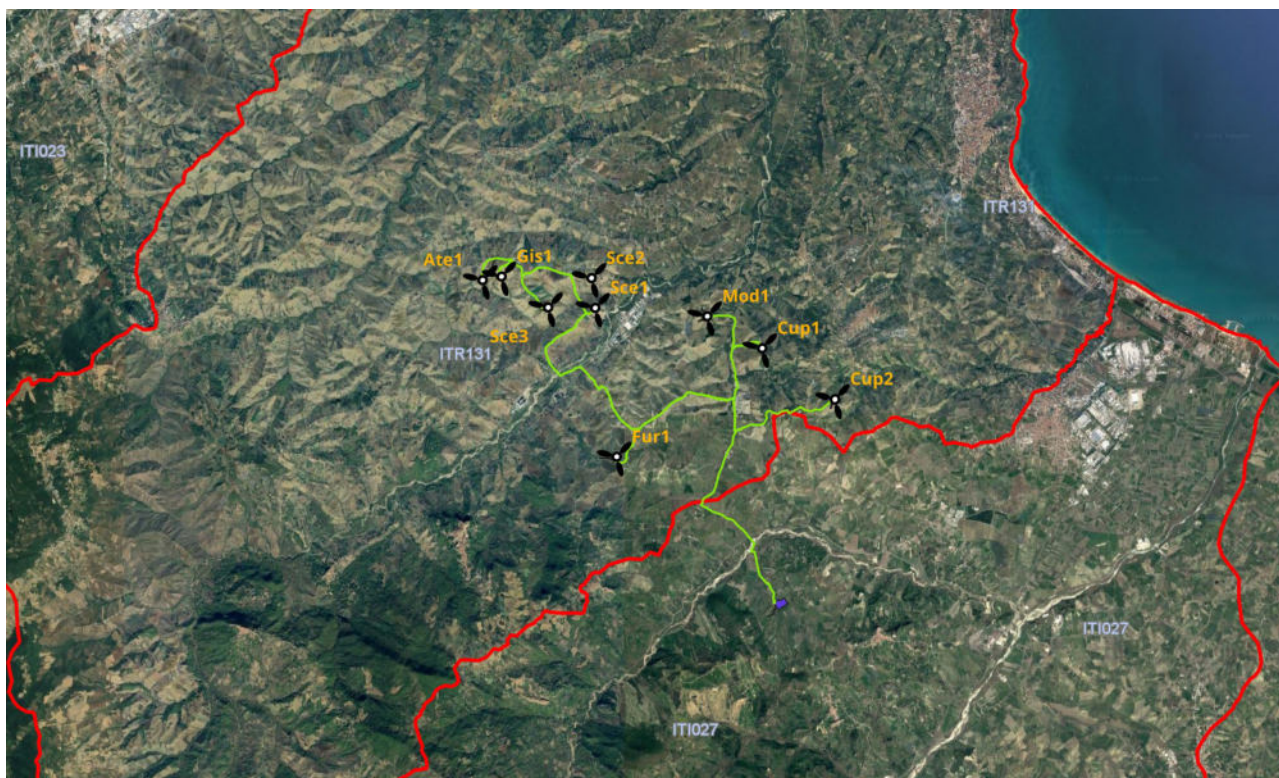
Per **gli Aerogeneratori FUR1 e la Stazione Elettrica**, le aree **sono** classificate come **Categoria "B"** Depositi di ghiaia e sabbia addensate o di argille consistenti con **Vs30** variabile tra **386.1 m/s**.

Per **gli Aerogeneratori ATE1-GIS1-SCE1-SCE2-CUP2**, le aree **sono** classificate come **Categoria "B"** Depositi di ghiaia e sabbia addensate o di argille consistenti con **Vs30** variabile tra **459.8 m/s**.



11 AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE E PROFONDO

Il progetto in esame ricade in parte in ambito di competenza del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale in particolare nell'Autorità di Bacino Regionale Abruzzo (ITR131), più nello specifico il bacino idrografico di riferimento è il Bacino del Fiume Sinello (area di installazione degli aerogeneratori e cavidotto interno di collegamento) ed in parte in ambito del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale in particolare nell'Autorità di Bacino del Fiume Trigno (IT1027) (area della stazione Terna e parte del cavidotto di vettoriamento).



Individuazione Unit of Management

Il fiume Sinello nasce a Castiglione Messer Marino, scorrendo interamente nei limiti amministrativi della Regione Abruzzo per 49 km, con direzione prevalente SW-NE, fino a sfociare nel mar Adriatico al confine fra Casalbordino e Vasto. Il bacino regionale del Sinello presenta forma articolata ed allungata in direzione SO-NE e si sviluppa da una quota di circa 1415 m s.m.m. (Castel Fraiano) sino al mare, occupando una superficie complessiva di 318.4 km². Il Sinello non possiede tributari di particolare importanza, ma si rileva la presenza di una serie di piccoli affluenti, distribuiti quasi simmetricamente in destra ed in sinistra idrografica, che si immettono nel corso d'acqua principale ad angolo retto. Infatti, la lunghezza del reticolo derivata dalla somma delle lunghezze di tutti i segmenti fluviali è pari a 288 km, in particolare 48 km appartengono all'asta principale, 114 km agli affluenti di destra e 126 km a quelli di sinistra. Negli ultimi 12 km, dal comune di Monteodorisio alla foce, la direzione del Sinello è S-N. Il fiume Sinello è stato studiato per una lunghezza di 39 km, dal confine fra i comuni di Roccaspinalveti e Guilmi fino alla foce fra i comuni di Casalbordino e Vasto.



Il Sinello è caratterizzato da un regime molto variabile nell'arco dell'anno: dall'inizio dell'autunno fino alla primavera la portata d'acqua è abbastanza elevata, grazie alle abbondanti piogge; mentre nella stagione estiva, il flusso risulta molto ridotto e si restringe fino al letto di magra. In questo periodo è abbastanza frequente incontrare dei punti di secca, soprattutto nel tratto finale del fiume. Il problema delle secche era quasi inesistente in passato, quando il fiume era la principale risorsa per l'abbeveramento del bestiame allevato dalle comunità locali, nonché dei greggi di passaggio che praticavano la transumanza. Sfocia, con un estuario, nel mare Adriatico a nord di Punta Penna, al confine tra il territorio di Casalbordino e quello di Vasto. I suoi principali affluenti sono il torrente Altosa, il torrente Torbido, il Vallone della Peschiola, il Fosso di Scerni e il Fosso Barbato a sinistra; il torrente Maltempo e il torrente Cena a destra. Un altro torrente che lambisce la parte meridionale del parco eolico è il torrente Treste che sfocia nel fiume Trigno.

I territori comunali interessati dal parco ricadono su terreni costituiti per oltre il 70% della loro estensione da terreni essenzialmente argillosi, praticamente impermeabili, le condizioni geologiche non sono favorevoli alla costituzione di risorse idriche sotterranee di una certa entità. Nell'area del parco eolico, è possibile rinvenire diverse falde freatiche a diverse profondità variabili tra 4-10 m.

Il fondo vallivo e il versante in sinistra idrografica del F. Sinello sono caratterizzati rispettivamente da sedimenti alluvionali recenti e da depositi alluvionali terrazzati del Pleistocene. I terrazzi alluvionali sono costituiti prevalentemente da depositi ghiaioso-sabbiosi e detritici, talora debolmente cementati, con lenti limoso-sabbioso-argillose ed intercalazioni di paleosuoli brunonerastri. Tali depositi non trovano corrispondenza sul fianco opposto, (in destra idrografica), fenomeno dovuto ad un basculamento lungo un asse coincidente con quello vallivo. Depositisabbiosi e ghiaiosi, con lenti limoso-sabbiose, talora argillose, costituiscono il terrazzo alluvionale recente attualmente inciso dal Fiume Sinello.

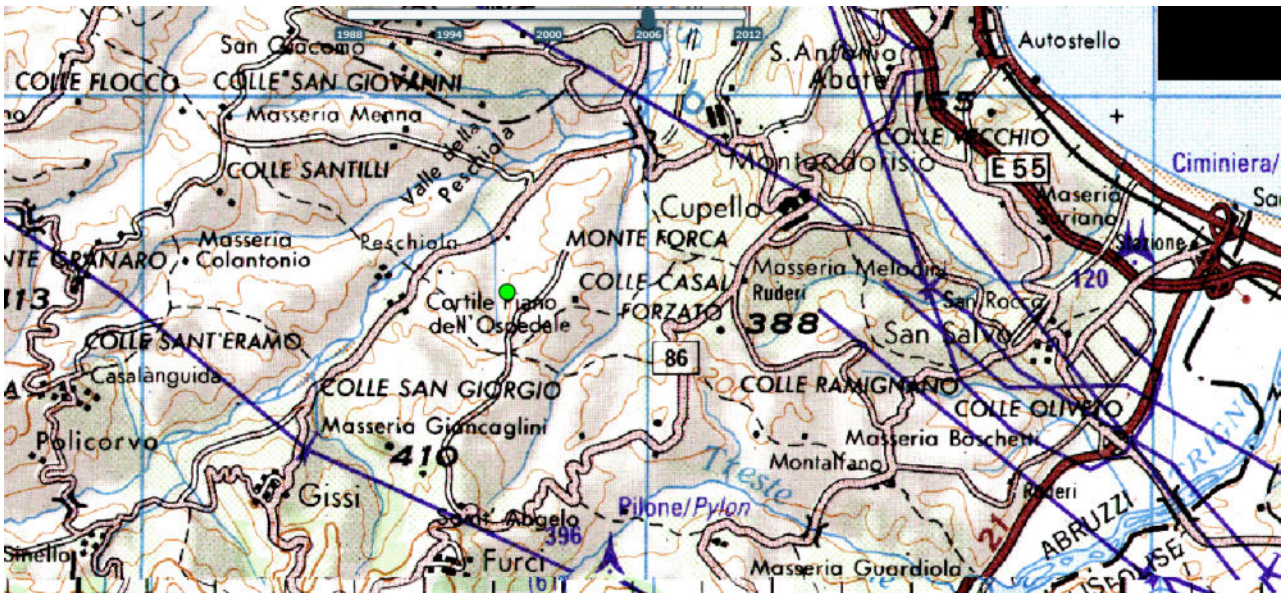
Dal punto di vista idrogeologico si distinguono il Complesso Idrogeologico dell'Associazione sabbioso-conglomeratica e delle alluvioni terrazzate e il Complesso dell'Associazione Peliticosabbiosa. Al primo complesso appartengono i depositi ghiaiosi con matrice limoso-sabbiosa e quelli sabbiosi alternati a livelli limosi. La ricarica della falda idrica è attribuibile prevalentemente alle acque, derivanti da precipitazioni meteoriche, che si infiltrano sia in corrispondenza dei depositi alluvionali terrazzati che dei depositi sabbioso-conglomeratici plio-pleistocenici. Il Complesso Idrogeologico Pelitico-sabbioso è costituito dai depositi plio-pleistocenici, in particolare dalle Argille Grigio Azzurre che rivestono il ruolo di acquicluda per l'acquifero sovrastante.

L'unità idrogeologica del Fiume Trigno, nel settore di nostro interesse, è completamente o parzialmente isolata in sponda destra e sinistra da terreni in prevalenza argillosi e di conseguenza impermeabili. L'asta principale del corso d'acqua si prolunga verso sud-ovest per circa 85 km (segnando nel suo percorso il confine tra il Molise e l'Abruzzo) a partire dalla sorgente Capo di Trigno, posta a quota 1.244 m s.l.m. (Molise), ed afferente alle formazioni marnoso-calcaree della facies molisano-sannitica. Nell'ambito del bacino idrografico, che si estende su di una superficie di circa 1.200 km², la morfologia risulta sufficientemente tormentata nelle zone ubicate alle quote più elevate, dove predomina in affioramento la facies molisano-sannitica. Via via che si scende verso la costa il paesaggio diviene più dolce e ondulato, tipico dei terreni a matrice prevalentemente argillosa. All'interno del bacino si distinguono diversi acquiferi; quello alluvionale costituito dai depositi alluvionali di fondo valle e quelli nei sedimenti calcarenitici, arenacei e gessosi permeabili per fratturazione e carsismo, che si individuano lungo i



versanti a varie altezze. L'acquifero alluvionale è caratterizzato da alternanze irregolari di sabbie, limi e ciottoli aventi generalmente forma lenticolare (Pliocene-Olocene). Ai margini dei depositi alluvionali recenti affiorano quelli antichi terrazzati, costituiti da conglomerati con sabbie e limi, posti a quota più elevata dei precedenti. Il substrato impermeabile è costituito, da depositi argillosi plio-pleistocenici.

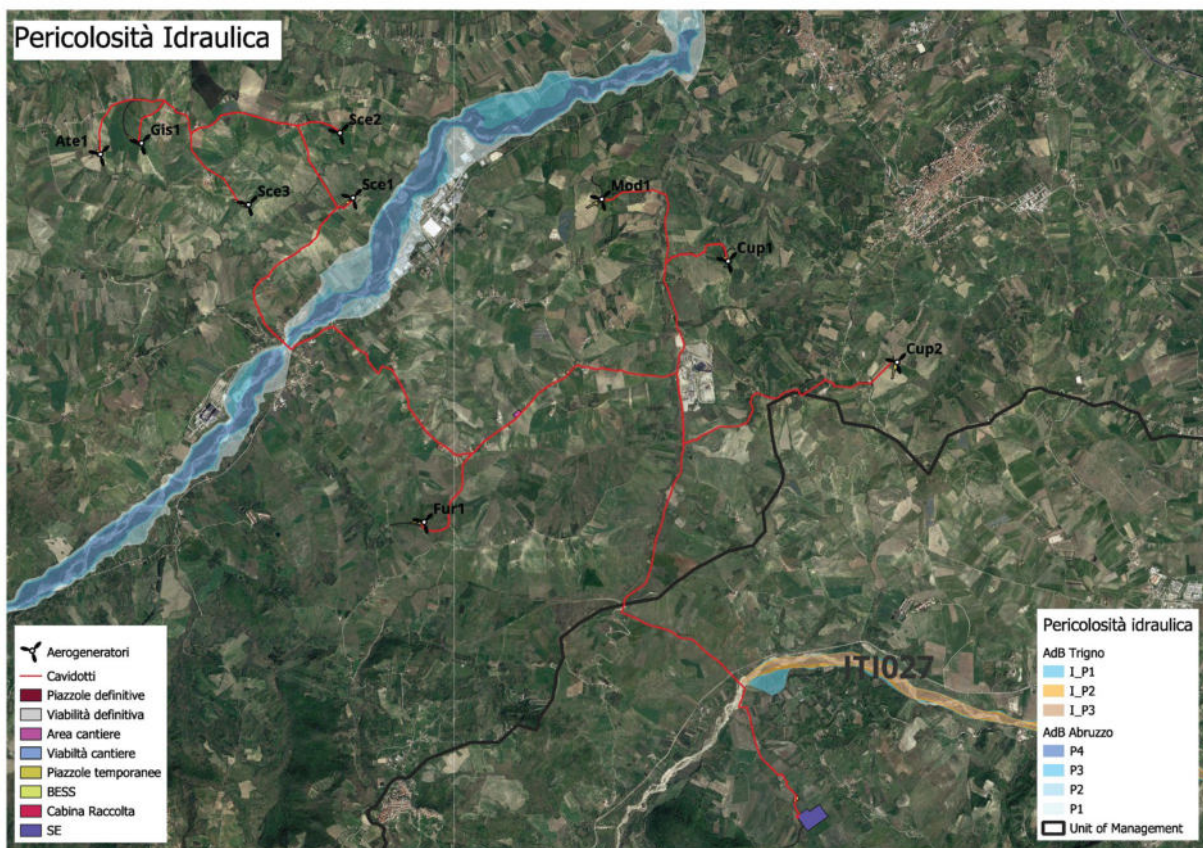
La circolazione idrica sotterranea può essere considerata preferenzialmente basale, anche se si esplica secondo "falde sovrapposte" appartenenti, quasi sempre, ad un'unica circolazione), a causa della sostanziale eterogeneità che caratterizza la giacitura dei vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interdigitale a depositi con differente grado di permeabilità) che costituiscono l'acquifero fluvio-lacustre. In analogia con gli altri corsi d'acqua abruzzesi, il Fiume Trigno presenta una migrazione dell'alveo da Nord-Ovest verso Sud-Est. In sinistra orografica, infatti, affiorano vari ordini di terrazzi fluviali posti a quota più alta dei depositi alluvionali attuali. Il tutto poggia sulle argille calabriane, che costituiscono l'impermeabile di fondo dell'intero corpo idrico.



Inquadramento idrologico Area Impianto Eolico su base IGM 1:100.000

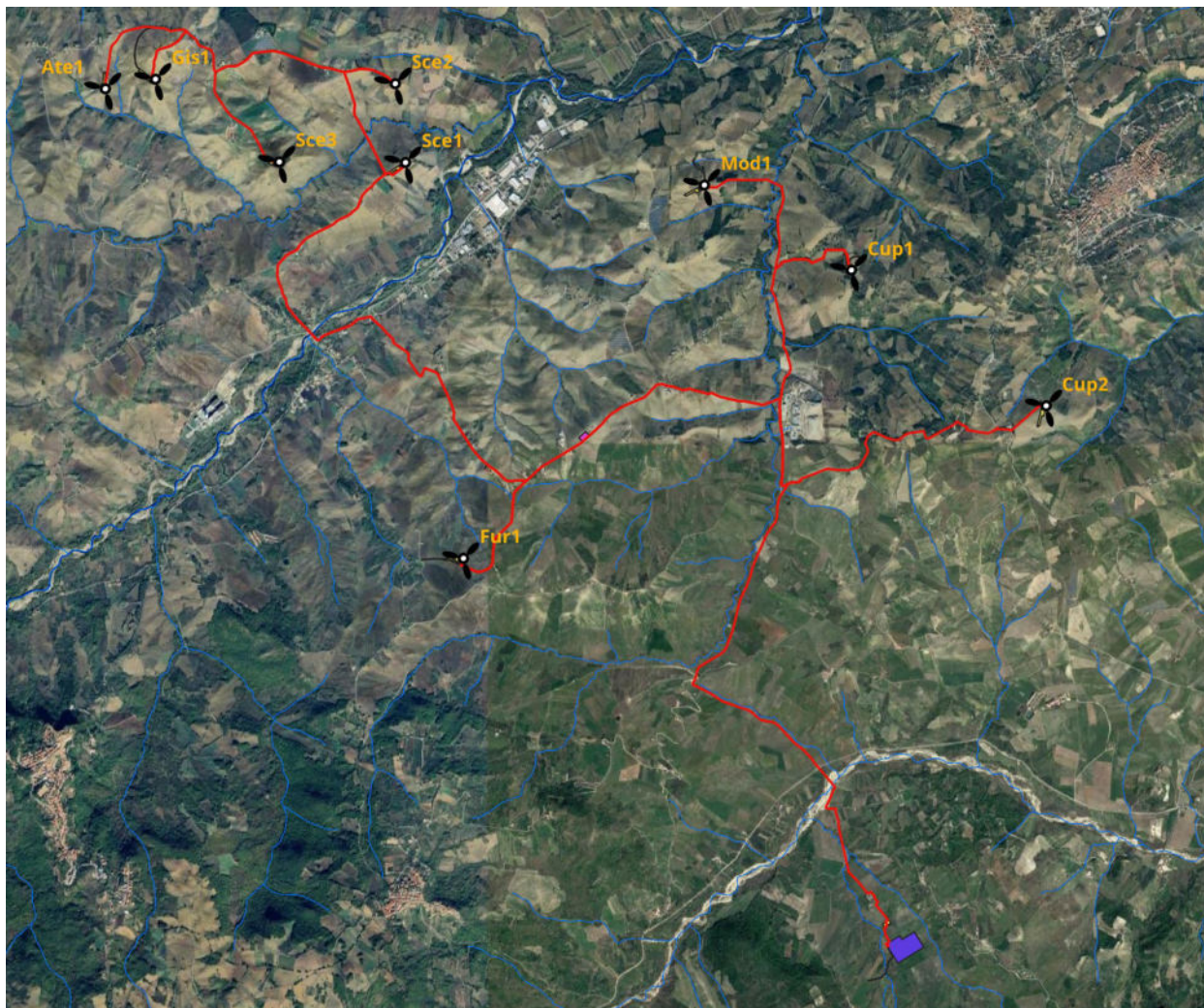


11.1. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROLOGICO GENERALE



Inquadramento PAI – Pericolosità Idraulica





Reticolo idrografico

Le interferenze riscontrate riguardano il percorso del cavidotto interrato di collegamento alla stazione elettrica. Per la risoluzione di tali interferenze si rimanda al paragrafo successivo.

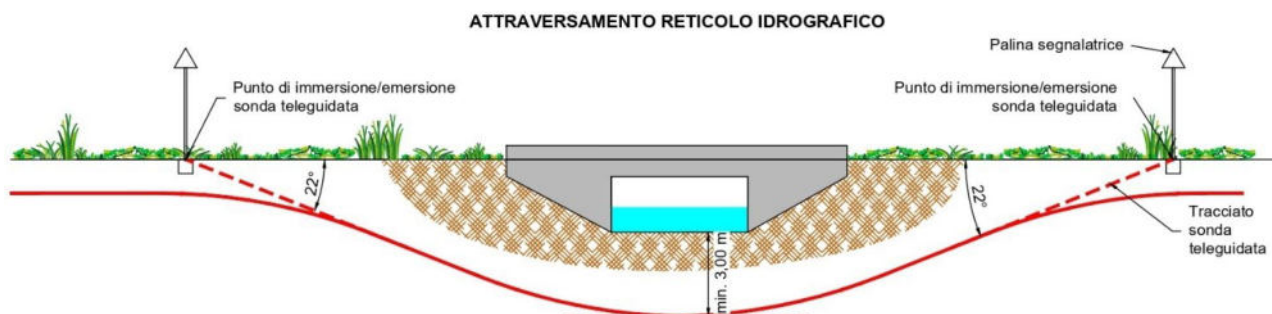
11.2. MODALITÀ DI ATTRAVERSAMENTO DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Attraversamento reticolo idrografico

Per quanto riguarda le interferenze dei cavidotti di progetto con il reticolo idrografico, queste saranno risolte mediante la posa in opera dei cavidotti mediante la tecnologia no-dig (senza scavo) ovvero mediante TOC – Trivellazione orizzontale controllata.

L'ubicazione e le lunghezze dei tratti da realizzare mediante TOC sono individuati negli elaborati grafici del progetto definitivo. Si riporta di seguito lo schema tipo della modalità di attraversamento, rimandando all'elaborato *EG.3.4 Particolari risoluzione interferenze e attraversamenti* per i necessari approfondimenti.





Parallelismo con reticolo idrografico: interferenza con fascia di pertinenza

La risoluzione delle interferenze relative al parallelismo con il reticolo idrografico avrà luogo attraverso la posa del cavidotto interrato in trincea, ponendo la stessa ad una profondità di 2 metri. Inoltre, al fine di preservare l'opera e di evitarne dunque il danneggiamento, si provvederà alla posa del cavidotto realizzando un bauletto protettivo in calcestruzzo, da realizzarsi in corrispondenza dei corsi d'acqua che determinano l'interferenza. Al termine della posa verrà ripristinato lo stato dei luoghi ante opera.

11.3. VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) – PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Come si evince dagli allegati stralci planimetrici le fondazioni degli Aerogeneratori sono tutte fuori dalle aeree a pericolosità idraulica, ad ogni buon fine sarà trattata con maggiori dettagli nella **verifica idraulica**.

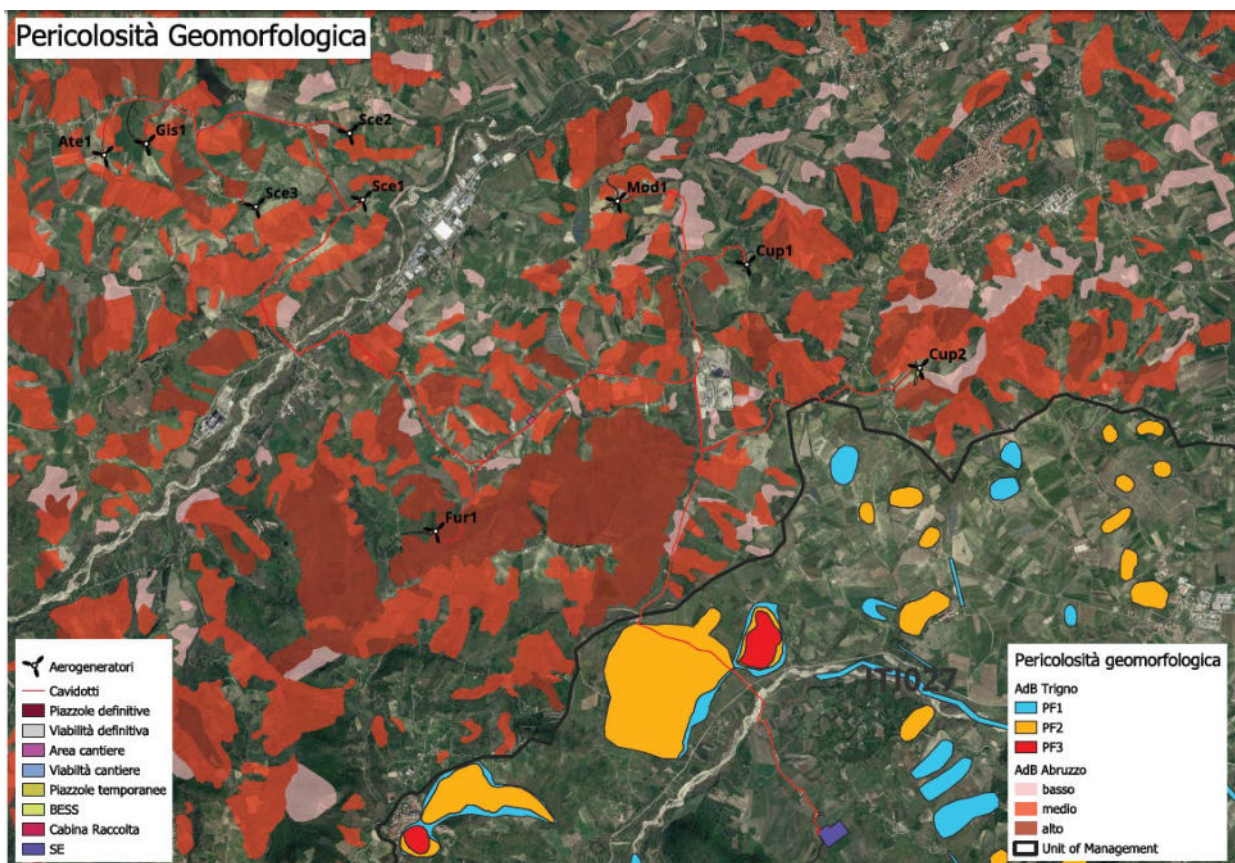
La realizzazione dei 9 Aerogeneratori ivi compresi strade di accesso, piazzole e cavidotto e Stazione Elettrica, con i dovuti accorgimenti tecnici che consentiranno di mantenere intatto il sistema drenante della zona e renderanno le opere in progetto perfettamente compatibili con il sistema idrogeologico della zona.

Si attesta la **PIENA COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA** delle opere in progetto con il reticolo idrografico e con il sistema idrogeologico locale e con l'intero bacino idrogeologico.

11.4. VINCOLI PIANO DI ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO (PAI) – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Si riporta di seguito un'immagine rappresentativa





Inquadramento PAI – Pericolosità Geomorfológica

L'inquadramento del caso studio con il **PAI** aggiornato al 19/11/2019 definisce che:

- I 9 aerogeneratori non risultano insistere su aree vincolate dal punto di vista della pericolosità geomorfologica.
- La Stazione Elettrica non risulta insistere su area vincolata dal punto di vista della pericolosità geomorfologica,

Le strade di accesso ai vari aerogeneratori non risultano insistere su aree vincolate dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, mentre, parte del cavidotto attraversa aree vincolate dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, ma, trattandosi di opere minori e superficiali con i dovuti accorgimenti tecnici che consentiranno di mantenere intatto il sistema drenante della zona e renderanno le opere in progetto perfettamente compatibili con il sistema idrogeologico della zona.

Si illustrano qui di seguito i modelli geologico-geotecnici.

MODELLAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA



Comuni di Atezza, Cupello, Gissi, Scerni

MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO **WTG ATEL-CUP2-GISI-SCE1-SCE2**

CONDIZIONE DI STABILITA':	Aree stabili,, non vi sono segni manifesti di impaludamenti
CARATTERI STRUTTURALI:	, Argille e argille mamosse azzurrognole, compatte, talora a frattura concolide del PLIOGENE INFERIORE
COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA	ZONA 2 (Sismicit� 0.15<PGA< 0.25 g) PERICOLOSITA' DEL SITO = 0.125 <g< 150g
CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	CATEGORIA "B " Depositi di sabbie e ghiaia molto addensate o di argille molto consistenti
CATEGORIA TOPOGRAFICA	T1

p. 4/4

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE

1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO																																																									
LITOLOGIA da 1,50 a 3,50 metri Limi argilloso-sabbiosi con fenomeni di alterazione superficiale	<table border="1"> <tr> <td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</td> <td>Peso dell'unità di volume</td> <td>Y</td> <td>=</td> <td>18.00</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Peso dell'unità di volume Saturo</td> <td>Ysat</td> <td>=</td> <td>18.50</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Angolo di attrito</td> <td>φ'</td> <td>=</td> <td>18.00</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>Coesione drenata</td> <td>c'</td> <td>=</td> <td>5.00</td> <td>KPa</td> </tr> <tr> <td>Coesione non drenata</td> <td>C_u</td> <td>=</td> <td>40.00</td> <td>KPa</td> </tr> <tr> <td>Modulo Edometrico</td> <td>E_{ed}</td> <td>=</td> <td>4.00</td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>Velocità onde S</td> <td>V</td> <td>=</td> <td>382</td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di Poisson</td> <td>ν</td> <td>=</td> <td>0.33</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di Winkler</td> <td>K</td> <td>=</td> <td>19'250</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente tangenziale</td> <td>K_T</td> <td>=</td> <td>15'700</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di rigidezza verticale dinamico</td> <td>K_d</td> <td>=</td> <td>18'500</td> <td>KN/m³</td> </tr> </table>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume	Y	=	18.00	KN/m ³	Peso dell'unit� di volume Saturo	Ysat	=	18.50	KN/m ³	Angolo di attrito	φ'	=	18.00	°	Coesione drenata	c'	=	5.00	KPa	Coesione non drenata	C _u	=	40.00	KPa	Modulo Edometrico	E _{ed}	=	4.00	MPa	Velocit� onde S	V	=	382	m/s	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	19'250	KN/m ³	Coefficiente tangenziale	K _T	=	15'700	KN/m ³	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	18'500	KN/m ³
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume		Y	=	18.00	KN/m ³																																																			
	Peso dell'unit� di volume Saturo		Ysat	=	18.50	KN/m ³																																																			
	Angolo di attrito		φ'	=	18.00	°																																																			
	Coesione drenata		c'	=	5.00	KPa																																																			
	Coesione non drenata		C _u	=	40.00	KPa																																																			
	Modulo Edometrico		E _{ed}	=	4.00	MPa																																																			
	Velocit� onde S		V	=	382	m/s																																																			
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																			
	Coefficiente di Winkler		K	=	19'250	KN/m ³																																																			
	Coefficiente tangenziale	K _T	=	15'700	KN/m ³																																																				
Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	18'500	KN/m ³																																																					
2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO																																																									
LITOLOGIA da 3,50 a 18,00 metri Ciottolame eterodimensionale in abbondante matrice sabbioso-limosa falda a - 10 metri p.c.	<table border="1"> <tr> <td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</td> <td>Peso dell'unità di volume</td> <td>Y</td> <td>=</td> <td>19.50</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Peso dell'unità di volume Saturo</td> <td>Ysat</td> <td>=</td> <td>19.90</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Angolo di attrito</td> <td>φ'</td> <td>=</td> <td>32.00</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>Coesione drenata</td> <td>c'</td> <td>=</td> <td>0.00</td> <td>KPa</td> </tr> <tr> <td>Coesione non drenata</td> <td>C_u</td> <td>=</td> <td>0.00</td> <td>KPa</td> </tr> <tr> <td>Modulo Edometrico</td> <td>E_{ed}</td> <td>=</td> <td>12.00</td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>Velocità onde S</td> <td>V</td> <td>=</td> <td>421</td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di Poisson</td> <td>ν</td> <td>=</td> <td>0.33</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di Winkler</td> <td>K</td> <td>=</td> <td>55'125</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente tangenziale</td> <td>K_T</td> <td>=</td> <td>33'274</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di rigidezza verticale dinamico</td> <td>K_d</td> <td>=</td> <td>44'215</td> <td>KN/m³</td> </tr> </table>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume	Y	=	19.50	KN/m ³	Peso dell'unit� di volume Saturo	Ysat	=	19.90	KN/m ³	Angolo di attrito	φ'	=	32.00	°	Coesione drenata	c'	=	0.00	KPa	Coesione non drenata	C _u	=	0.00	KPa	Modulo Edometrico	E _{ed}	=	12.00	MPa	Velocit� onde S	V	=	421	m/s	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	55'125	KN/m ³	Coefficiente tangenziale	K _T	=	33'274	KN/m ³	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	44'215	KN/m ³
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume		Y	=	19.50	KN/m ³																																																			
	Peso dell'unit� di volume Saturo		Ysat	=	19.90	KN/m ³																																																			
	Angolo di attrito		φ'	=	32.00	°																																																			
	Coesione drenata		c'	=	0.00	KPa																																																			
	Coesione non drenata		C _u	=	0.00	KPa																																																			
	Modulo Edometrico		E _{ed}	=	12.00	MPa																																																			
	Velocit� onde S		V	=	421	m/s																																																			
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																			
	Coefficiente di Winkler		K	=	55'125	KN/m ³																																																			
	Coefficiente tangenziale	K _T	=	33'274	KN/m ³																																																				
Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	44'215	KN/m ³																																																					
3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO																																																									
LITOLOGIA da 18 a 30,00 metri argille mamosse grigio-azzurre	<table border="1"> <tr> <td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</td> <td>Peso dell'unità di volume</td> <td>Y</td> <td>=</td> <td>21.20</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Peso dell'unità di volume Saturo</td> <td>Ysat</td> <td>=</td> <td>21.65</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Angolo di attrito</td> <td>φ'</td> <td>=</td> <td>28.00</td> <td>°</td> </tr> <tr> <td>Coesione drenata</td> <td>c'</td> <td>=</td> <td>35.00</td> <td>KPa</td> </tr> <tr> <td>Coesione non drenata</td> <td>C_u</td> <td>=</td> <td>350.00</td> <td>KPa</td> </tr> <tr> <td>Modulo Edometrico</td> <td>E_{ed}</td> <td>=</td> <td>10.00</td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>Velocità onde S</td> <td>V</td> <td>=</td> <td>527</td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di Poisson</td> <td>ν</td> <td>=</td> <td>0.33</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di Winkler</td> <td>K</td> <td>=</td> <td>61'290</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente tangenziale</td> <td>K_T</td> <td>=</td> <td>37'060</td> <td>KN/m³</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di rigidezza verticale dinamico</td> <td>K_d</td> <td>=</td> <td>42'711</td> <td>KN/m³</td> </tr> </table>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume	Y	=	21.20	KN/m ³	Peso dell'unit� di volume Saturo	Ysat	=	21.65	KN/m ³	Angolo di attrito	φ'	=	28.00	°	Coesione drenata	c'	=	35.00	KPa	Coesione non drenata	C _u	=	350.00	KPa	Modulo Edometrico	E _{ed}	=	10.00	MPa	Velocità onde S	V	=	527	m/s	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	61'290	KN/m ³	Coefficiente tangenziale	K _T	=	37'060	KN/m ³	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	42'711	KN/m ³
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume		Y	=	21.20	KN/m ³																																																			
	Peso dell'unit� di volume Saturo		Ysat	=	21.65	KN/m ³																																																			
	Angolo di attrito		φ'	=	28.00	°																																																			
	Coesione drenata		c'	=	35.00	KPa																																																			
	Coesione non drenata		C _u	=	350.00	KPa																																																			
	Modulo Edometrico		E _{ed}	=	10.00	MPa																																																			
	Velocit� onde S		V	=	527	m/s																																																			
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																			
	Coefficiente di Winkler		K	=	61'290	KN/m ³																																																			
	Coefficiente tangenziale	K _T	=	37'060	KN/m ³																																																				
Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	42'711	KN/m ³																																																					
TIPO di fondazioni consigliate	Pali diametro 1200 mm, lunghezza 25 metri - numero di pali e loro disposizione e per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista																																																								

Comune di **Cupello**

MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO WTG CUP1

CONDIZIONE DI STABILITA':	Aree stabili,, non vi sono segni manifesti di impaludamenti
CARATTERI STRUTTURALI:	. Argille e argille marnose azzurrognole, compatte, talora a frattura concoide del PLIOCENE INFERIORE
COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA	ZONA 2 (Sismicit� 0.15<PGA< 0.25 g) PERICOLOSITA' DEL SITO = 0.125 <g< 150g
CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	CATEGORIA "C " Depositi di sabbie e ghiaia mediamente addensate o di argille mediamente consistenti Vs30 uguale a 280.8 m/s
CATEGORIA TOPOGRAFICA	T1

p. 1/1

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE

1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO

LITOLOGIA da 0,00 a 5.00 metri Limi argilloso-sabbiosi con fenomeni di alterazione superficiale	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume	Y	=	17.50	KN/m ³
		Peso dell'unit� di volume Saturo	Y _{sat}	=	18.60	KN/m ³
		Angolo di attrito	φ'	=	17.00	°
		Coesione drenata	c'	=	5.00	KPa
		Coesione non drenata	C _u	=	40.00	KPa
		Modulo Edometrico	E _{ed}	=	4.00	MPa
		Velocit� onde S	V	=	144	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.48	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	19'050	KN/m ³
		Coefficiente tangenziale	K _τ	=	15'215	KN/m ³
		Coefficiente di rigidit� verticale dinamico	K _d	=	17'400	KN/m ³

2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO

LITOLOGIA da 5.00 a 18.00 metri Argilla sabbiosa di colore grigio giallastro te matrice sabbioso-limosa falda a - 5 metri p.c.	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume	Y	=	19.50	KN/m ³
		Peso dell'unit� di volume Saturo	Y _{sat}	=	19.90	KN/m ³
		Angolo di attrito	φ'	=	32.00	°
		Coesione drenata	c'	=	0.00	KPa
		Coesione non drenata	C _u	=	0.00	KPa
		Modulo Edometrico	E _{ed}	=	12.00	MPa
		Velocit� onde S	V	=	315	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.48	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	55'125	KN/m ³
		Coefficiente tangenziale	K _τ	=	33'274	KN/m ³
		Coefficiente di rigidit� verticale dinamico	K _d	=	44'215	KN/m ³

3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO

LITOLOGIA da 18 a 30.00 metri argille marnose grigio-azzurre	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume	Y	=	21.20	KN/m ³
		Peso dell'unit� di volume Saturo	Y _{sat}	=	21.65	KN/m ³
		Angolo di attrito	φ'	=	28.00	°
		Coesione drenata	c'	=	35.00	KPa
		Coesione non drenata	C _u	=	350.00	KPa
		Modulo Edometrico	E _{ed}	=	10.00	MPa
		Velocit� onde S	V	=	348	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.48	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	61'290	KN/m ³
		Coefficiente tangenziale	K _τ	=	37'060	KN/m ³
		Coefficiente di rigidit� verticale dinamico	K _d	=	42'711	KN/m ³

TIPO di fondazioni consigliate Pali diametro 1200 mm, lunghezza 25 metri - numero di pali e loro disposizione e per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista



Comune di MONTEODORISIO E SCERNI

MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO WTG SCE3 e MOD1

CONDIZIONE DI STABILITA':	Aree stabili, non vi sono segni di movimenti franosi in atto o potenziali e segni manifesti di Impaludamenti
CARATTERI STRUTTURALI:	, Argille e argille mamose azzurrognole, compatte, talora a frattura concolide del PLIOGENE INFERIORE
COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA	ZONA 2 (Sismicit� 0.15<PGA< 0.25 g) PERICOLOSITA' DEL SITO = 0.126 <g< 160g
CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	CATEGORIA "C " Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille mediamente consistenti Vs30 uguale a 343.8 m/s
CATEGORIA TOPOGRAFICA	T1

p. 1/1

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE GEOTECNICHE AL DI SOTTO DELLA COPERTURA SUPERFICIALE

1° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL PRIMO LIVELLO

LITOLOGIA da 0,00 a 4.50 metri	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume	Y	=	17.50	KN/m ³
Terreni alluvionali costituiti da ghiaie sabbiose con intercalazioni di paleosuoli nerastri falda - 4.0 m		Peso dell'unit� di volume Saturo	Ysat	=	18.60	KN/m ³
		Angolo di attrito	ϕ'	=	17.00	°
		Coesione drenata	c'	=	5.00	KPa
		Coesione non drenata	C _u	=	40.00	KPa
		Modulo Edometrico	E _{ed}	=	4.00	MPa
		Velocit� onde S	V	=	231	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.49	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	19'050	KN/m ³
		Coefficiente tangenziale	K _t	=	15'215	KN/m ³
Coefficiente di rigidit� verticale dinamico	K _d	=	17'400	KN/m ³		

2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO

LITOLOGIA da 4.50 a 17.00 metri	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume	Y	=	19.50	KN/m ³
Argilla sabbiosa di colore grigio giallastro te matrice sabbioso-limosa falda a - 5 metri p.c.		Peso dell'unit� di volume Saturo	Ysat	=	19.90	KN/m ³
		Angolo di attrito	ϕ'	=	32.00	°
		Coesione drenata	c'	=	0.00	KPa
		Coesione non drenata	C _u	=	0.00	KPa
		Modulo Edometrico	E _{ed}	=	12.00	MPa
		Velocit� onde S	V	=	346	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.47	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	55'125	KN/m ³
		Coefficiente tangenziale	K _t	=	33'274	KN/m ³
Coefficiente di rigidit� verticale dinamico	K _d	=	44'215	KN/m ³		

3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO

LITOLOGIA da 17 a 30.00 metri	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unit� di volume	Y	=	20.20	KN/m ³
argille mamose grigio-azzurre		Peso dell'unit� di volume Saturo	Ysat	=	21.05	KN/m ³
		Angolo di attrito	ϕ'	=	26.00	°
		Coesione drenata	c'	=	25.00	KPa
		Coesione non drenata	C _u	=	200.00	KPa
		Modulo Edometrico	E _{ed}	=	8.00	MPa
		Velocit� onde S	V	=	408	m/s
		Coefficiente di Poisson	ν	=	0.47	-
		Coefficiente di Winkler	K	=	55'215	KN/m ³
		Coefficiente tangenziale	K _t	=	39'265	KN/m ³
Coefficiente di rigidit� verticale dinamico	K _d	=	44'249	KN/m ³		

TIPO di fondazioni con:ugliste Pali diametro 1200 mm, lunghezza 25 metri - numero di pali e loro disposizione e per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista



Comune di FURCI AEROGENERATORI FURI

CONDIZIONE DI STABILITA':	Area con pendenze media del 13.8-14% verso EST non vi sono segni manifesti di movimenti franosi superficiali Unità tettoniche dalle più antiche alle più recenti Unità tettonica argille varicolori (Av) L'area di intervento incide essenzialmente sull'unità tettonica delle argille varicolori, alternanze di argille, argille ciliocce e argilliti
COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA	ZONA 2 (Sismicità 0.15<PGA<= 0.25 g)
definito nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006	PERICOLOSITA' DEL SITO 0.160<PGA<= 0.175 g
CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	CATEGORIA "B" Depositi di sabbie e ghiaie addensate o di argille molto consistenti Vs30 = 386,1 m/s ;

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE

LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL I LIVELLO, al di sotto della copertura vegetale																																																																								
LITOLOGIA da 0,00 a 3,50 metri Limo sabbioso argilloso grigio-giallastro, plastico, con venature rossastre, a struttura caotica.	<table border="1"> <tr><td rowspan="12" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</td><td>Peso dell'unità di volume</td><td>Y</td><td>=</td><td>17.900</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Peso dell'unità di volume Saturo</td><td>Y_{sat}</td><td>=</td><td>18.500</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Angolo di attrito (da prove di taglio diretto)</td><td>φ'</td><td>=</td><td>18.00</td><td></td></tr> <tr><td>Coesione drenata (da prove di taglio diretto)</td><td>c'</td><td>=</td><td>10.00</td><td></td></tr> <tr><td>Angolo di attrito (da prove di taglio diretto residuo)</td><td>φ'_r</td><td>=</td><td>16.00</td><td>°</td></tr> <tr><td>Coesione drenata (da prove di taglio diretto residuo)</td><td>c'_r</td><td>=</td><td>0.29</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Coesione non drenata</td><td>C_u</td><td>=</td><td>40.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Modulo Edometrico</td><td>E_{ed}</td><td>=</td><td>4.00</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>Velocità onde S</td><td>V</td><td>=</td><td>247.00</td><td>m/s</td></tr> <tr><td>Modulo di Taglio</td><td>G</td><td>=</td><td>40</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Poisson</td><td>ν</td><td>=</td><td>0.33</td><td>-</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Winkler</td><td>K</td><td>=</td><td>21'574</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Coefficiente tangenziale</td><td>K_r</td><td>=</td><td>17'259</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Coefficiente di rigidezza verticale dinamico</td><td>K_d</td><td>=</td><td>19'907</td><td>KN/m³</td></tr> </table>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume	Y	=	17.900	KN/m ³	Peso dell'unità di volume Saturo	Y _{sat}	=	18.500	KN/m ³	Angolo di attrito (da prove di taglio diretto)	φ'	=	18.00		Coesione drenata (da prove di taglio diretto)	c'	=	10.00		Angolo di attrito (da prove di taglio diretto residuo)	φ' _r	=	16.00	°	Coesione drenata (da prove di taglio diretto residuo)	c' _r	=	0.29	KPa	Coesione non drenata	C _u	=	40.00	KPa	Modulo Edometrico	E _{ed}	=	4.00	MPa	Velocità onde S	V	=	247.00	m/s	Modulo di Taglio	G	=	40	MPa	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	21'574	KN/m ³	Coefficiente tangenziale	K _r	=	17'259	KN/m ³	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	19'907	KN/m ³
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume		Y	=	17.900	KN/m ³																																																																		
	Peso dell'unità di volume Saturo		Y _{sat}	=	18.500	KN/m ³																																																																		
	Angolo di attrito (da prove di taglio diretto)		φ'	=	18.00																																																																			
	Coesione drenata (da prove di taglio diretto)		c'	=	10.00																																																																			
	Angolo di attrito (da prove di taglio diretto residuo)		φ' _r	=	16.00	°																																																																		
	Coesione drenata (da prove di taglio diretto residuo)		c' _r	=	0.29	KPa																																																																		
	Coesione non drenata		C _u	=	40.00	KPa																																																																		
	Modulo Edometrico		E _{ed}	=	4.00	MPa																																																																		
	Velocità onde S		V	=	247.00	m/s																																																																		
	Modulo di Taglio		G	=	40	MPa																																																																		
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																																		
	Coefficiente di Winkler	K	=	21'574	KN/m ³																																																																			
Coefficiente tangenziale	K _r	=	17'259	KN/m ³																																																																				
Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	19'907	KN/m ³																																																																				
2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO																																																																								
LITOLOGIA da 3,50 a 13,00 metri Argilla marnosa scistosa di colore avana con venature bluastre, alternate a livelletti di marna dello stesso colore falda rivenuta a - 5.0 metri dal p.c.	<table border="1"> <tr><td rowspan="12" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</td><td>Peso dell'unità di volume</td><td>Y</td><td>=</td><td>18.60</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Peso dell'unità di volume Saturo</td><td>Y_{sat}</td><td>=</td><td>19.15</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Angolo di attrito</td><td>φ'</td><td>=</td><td>24.00</td><td>°</td></tr> <tr><td>Coesione drenata</td><td>c'</td><td>=</td><td>15.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Coesione non drenata</td><td>C_u</td><td>=</td><td>75.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Modulo Edometrico</td><td>E_{ed}</td><td>=</td><td>18.50</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>Velocità onde S</td><td>V</td><td>=</td><td>489</td><td>m/s</td></tr> <tr><td>Modulo di Taglio</td><td>G</td><td>=</td><td>1'187</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Poisson</td><td>ν</td><td>=</td><td>0.33</td><td>-</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Winkler</td><td>K</td><td>=</td><td>42334</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Coefficiente tangenziale</td><td>K_r</td><td>=</td><td>31113</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Coefficiente di rigidezza verticale dinamico</td><td>K_d</td><td>=</td><td>35823</td><td>KN/m³</td></tr> </table>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume	Y	=	18.60	KN/m ³	Peso dell'unità di volume Saturo	Y _{sat}	=	19.15	KN/m ³	Angolo di attrito	φ'	=	24.00	°	Coesione drenata	c'	=	15.00	KPa	Coesione non drenata	C _u	=	75.00	KPa	Modulo Edometrico	E _{ed}	=	18.50	MPa	Velocità onde S	V	=	489	m/s	Modulo di Taglio	G	=	1'187	MPa	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	42334	KN/m ³	Coefficiente tangenziale	K _r	=	31113	KN/m ³	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	35823	KN/m ³										
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume		Y	=	18.60	KN/m ³																																																																		
	Peso dell'unità di volume Saturo		Y _{sat}	=	19.15	KN/m ³																																																																		
	Angolo di attrito		φ'	=	24.00	°																																																																		
	Coesione drenata		c'	=	15.00	KPa																																																																		
	Coesione non drenata		C _u	=	75.00	KPa																																																																		
	Modulo Edometrico		E _{ed}	=	18.50	MPa																																																																		
	Velocità onde S		V	=	489	m/s																																																																		
	Modulo di Taglio		G	=	1'187	MPa																																																																		
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																																		
	Coefficiente di Winkler		K	=	42334	KN/m ³																																																																		
	Coefficiente tangenziale		K _r	=	31113	KN/m ³																																																																		
	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	35823	KN/m ³																																																																			
3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO																																																																								
LITOLOGIA da 13,00 a 30,00 metri Argilla marnosa grigio bluastro con livelletti di marna dello stesso colore	<table border="1"> <tr><td rowspan="12" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</td><td>Peso dell'unità di volume</td><td>Y_{med}</td><td>=</td><td>21.000</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Peso dell'unità di volume Saturo</td><td>Y_{sat}</td><td>=</td><td>21.580</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Angolo di attrito</td><td>φ'_{med}</td><td>=</td><td>27.00</td><td>°</td></tr> <tr><td>Coesione drenata</td><td>c'_{med}</td><td>=</td><td>25.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Coesione non drenata</td><td>C_u</td><td>=</td><td>524.00</td><td>KPa</td></tr> <tr><td>Modulo Edometrico</td><td>E_{ed}</td><td>=</td><td>18.10</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>Velocità onde S</td><td>V</td><td>=</td><td>490</td><td>m/s</td></tr> <tr><td>Modulo di Taglio</td><td>G</td><td>=</td><td>2'221</td><td>MPa</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Poisson</td><td>ν</td><td>=</td><td>0.33</td><td>-</td></tr> <tr><td>Coefficiente di Winkler</td><td>K</td><td>=</td><td>80007</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Coefficiente tangenziale</td><td>K_r</td><td>=</td><td>55590</td><td>KN/m³</td></tr> <tr><td>Coefficiente di rigidezza verticale dinamico</td><td>K_d</td><td>=</td><td>64006</td><td>KN/m³</td></tr> </table>	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume	Y _{med}	=	21.000	KN/m ³	Peso dell'unità di volume Saturo	Y _{sat}	=	21.580	KN/m ³	Angolo di attrito	φ' _{med}	=	27.00	°	Coesione drenata	c' _{med}	=	25.00	KPa	Coesione non drenata	C _u	=	524.00	KPa	Modulo Edometrico	E _{ed}	=	18.10	MPa	Velocità onde S	V	=	490	m/s	Modulo di Taglio	G	=	2'221	MPa	Coefficiente di Poisson	ν	=	0.33	-	Coefficiente di Winkler	K	=	80007	KN/m ³	Coefficiente tangenziale	K _r	=	55590	KN/m ³	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	64006	KN/m ³										
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Peso dell'unità di volume		Y _{med}	=	21.000	KN/m ³																																																																		
	Peso dell'unità di volume Saturo		Y _{sat}	=	21.580	KN/m ³																																																																		
	Angolo di attrito		φ' _{med}	=	27.00	°																																																																		
	Coesione drenata		c' _{med}	=	25.00	KPa																																																																		
	Coesione non drenata		C _u	=	524.00	KPa																																																																		
	Modulo Edometrico		E _{ed}	=	18.10	MPa																																																																		
	Velocità onde S		V	=	490	m/s																																																																		
	Modulo di Taglio		G	=	2'221	MPa																																																																		
	Coefficiente di Poisson		ν	=	0.33	-																																																																		
	Coefficiente di Winkler		K	=	80007	KN/m ³																																																																		
	Coefficiente tangenziale		K _r	=	55590	KN/m ³																																																																		
	Coefficiente di rigidezza verticale dinamico	K _d	=	64006	KN/m ³																																																																			
TIPO di fondazioni consigliate	Fondazioni su pali di lunghezza pari a 25 metri e diametro 1200 mm per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista																																																																							



Comune di Fresagrandinaria SOTTOSTAZIONE ELETTRICA SSE

CONDIZIONE DI STABILITA':

Area con doppia pendenza, del 9.5% verso EST e dell'1% verso SUD

non vi sono segni manifesti di movimenti franosi superficiali

Unità tettoniche dalle più antiche alle più recenti

Unità tettonica argille varicolori (Av)

L'area di intervento insiste essenzialmente sull'unità tettonica delle

argille varicolori, alternanze di argille, argille ciliose e argilliti

COEFFICIENTE D'INTENSITA' SISMICA

ZONA 2 (Sismicità 0.15<PGA<= 0.25 g)

definito nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006

PERICOLOSITA' DEL SITO 0.160<PGA<= 0.176 g

CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

CATEGORIA "B" Depositi di sabbie e ghiaie addensate o di argille

molto consistenti

V_{s30} = 386,1 m/s ;

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE

LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL I LIVELLO, al di sotto della copertura vegetale

LITOLOGIA da 0,00 a 3,50 metri

Limo sabbioso argilloso grigio-giallastro, plastico, con venature rossastre, a struttura caotica.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Peso dell'unità di volume	Y	=	17.900	KN/m ³
Peso dell'unità di volume Saturo	Y _{sat}	=	18.500	KN/m ³
Angolo di attrito (da prove di taglio diretto)	φ'	=	18.00	
Coesione drenata (da prove di taglio diretto)	c'	=	10.00	
Angolo di attrito (da prove di taglio diretto residuo)	φ' _r	=	16.00	°
Coesione drenata (da prove di taglio diretto residuo)	c' _r	=	0.29	KPa
Coesione non drenata	C _u	=	40.00	KPa
Modulo Edometrico	E _{ed}	=	4.00	MPa
Velocità onde S	V	=	247.00	m/s
Modulo di Taglio	G	=	40	MPa
Coefficiente di Poisson	ν	=	0.49	-
Coefficiente di Winkler	K	=	21'574	KN/m ³
Coefficiente tangenziale	K _T	=	17'259	KN/m ³
Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K _d	=	19'907	KN/m ³

2° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL SECONDO LIVELLO

LITOLOGIA da 3,50 a 13,00 metri

Argilla mamosa scistosa di colore avana con venature bluastre, alternate a livelletti di mame dello stesso colore
 falda rivenuta a - 5.0 metri dal p.c.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Peso dell'unità di volume	Y	=	18.60	KN/m ³
Peso dell'unità di volume Saturo	Y _{sat}	=	19.15	KN/m ³
Angolo di attrito	φ'	=	24.00	°
Coesione drenata	c'	=	15.00	KPa
Coesione non drenata	C _u	=	75.00	KPa
Modulo Edometrico	E _{ed}	=	18.50	MPa
Velocità onde S	V	=	489	m/s
Modulo di Taglio	G	=	1'187	MPa
Coefficiente di Poisson	ν	=	0.43	-
Coefficiente di Winkler	K	=	42334	KN/m ³
Coefficiente tangenziale	K _T	=	31113	KN/m ³
Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K _d	=	35823	KN/m ³

3° LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE RELATIVE AL TERZO LIVELLO

LITOLOGIA da 13,00 a 30,00 metri

Argilla mamosa grigio bluastro con livelletti di mame dello stesso colore

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Peso dell'unità di volume	Y _{med}	=	21.000	KN/m ³
Peso dell'unità di volume Saturo	Y _{sat}	=	21.580	KN/m ³
Angolo di attrito	φ' _{med}	=	27.00	°
Coesione drenata	c' _{med}	=	25.00	KPa
Coesione non drenata	C _u	=	524.00	KPa
Modulo Edometrico	E _{ed}	=	18.10	MPa
Velocità onde S	V	=	490	m/s
Modulo di Taglio	G	=	2'221	MPa
Coefficiente di Poisson	ν	=	0.39	-
Coefficiente di Winkler	K	=	80007	KN/m ³
Coefficiente tangenziale	K _T	=	55590	KN/m ³
Coefficiente di rigidità verticale dinamico	K _d	=	64006	KN/m ³

TIPO di fondazioni consigliate

Fondazioni superficiali su platea armata ad una profondità di 1.50 m
 per ogni altre ulteriori valutazioni e considerazioni si rimanda al tecnico progettista



CONCLUSIONI

Nel seguito vengono illustrate nel dettaglio le opere progettuali

FONDAZIONI AEROGENERATORI

Fondazioni del tipo Plinto su pali della lunghezza di metri 25 e diametro 1200 mm come dai seguenti modelli geologico-geotecnici ↓.

CAVIDOTTO

Il tracciato in progetto impegna terreni che presentano problematiche diverse dal punto di vista geologico. Esso si sviluppa in terreni dove è possibile la presenza di una falda superficiale anche al disopra dei 2 metri dal piano campagna. Durante le operazioni di scavo per la posa in opera dei cavi elettrici, gli addetti ai lavori dovranno procedere sempre con cautela in quanto trattasi di terreni incoerenti che potrebbero dar luogo a smottamenti e rifluimenti e mettere in pericolo l'incolumità degli stessi.

La posa in opera dei cavi sarà effettuata sul fondo dello scavo, ad una profondità di -1.50 metri p.c., spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare cavi e rivestimenti.

Per il letto di posa del primo rinterro si dovrà utilizzare materiale diverso da quello proveniente dallo scavo. Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temono assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

Il rinterro parziale verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi previa accurata selezione o diversamente da cave di prestito con opportuna pezzatura al fine di non danneggiare sia i cavi che gli eventuali rivestimenti.

Il materiale di riempimento dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali.

Il rinterro definitivo avverrà impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

A rinterro ultimato si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si dovessero manifestare assestamenti.

La **conduttività elettrica** di questi terreni nei loro primi metri di spessore è dell'ordine di circa 150-200 Ωm A

FONDAZIONI STAZIONE MT/AT

Le fondazioni saranno del tipo platea armata, ubicate ad una profondità di m -2,00 p.c

Da quanto innanzi esposto si possono trarre le seguenti considerazioni e le verifiche ai singoli aspetti esaminati.

LITOLOGIA

Sotto il profilo litologico, la zona non appare interessata da anomalie che possano interrompere il quadro statico globale.

Per quanto riguarda le prescrizioni relativi ai terreni di fondazione si fa esplicito riferimento alle "Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno" e dalle disposizioni vigenti, in particolare dal D.M. 11.3.1988 ed eventuali sue successive modifiche e integrazioni. e **D.M. 17/01/2018**.



MORFOLOGIA e RISCHIO IDROGEOLOGICO

Non si rilevano fenomeni suscettibili di modificare in tempi brevi la situazione attuale, l'area in studio, ricade in zona stabile; non esistono movimenti franosi in atto e/o potenziali, nè pericoli di alluvioni e/o impaludamenti

In relazione agli aspetti geomorfologici relativi a possibili dissesti superficiali e profondi, non si evidenziano situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta **globalmente stabile**;

- che le opere di che trattasi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo

Dal punto di vista idrogeologico non sussistono fenomeni e processi morfoevolutivi di tipo erosivo in atto né potenziali.

- Le opere previste in progetto non interferiscono in modo sostanziale con il regime delle acque superficiali, di infiltrazione o di falda, e quindi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo;
- Tutti i lavori di cui sopra, dovranno svolgersi nel rispetto delle indicazioni della presente relazione, ed in tale ottica si esprime parere favorevole alla fattibilità degli interventi progettati, attestando la coerenza e compatibilità geologica, idrogeomorfologica, geotecnica e sismica.

Nella fase di **Studio Geologico esecutivo** si eseguiranno dettagliate indagini geognostiche con la esecuzione di indagini sismiche (tomografie e Masw) una per ogni aerogeneratore e di n. 9 sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio continuo spinti fino a 35 metri, con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio per tutti gli aerogeneratori, mentre per la SSE saranno sufficienti n. 2 Sondaggi meccanici a rotazione spinti fino alla profondità di metri 15 con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio, una tomografia sismica ed una MASW

Si può pertanto concludere che non esistono **preclusioni di ordine geologico-tecnico-idrogeologico e sismico** alla realizzazione del Parco Eolico costituito da n. 9 aerogeneratori ed opere connesse.

Tanto dovevasi per l'espletamento dell'incarico ricevuto

Lucera dicembre 2023

Il geologo

dott. Matteo Di Carlo

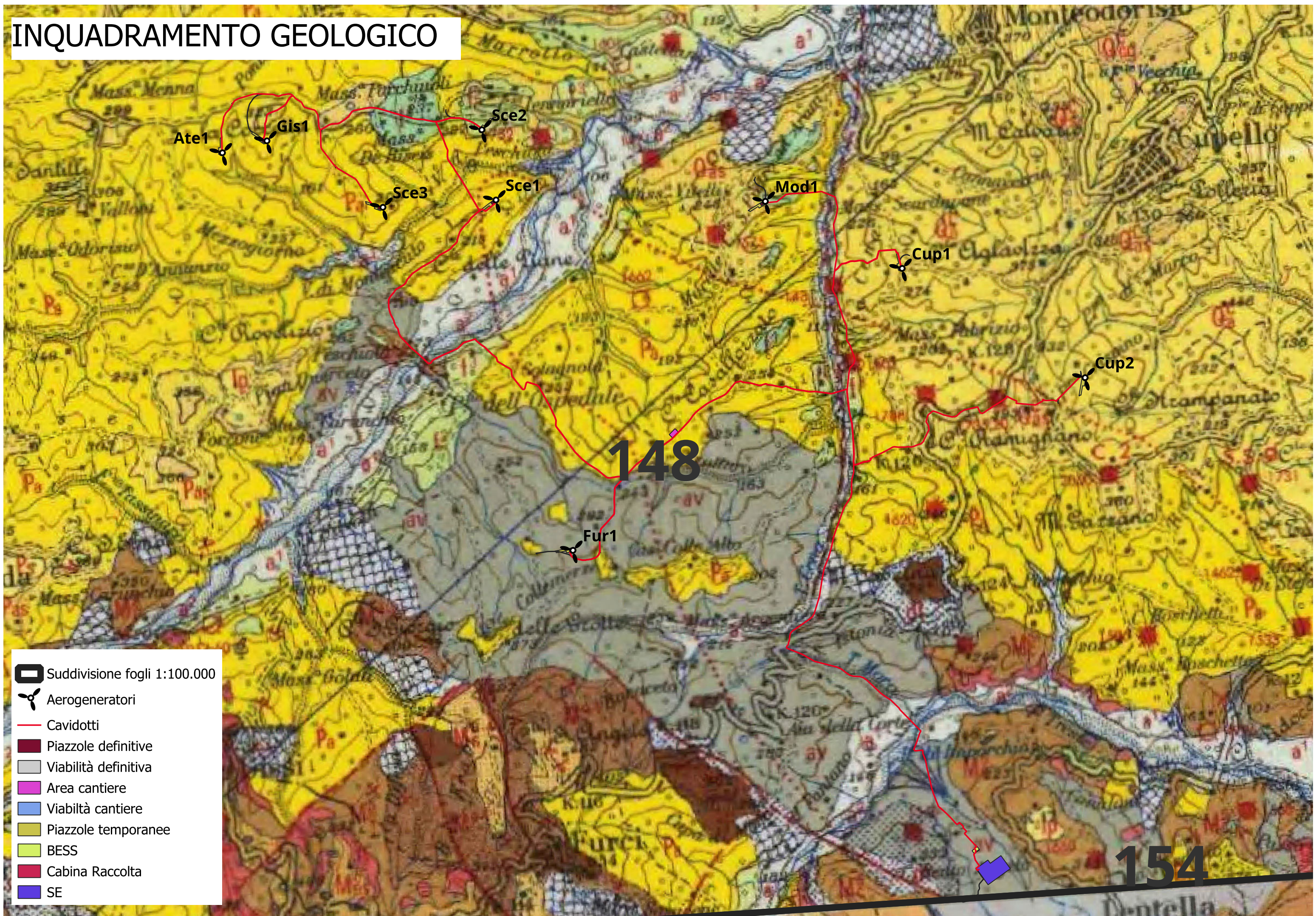


ELENCO ALLEGATI

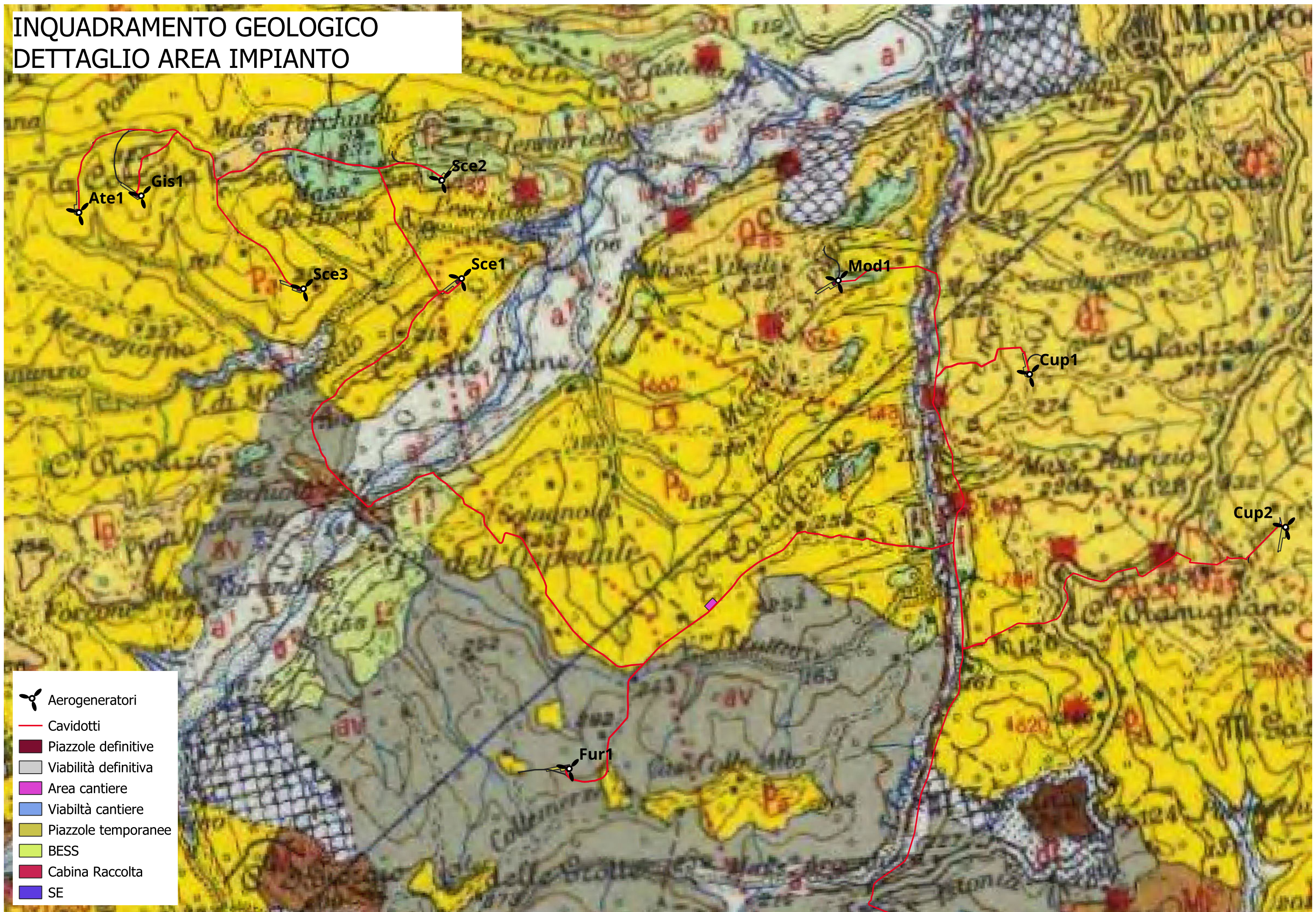
- MODELLAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
- INDAGINI GEOFISICHE
- INQUADRAMENTO GEOLOGICO
- INQUARAMENTO PAI – PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA
- INQUARAMENTO PAI – PERICOLOSITÀ IDRAULICA
- INQUARAMENTO PAI – RETICOLO IDROGRAFICO



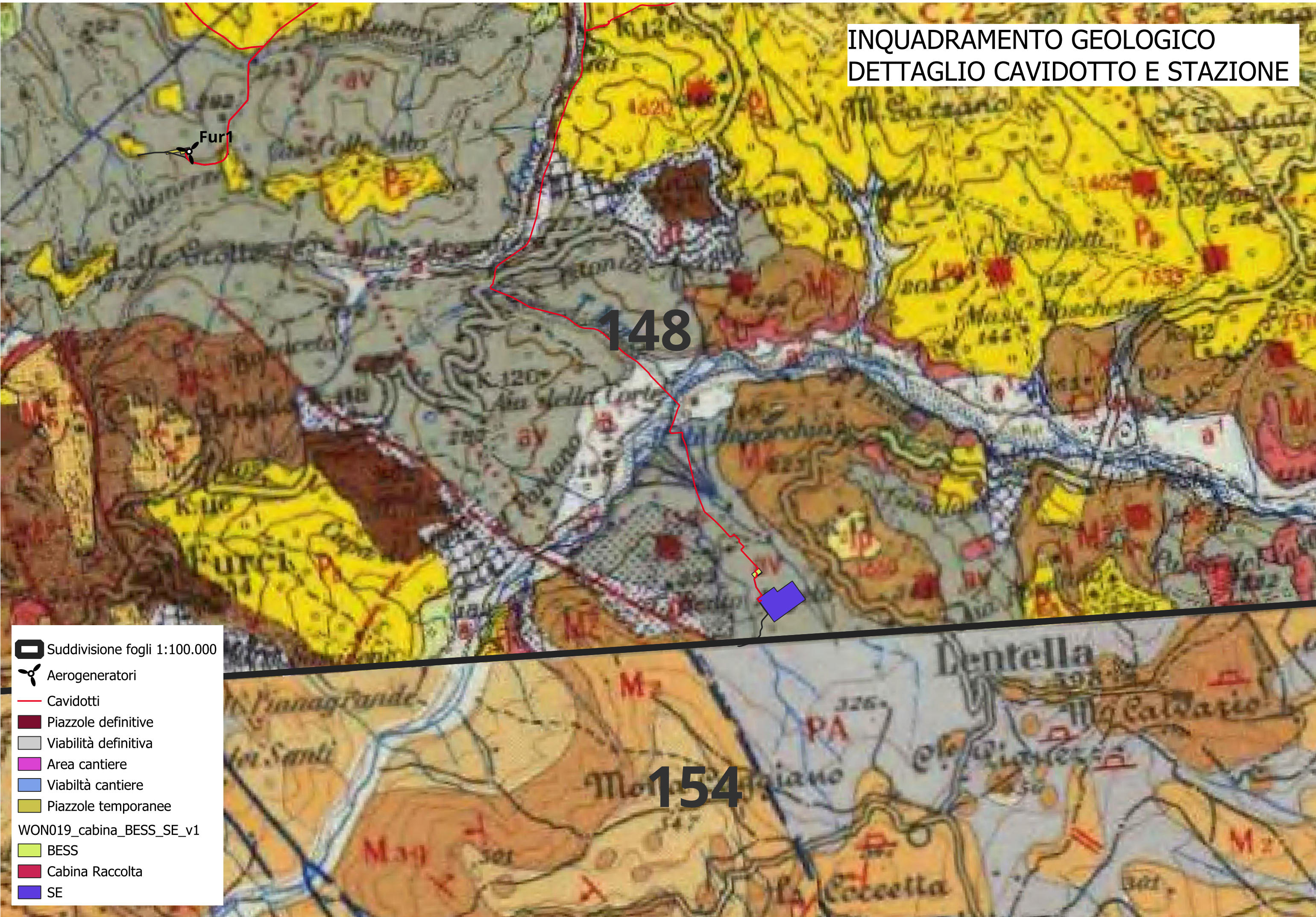
INQUADRAMENTO GEOLOGICO



INQUADRAMENTO GEOLOGICO DETTAGLIO AREA IMPIANTO

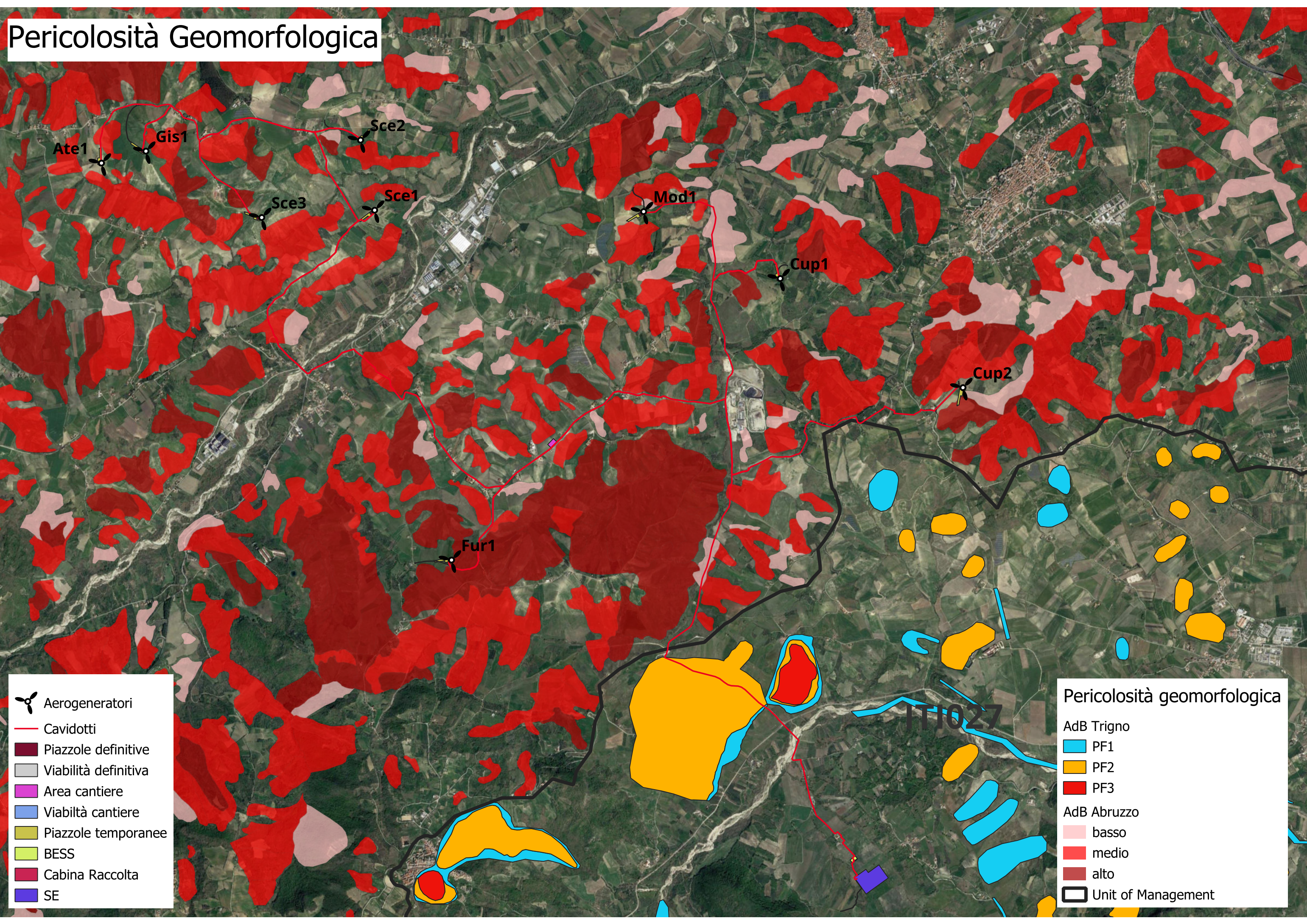


INQUADRAMENTO GEOLOGICO DETTAGLIO CAVIDOTTO E STAZIONE



- Suddivisione fogli 1:100.000
- Aerogeneratori
- Cavidotti
- Piazzole definitive
- Viabilità definitiva
- Area cantiere
- Viabilità cantiere
- Piazzole temporanee
- WON019_cabina_BESS_SE_v1
 - BESS
 - Cabina Raccolta
 - SE

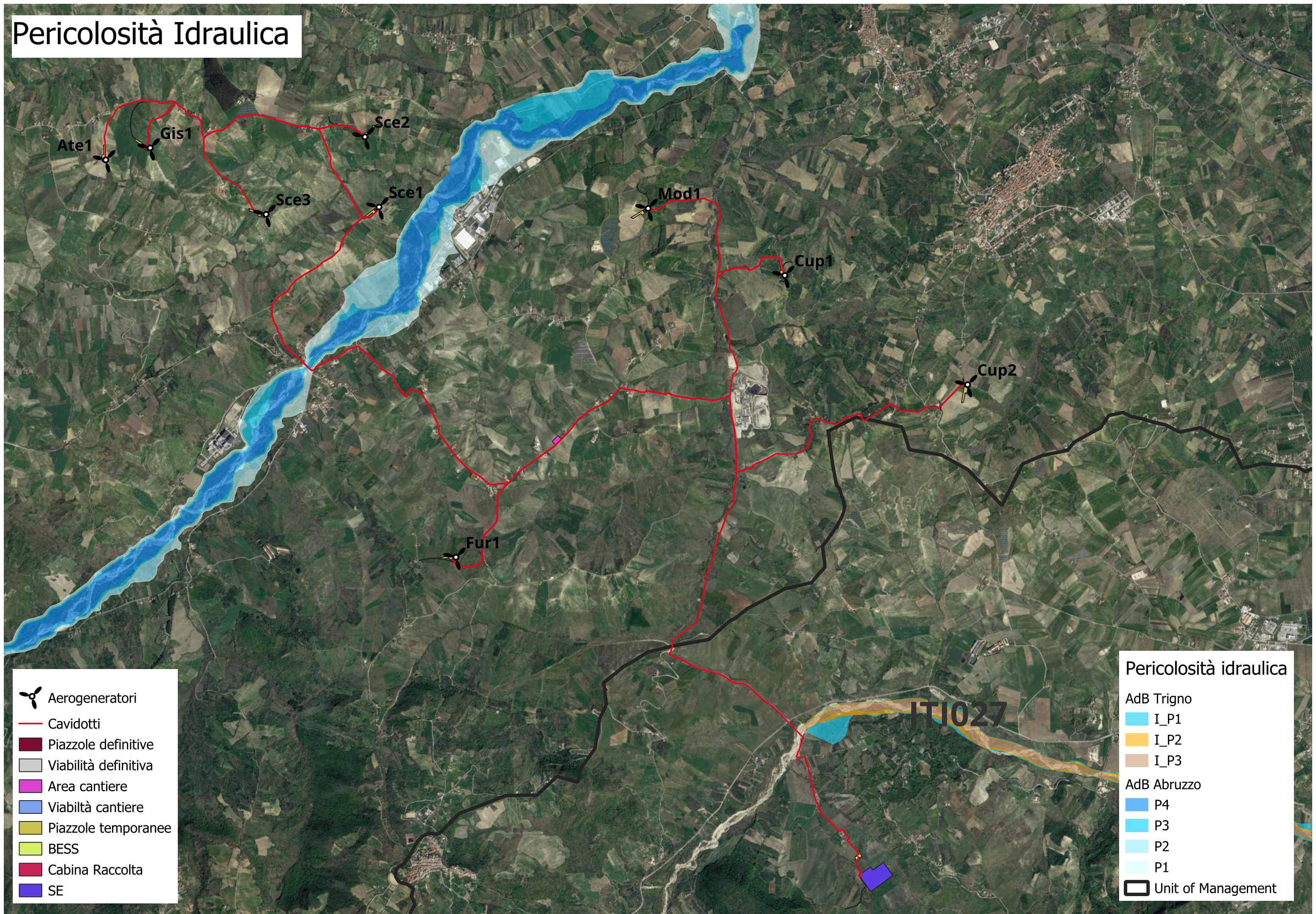
Pericolosità Geomorfologica



- Aerogeneratori
- Cavidotti
- Piazzole definitive
- Viabilità definitiva
- Area cantiere
- Viabilità cantiere
- Piazzole temporanee
- BESS
- Cabina Raccolta
- SE

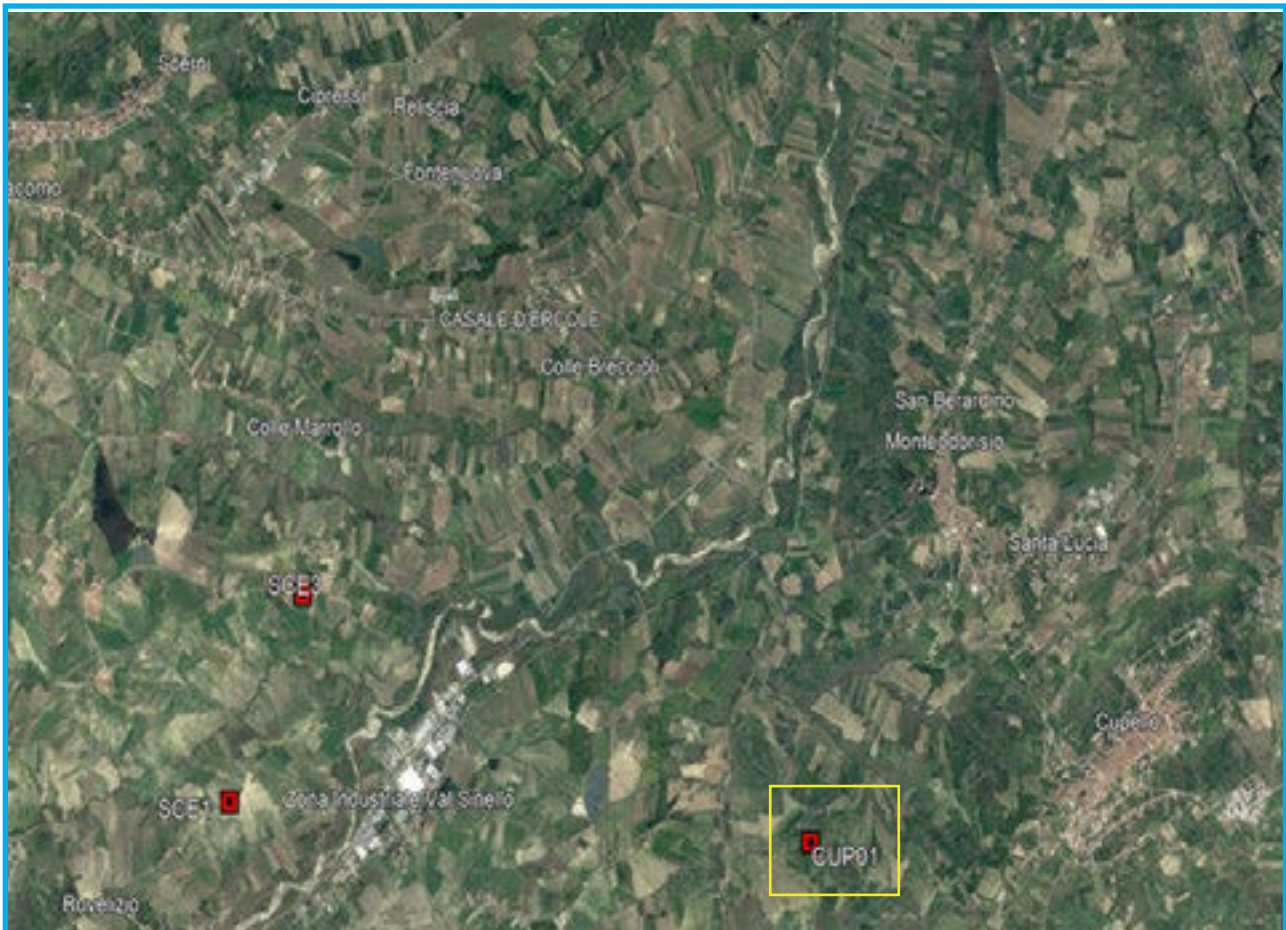
- ### Pericolosità geomorfologica
- AdB Trigno**
 - PF1
 - PF2
 - PF3
 - AdB Abruzzo**
 - basso
 - medio
 - alto
 - Unit of Management

Pericolosità Idraulica



TOMOGRAFIA PRSE 861

**OGGETTO: PARCO EOLICO CUPELLO-SCERNI-FURCI
COMMITTENZA: FURCI COLLECHIESI S.R.L.**



TOMOGRAFIA PRSE 861

LA SISMICA A RIFRAZIONE

Come noto, la sismica a rifrazione utilizza le onde acustiche nei corpi solidi, ricorrendo per l'energizzazione ad un martello percussore, una massa battente oppure una piccola carica esplosiva.

Le onde sismiche (sonore) viaggiano nel sottosuolo a differente velocità a seconda dei litotipi attraversati e subiscono lungo le superfici di discontinuità geologica i fenomeni della riflessione, rifrazione e diffrazione. Le superfici di confine degli strati geologici, caratterizzati da una differenza di velocità tra lo strato superiore (V_1) e lo strato ad esso sottostante (V_2), producono dei raggi rifratti che viaggeranno parallelamente alla superficie di discontinuità (con la stessa velocità dello strato "più veloce") rifrangendo continuamente verso l'alto (quindi verso lo strato "più lento") energia elastica.

Una delle condizioni principali per l'applicazione del metodo della sismica a rifrazione è che la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenti con la profondità ($V_1 < V_2$). Un altro requisito indispensabile per il buon funzionamento di questa metodologia è che gli strati posseggano uno spessore sufficiente per essere rilevati; in caso contrario occorre aumentare il numero di geofoni e diminuirne la spaziatura.

L'energia rifratta che ritorna alla superficie viene misurata utilizzando dei geofoni.

Attraverso lo studio dei tempi di percorso e, quindi, delle velocità si può risalire alla disposizione geometrica ed alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nella zona di indagine. È buona norma commisurare l'intensità dell'energizzazione alla lunghezza dello stendimento e, quando possibile, utilizzare le opzioni di controllo automatico del guadagno. Diversamente i primi arrivi potrebbero essere difficili da riconoscere sia per l'eccessiva debolezza del segnale (geofoni lontani dal punto di scoppio) sia per la possibile saturazione dei geofoni più vicini.

IL COMPORTAMENTO SISMICO DELLE ONDE P

Le onde P sono anche chiamate Onde "Primarie" in quanto si propagano nel mezzo attraversato con maggiore velocità rispetto alle altre onde. Nelle onde P le particelle che costituiscono il mezzo attraversato vengono spostate nello stesso senso di propagazione dell'onda: in questo caso in senso radiale. Quindi, il materiale si estende e si comprime con il propagarsi dell'onda.

Le onde P viaggiano attraverso il terreno in modo analogo a quello delle onde sonore attraverso l'aria e la velocità con la quale si propagano in un mezzo dipende dalle proprietà fisiche (cioè rigidità, densità, saturazione) e dal grado di omogeneità del terreno. Dalla sorgente di energizzazione viene emanato un "treno d'onda" i cui segnali saranno rilevati dalle stazioni riceventi ad intervalli di tempo dipendenti dalle caratteristiche elastiche del terreno. La registrazione grafica del treno d'onda in arrivo è chiamata "sismogramma".

I fronti d'onda possono essere superfici sferiche o di forma qualsiasi. Il principio di Huygens, basilare nello studio di qualsiasi perturbazione ondosa, stabilisce però che "in ogni istante, qualsiasi punto di un fronte d'onda di forma qualsiasi può essere considerato come sorgente puntiforme d'onde circolari (oppure sferiche se la perturbazione è in tre dimensioni)".

La propagazione di onde può, quindi, essere interpretata come una continua generazione di onde circolari che, interferendo fra loro, danno luogo a un'onda risultante osservabile macroscopicamente.

Le semirette normali ai fronti d'onda sono chiamate "raggi sismici" ed indicano la direzione di propagazione dell'onda elastica.

Per l'analisi dei dati ottenuti tramite la sismica a rifrazione, è usuale considerare sia le immagini delle onde sismiche sia i percorsi dei raggi sismici. Questi ultimi possono sostituire i fronti d'onda con buona approssimazione, permettendo di trattare soltanto i tempi di percorso delle onde elastiche e non tutte le altre grandezze tipiche di un fenomeno ondulatorio quali ampiezza, frequenza e fase. Quando un raggio incontra un'eterogeneità sul percorso, per esempio un contatto litologico con un altro materiale, il raggio incidente si trasforma in diversi nuovi raggi. Gli angoli che il raggio incidente, i raggi riflessi ed i raggi rifratti formano con la normale alla superficie di contatto tra i due materiali sono legati fra loro ed alle velocità di propagazione da alcune relazioni note come "leggi di SNELL".

Le leggi di Snell affermano che il raggio incidente, riflesso e rifratto giacciono sullo stesso piano; inoltre valgono le seguenti relazioni tra gli angoli:

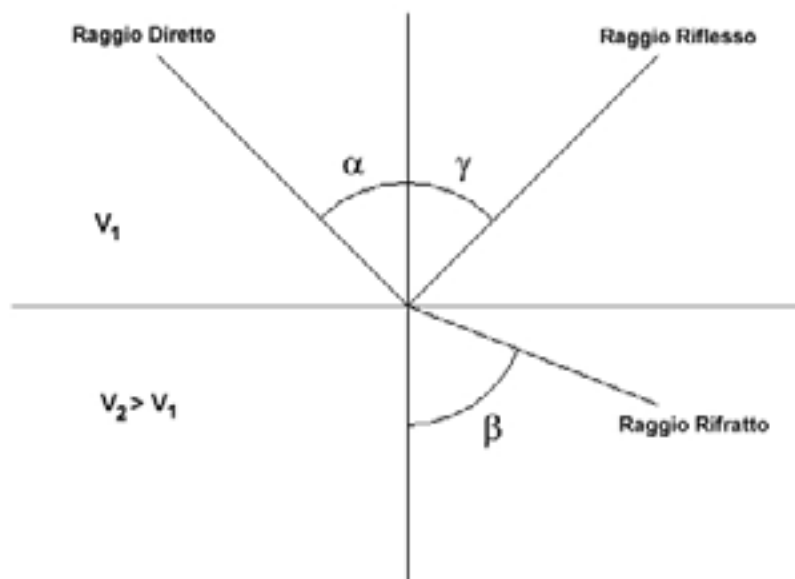
TOMOGRAFIA PRSE 861

per la riflessione: $\alpha = \gamma$

per la rifrazione: $V_1 \cdot \sin \alpha = V_2 \cdot \sin \beta$

Esiste un particolare valore dell'angolo di incidenza, chiamato "angolo critico" o "angolo limite" (i_c) particolarmente significativo per la sismologia di rifrazione. Si definisce infatti angolo critico l'angolo d'incidenza che rende $\beta=90^\circ$.

Se l'angolo di incidenza è uguale a 90° l'onda rifratta, secondo la teoria di Huygen, si propaga lungo il contorno dello strato e funge da fonte per un nuovo fronte d'onda secondario e per nuovi raggi. I percorsi dei raggi sismici escono con un angolo pari all'angolo critico. E' possibile determinare l'angolo critico calcolando l'inverso del seno del valore della velocità del primo strato/velocità del secondo strato. Se l'angolo di incidenza è maggiore dell'angolo limite, il fenomeno della rifrazione scompare e si ha riflessione totale senza propagazione dell'onda nel secondo strato.



APPLICAZIONI

Le indagini di sismica a rifrazione vengono normalmente impiegate per le seguenti problematiche:

- Mappatura delle zone formate da materiale disgregato
- Ricerca della profondità della falda freatica
- Determinazione della resistenza allo scavo
- Mappatura della permeabilità di strati ghiaiosi
- Mappatura degli strati composti da materiale sciolto
- Localizzazione delle zone di frattura
- Mappatura del substrato roccioso

TOMOGRAFIA PRSE 861

PROBLEMI E LIMITAZIONI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

- Le velocità sismiche dei terreni interessati dall'indagine devono crescere con la profondità
- Gli strati debbono possedere uno spessore sufficiente per essere rilevati
- Rilievi eseguiti su terreni di riporto o in aree adibite a discariche e in presenza di forte rumore antropico conducono spesso a risultati non affidabili
- Fratture singole e strette spesso non possono essere identificate.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Gli strumenti capaci di registrare movimenti nel terreno sono detti sismometri o geofoni. Essi saranno necessariamente posti sulla superficie del terreno.

Solitamente, si hanno sismogrammi di diversi geofoni, posti a diversa distanza dalla sorgente: questi possono essere stampati in funzione del tempo e della distanza, in quelle che vengono definite "registrazioni di scoppio" (shot records) e la variazione Tempo/Distanza è detta "scostamento" (moveout). Arrivi con ampio scostamento sono fortemente inclinati nella registrazione di scoppio e viceversa; dalle registrazioni di scoppio è quindi possibile distinguere l'arrivo delle diverse onde sismiche (dirette, riflesse, rifratte).

A piccole distanze (offset) il primo arrivo è delle onde dirette: questo arrivo ha grande ampiezza e lo scostamento è costante a tutte le distanze. A maggiori distanze il primo arrivo comincia ad essere quello dell'onda rifratta. Questo arrivo è caratterizzato da piccola ampiezza d'onda e da scostamento costante ma minore di quello dell'onda diretta. L'ultimo arrivo ad ogni geofono è quello dell'onda riflessa: il suo scostamento tende ad aumentare con la distanza secondo una funzione iperbolica.

Il diagramma che rappresenta i tempi di propagazione delle onde sismiche in funzione della distanza del punto di emissione si definisce "curva di propagazione" o "dromocrona" ("travel time curve"). Definirne l'andamento è compito primario nell'interpretazione della sismica a rifrazione.

Ciò che essenzialmente conta, per il metodo a rifrazione, è identificare il tempo di arrivo della prima onda in ogni geofono ("first break picking"). Questa distinzione non è sempre agevole.

I due segmenti relativi all'arrivo delle onde dirette, prima, e delle rifratte frontali poi, non sono sempre facilmente distinguibili. Il punto di ginocchio, il punto cioè a partire dal quale si verifica la variazione di inclinazione, è detto distanza critica ("cross-over distance"). È quindi importante osservare che la scelta dei primi arrivi deve essere considerata già come parte dell'interpretazione dei dati più che della raccolta; l'operatore dovrà perciò aver cura di verificare direttamente sul sito che il rapporto segnale/rumore sia accettabile, ed eventualmente ripetere l'acquisizione.

METODI DI INTERPRETAZIONE

I metodi di interpretazione per la sismica a rifrazione possono essere raggruppati in tre classi principali:

- (1) Metodi dei Tempi di intercetta (ITM - Intercept-Time Methods)
- (2) Metodi dei Tempi di ritardo o Reciproci (DTM - Delay Time Method)
- (3) Metodi di Ray tracing

Il livello di calcoli richiesto è progressivamente maggiore da metodo a metodo. I metodi ITM richiedono essenzialmente una calcolatrice. I metodi DTM variano dalla versione più semplice a quella generalizzata, e richiedono l'uso di un personal computer. I metodi basati sul Ray Tracing richiedono risorse di calcolo decisamente più elevate e non saranno presi in esame in questo contesto.

I metodi ITM - Time-Intercept Methods.

La dromocrona, o curva distanza-tempo, nel caso di un rilevamento sismico per rifrazione è espressa su un grafico dall'equazione di una retta.

In presenza di stratificazioni piane ed orizzontali l'inclinazione delle rette dei primi arrivi è uguale al reciproco della velocità di propagazione nel mezzo 1 (V_1) o nella discontinuità o secondo mezzo (V_2). Dai diagrammi di queste rette possiamo determinare lo spessore dello strato superiore.

TOMOGRAFIA PRSE 861

In base alla potenza dello strato superiore, infatti, si avrà una retta con uguale inclinazione (essendo questa legata solo alle velocità) ma con un punto di ginocchio diversamente posizionato: più è potente lo strato superiore, maggiore sarà il tempo impiegato dall'onda frontale rifratta per generarsi e tornare in superficie, dunque varierà la distanza di ricezione delle onde dirette e delle rifratte frontali. Lo spessore può essere calcolato considerando l'ascissa del punto di ginocchio (x_c) oppure considerando il tempo di intercetta t_0 cioè il valore del tempo di arrivo dell'onda rifratta a distanza 0, ottenuto proiettando sull'asse dei tempi la retta relativa alla velocità di propagazione nel secondo mezzo.

$$h = \frac{x_c}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

$$h = \frac{t_0}{2} \frac{V_2 V_1}{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}$$

Caso di un singolo strato non orizzontale

Prendendo in considerazione la pendenza dello strato i calcoli si complicano:

- le velocità osservate per il secondo strato risultano essere velocità apparenti, che variano significativamente con la pendenza (maggiore alla velocità reale in direzione up-dip e minore in direzione down-dip);
- le profondità determinate mediante i tempi di intercetta sono le profondità inclinate e non le profondità reali sotto il punto di scoppio;
- sono richiesti stendimenti coniugati, in quanto i sismogrammi ottenuti in un'unica direzione forniscono unicamente una velocità apparente per il secondo strato.

Le equazioni per il calcolo delle profondità inclinate sono le seguenti:

$$\text{Profondità}_{(\text{down-dip})} = \frac{V_1 \cdot t_i(\text{down-dip})}{2 \cos \alpha}$$

$$\text{Profondità}_{(\text{up-dip})} = \frac{V_1 \cdot t_i(\text{up-dip})}{2 \cos \alpha}$$

Dove:

Profondità (down-dip) = il rifrattore immerge dal punto di sparo verso i geofoni

Profondità (up-dip) = il rifrattore risale verso il punto di sparo

V_1 = velocità del terreno

t_i (up-dip) = tempo di intercetta up-dip

t_i (down-dip) = tempo di intercetta down-dip

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}{V_2}$$

Un' approssimazione utile per V_2 (che non può essere misurato direttamente dalla curva dei tempi di percorso) è data dalla seguente equazione:

$$V_2 = \frac{2 \cdot V_{2(\text{up-dip})} \cdot V_{2(\text{down-dip})}}{V_{2(\text{up-dip})} + V_{2(\text{down-dip})}} \cos \delta$$

TOMOGRAFIA PRSE 861

Dove:

V2 = velocità approssimata dello strato sottostante

V2(up-dip) = velocità apparente dello strato sottostante misurata up-dip

V2(down-dip) = velocità apparente dello strato sottostante misurata down-dip

J = valore stimato della pendenza

Il valore dell'angolo d è calcolabile utilizzando la seguente formula:

$$\delta = \frac{\sin^{-1}\left(\frac{V_1}{V_{2(\text{down-dip})}}\right) - \sin^{-1}\left(\frac{V_1}{V_{2(\text{up-dip})}}\right)}{2}$$

Poiché il coseno dell'angolo d è approssimativamente 1.0, è necessario che le pendenze siano basse.

E' necessario sottolineare che il presupposto primario nell' uso dei metodi ITM è che la geometria della superficie di contatto sia piana. Questo presupposto permette di usare le informazioni derivate dalle osservazioni (arrivi) oltre la distanza del punto di ginocchio per derivare una profondità che è determinata nell'intorno del punto di energizzazione.

Tuttavia, questi metodi sono utili per una valutazione di massima delle profondità e per eseguire un semplice controllo dei risultati ottenuti con tecniche di interpretazione più sofisticate.

Caso di terreno multistrato

Il caso di terreni multistrato non comporta particolari variazioni. I principi di calcolo rimangono gli stessi, con la sovrapposizione (arrivi da entrambe le direzioni) per tutti gli strati necessari. Per gli strati orizzontali possono essere utilizzate le seguenti equazioni:

$$h_2 = \frac{t_{i3} V_2 V_3}{2 \sqrt{V_3^2 - V_2^2}} - h_1 \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \sqrt{\frac{V_3^2 - V_1^2}{V_3^2 - V_2^2}}$$

Lo spessore h1 del primo strato è determinata usando il caso di un terreno con due strati ed il tempo di intercetta ti2 del secondo segmento di linea o la distanza critica Xc2 determinata dai primi due segmenti di linea. Questo spessore è usato nel calcolo dello spessore dello strato seguente h2.

In termini di distanza critica l'equazione può essere così riscritta:

$$h_2 = \frac{X_{c3}}{2} \sqrt{\frac{V_3 - V_2}{V_3 + V_2}} + \frac{h_1}{V_1} \left(\frac{V_3 \sqrt{V_2^2 - V_1^2} - V_2 \sqrt{V_3^2 - V_1^2}}{\sqrt{V_3^2 - V_2^2}} \right)$$

Il calcolo può essere esteso agli strati più profondi usando estensioni di queste equazioni generali. Poiché le equazioni in questa forma contengono gli spessori degli strati meno profondi, il calcolo comincia con il primo strato e progredisce verso il basso. Si noti che queste equazioni non comprendono la pendenza.

Le equazioni per gli strati piani inclinati sono utilizzate nel metodo GRM (Palmer - 1980).

Metodi del Reciproco (Reciprocal methods)

I metodi reciproci includono più di 20 metodi di interpretazione, compresi i metodi basati sui tempi di ritardo, i quali possono o non possono richiedere la misura di un tempo reciproco.

Il tempo reciproco è il tempo di corsa lungo il rifrattore da una sorgente di energizzazione ad un'altra.

Esistono diverse versioni di questi metodi che si differenziano per alcuni fattori di correzione. In generale si ipotizza una superficie di contatto non eccessivamente inclinata ed una velocità del rifrattore costante.

Conoscendo il tempo di percorso dalla sorgente di energizzazione S ad un certo geofono G ed il tempo di percorso

TOMOGRAFIA PRSE 861

coniugato dalla sorgente S' al medesimo geofono G ed il tempo di percorso dalla sorgente di energizzazione S ad un certo geofono G1 (possibilmente distante dal primo) ed il tempo di percorso coniugato dalla sorgente S' al medesimo geofono G1 è possibile calcolare la velocità V2 del rifrattore utilizzando la seguente formulazione:

$$V_2 = \frac{2|\Delta x|}{|\Delta t| + |\Delta t'|}$$

Dove:

Δx = distanza in superficie compresa tra il geofono G ed il geofono G1

Δt = differenza dei tempi di percorso diretti

$\Delta t'$ = differenza dei tempi di percorso coniugato

Il tempo t di percorso diretto per il geofono G può essere espresso dalla seguente formulazione:

$$t = \frac{h_g + h_s}{V_1} \cos i_c + \frac{x_g}{V_2}$$

Dove:

h_g = minima profondità in corrispondenza del geofono

h_s = minima profondità in corrispondenza della sorgente

x_g = distanza fra il geofono e lo sparo

Analogamente potrà essere scritta una equazione equivalente per il tempo impiegato dall'onda sismica a raggiungere il geofono G partendo dalla sorgente coniugata.

I tempi calcolati saranno ovviamente differenti; ciò che invece deve essere uguale è il tempo del percorso totale, fra le sorgenti dirette e coniugate. Questo tempo è chiamato tempo di estremità:

$$t = \frac{h_s + h_{s'}}{V_1} \cos i_c + \frac{x_0}{V_2}$$

dove x_0 è uguale alla somma della distanza del geofono dal punto di sparo del percorso diretto e della distanza del geofono dal punto di sparo nel percorso coniugato.

Sottraendo al tempo di estremità la somma dei tempi precedentemente calcolati, è possibile risolvere l'equazione rispetto ad h ed ottenere la profondità minima. Tale procedimento dovrà essere eseguito per ogni geofono.

La profondità h rappresenta il raggio di un arco di circonferenza con centro nella posizione del relativo geofono: il contorno del rifrattore toccherà almeno in un punto ciascuno di questi archi e quindi potrà essere determinato graficamente come involucro degli archi.

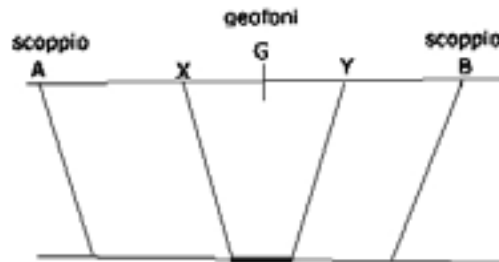
Metodo del Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method - GRM)

Il metodo reciproco generalizzato è stato sviluppato per sormontare alcune imperfezioni dei metodi più semplici, i quali sono messi in difficoltà dalla presenza di superfici, topografiche o del sottosuolo, particolarmente accidentate. Il metodo di Palmer utilizza due funzioni: la funzione di analisi-velocità e la funzione tempo-profondità.

La funzione Analisi Velocità

La particolarità del metodo è l'uso degli arrivi diretti ed inversi a due geofoni, posti ad una distanza XY. Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto di emersione dal rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

TOMOGRAFIA PRSE 861



La funzione analisi-velocità, riferendosi alla figura sottostante, è definita dall'equazione:

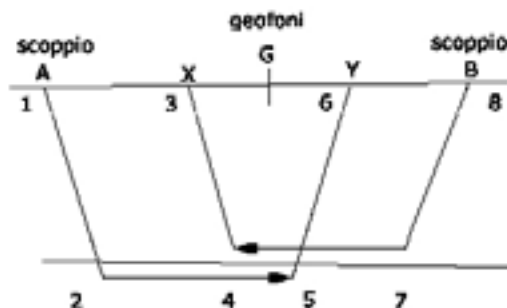
$$t = \frac{t_{AY} - t_{BX} + t_{AB}}{2}$$

$$t_{AY} = (12) + (34) + (45) + (56)$$

$$t_{BX} = (78) + (57) + (45) + (34)$$

$$t_{AB} = (12) + (24) + (45) + (57) + (78)$$

$$t = \frac{2(12) + 2(24) + (45)}{2}$$



Il valore di questa funzione è riferito al punto mediano G fra X ed Y.

Producendo i grafici dei tempi di percorso in relazione alla posizione dei geofoni è possibile derivare la velocità V_2 del rifrattore, indipendentemente dall'inclinazione e dalla topografia. Ciò che influenza il calcolo è dunque la scelta dei geofoni XY. Se la posizione di XY è scelta in modo che il punto d'uscita sul rifrattore sia comune, il tempo di percorso, e quindi il calcolo della velocità, dipenderà soltanto dalle caratteristiche del materiale.

La funzione Tempo-Profondità

Il metodo GRM prevede ora la creazione di funzioni tempo-profondità per ciascun geofono.

Facendo riferimento alla figura precedente la funzione generalizzata tempo-profondità è definita. Calcolo del valore di XY ottimale dall'equazione:

$$t = \frac{t_{AY} + t_{BX} - (t_{AB} + XY/V_2)}{2}$$

TOMOGRAFIA PRSE 861

Calcolo del valore di XY ottimale

La valutazione della distanza XY ottimale può essere ottenuta utilizzando le velocità e gli spessori di strato precedentemente determinati: se sono noti gli spessori e le velocità di ciascuno strato, il valore XY per ogni strato può essere calcolato direttamente, quindi applicando un procedimento iterativo è possibile determinare tali valori automaticamente e con notevole precisione.

Metodo del Ray Tracing

I programmi basati su questa metodologia partono solitamente da una prima interpretazione effettuata con uno dei metodi precedentemente descritti, quindi viene calcolato il tempo di arrivo previsto ad un geofono in base ad un modello iniziale.

La complessità del calcolo aumenta in funzione del modello utilizzato. Il calcolo è eseguito in forma iterativa fino a convergenza, che nei modelli più complessi deve a volte essere forzata.

Dopo aver determinato i tempi di arrivo ai geofoni occorre correggere il modello così da far coincidere, per quanto possibile, i tempi calcolati ed i tempi osservati, quindi si procede nuovamente con il calcolo dei tempi di percorso basati sul modello corretto.

Onde P-Descrizione del metodo e della strumentazione

L'indagine geosismica del tipo a rifrazione di superficie, come tutti i metodi d'indagine indiretta del sottosuolo, permette di investigare un certo volume di sottosuolo variabile a seconda sia della lunghezza dei profili eseguiti ma anche della natura litologica del sito.

Il metodo consiste nell'inviare nel terreno un impulso sismico, tramite un'opportuna sorgente a impatto o esplosiva e nel rilevare il primo arrivo di energia, costituito da un'onda elastica diretta e da una rifratta. L'onda rifratta, emergente in superficie, è generata da interfacce rifrangenti che separano mezzi a differente velocità sismica (sismostrati), generalmente, crescente con la profondità. I primi arrivi, individuati su sismogrammi rilevati dai geofoni e registrati tramite un sismografo, sono riportati su grafici tempo-distanza (dromocrone), in seguito interpretati per ottenere informazioni sismo stratigrafiche.

Onde P-Elaborazione dei dati

L'elaborazione dei dati è stata eseguita secondo la procedura descritta schematicamente di seguito:

- Inserimento delle geometrie mediante il software Pickwin (distanze fra geofoni e posizioni dei punti di scoppio);
- Applicazione dei filtri "lowpass" e "highpass" per la lettura ottimale dei primi arrivi eliminando le frequenze di disturbo;
- Picking dei primi arrivi;
- Export delle dromocrone;
- Inversione tomografica dei dati attraverso l'applicativo Plotrefa;
- Definizione del modello sismostratigrafico.

Onde P-Rappresentazione dei dati

I dati elaborati sono stati esportati e restituiti come di seguito riportato:

- sismogrammi relativi agli scoppi;
- dromocrone relative rispettivamente alle onde P;
- sezioni tomografiche
- modelli sismo stratigrafici.

In particolare l'elaborazione tomografica rappresenta l'andamento dei sismo strati, lungo la sezione corrispondente al profilo in superficie, ottenuta dalla elaborazione ed inversione dei dati sismici; il modello sismo stratigrafico rappresenta invece l'interpretazione degli stessi sismo strati.

Onde P-Interpretazione dei risultati

Ai fini della corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante precisare che generalmente:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore h ubicato a profondità z dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui $h < 0.25 * z$.
- c) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, carsificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

TOMOGRAFIA PRSE 861

Id indagine PRSE 861 - CUP1
LOCALITA' CUPELLO (CH)
DATA E ORA 09/11/2023

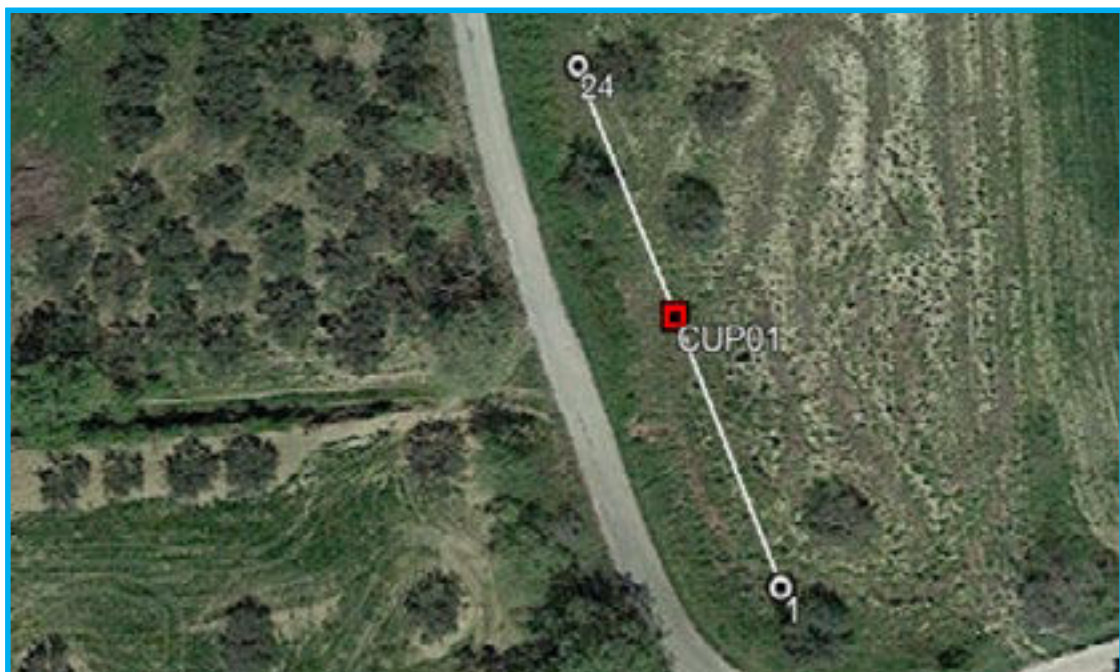
Coordinate WGS 84 :

Geofono 1: 42°03.871 N- 14°38.317 E
Geofono 12-13: 42°03.866 N- 14°38.310 E
Geofono 24: 42°03.902 N- 14°38.302 E

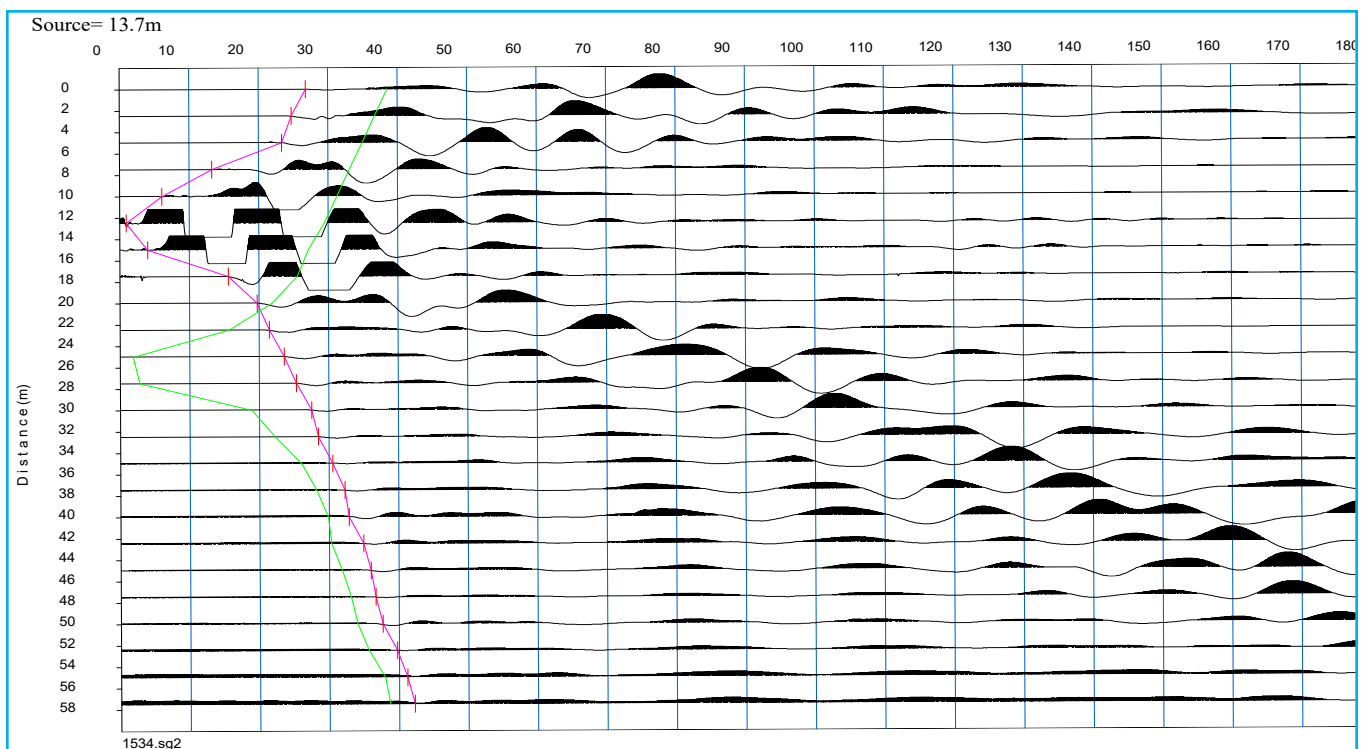
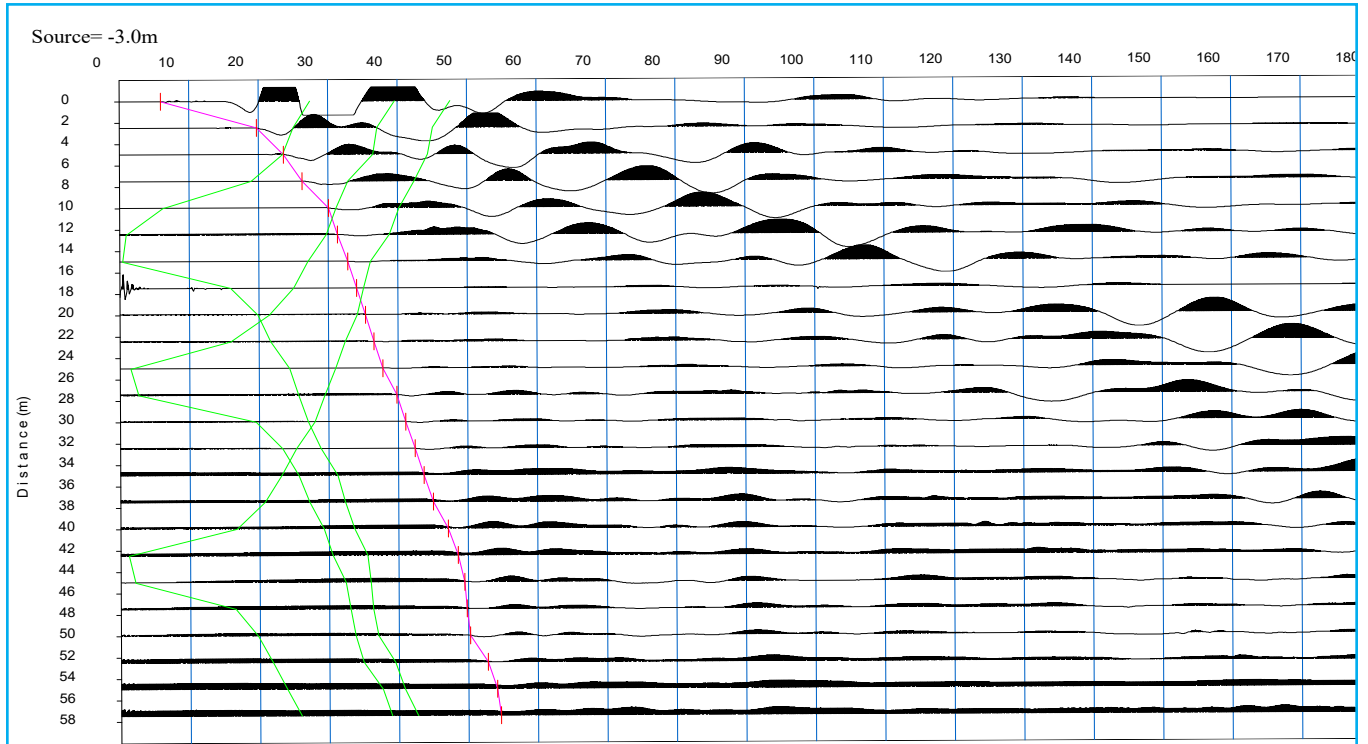
Onde P-Acquisizione dei dati

Distanza tra i geofoni : 2.5 m
Estensione della prova: 60 m
Posizione dello scoppio:

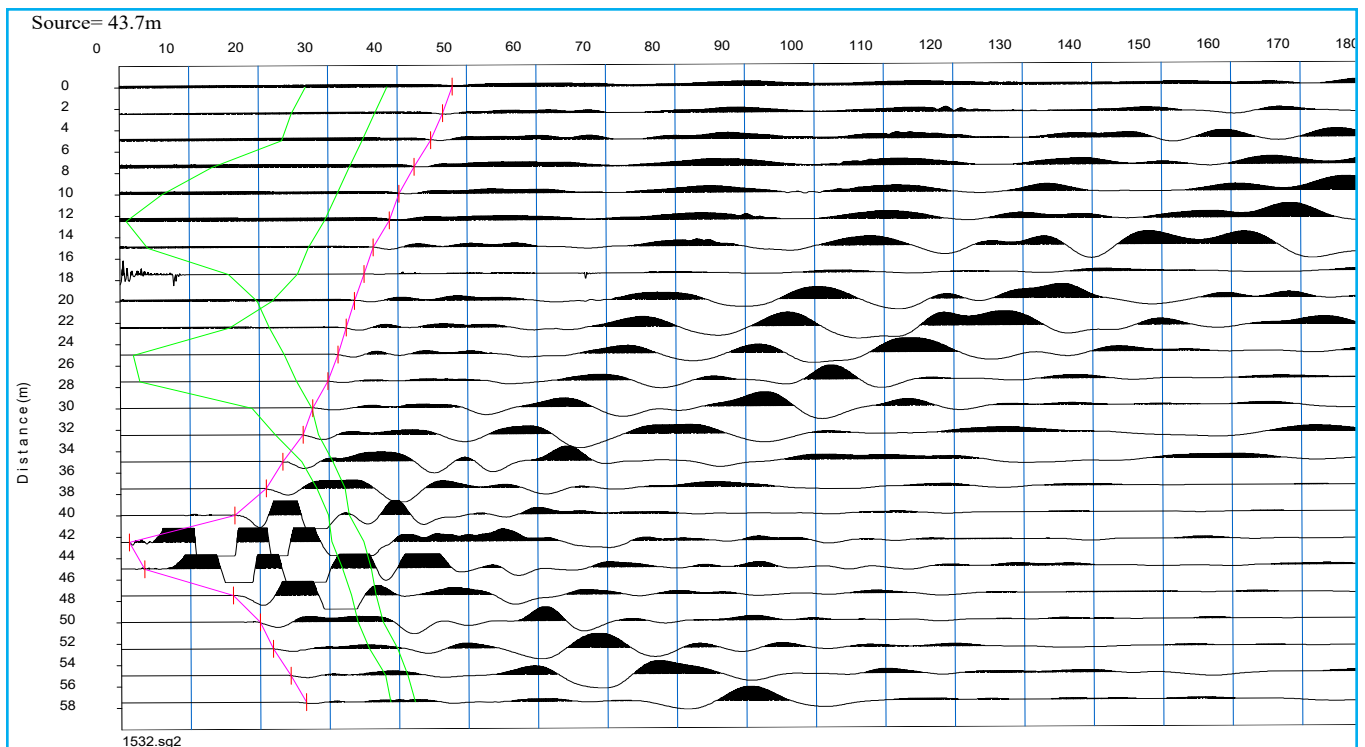
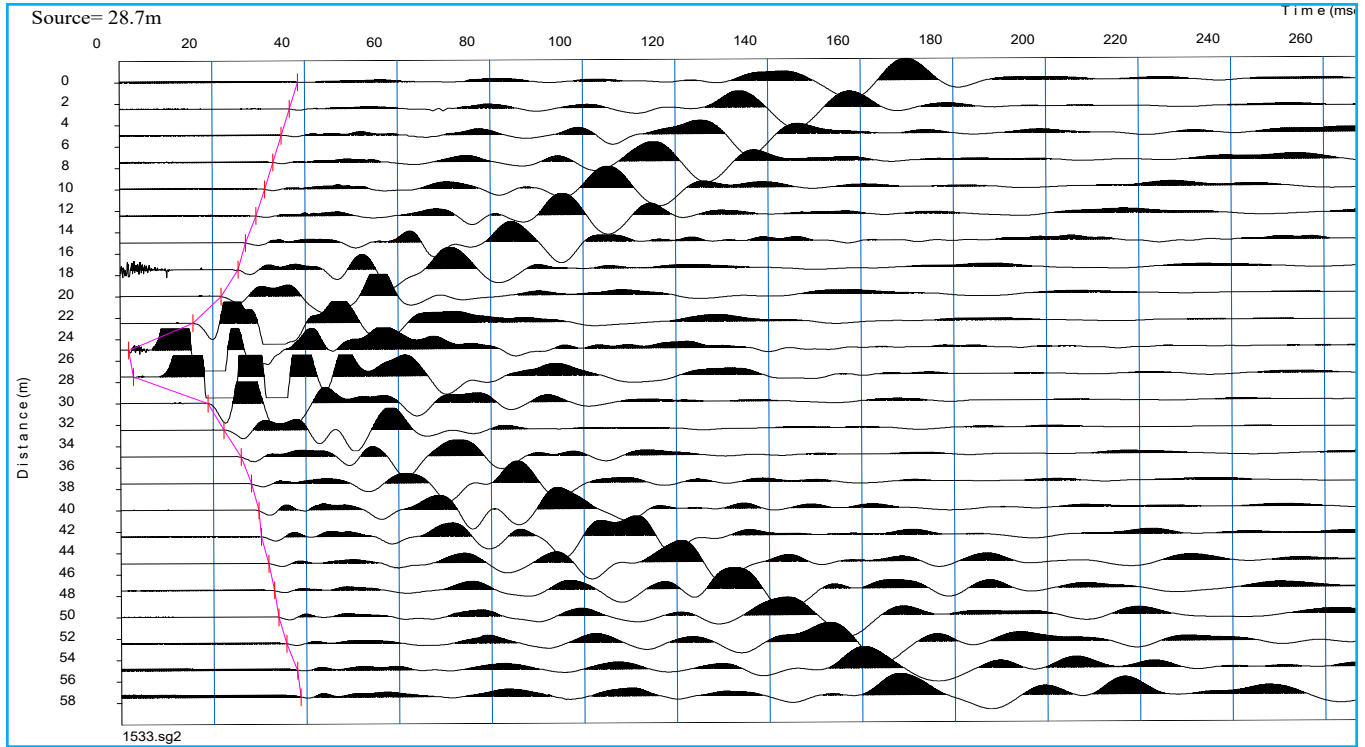
Scoppio 1: -3 m;
Scoppio 2: 13.75 m;
Scoppio 3: 28.75 m;
Scoppio 4: 43.75m;
Scoppio 5: 60.5 m;



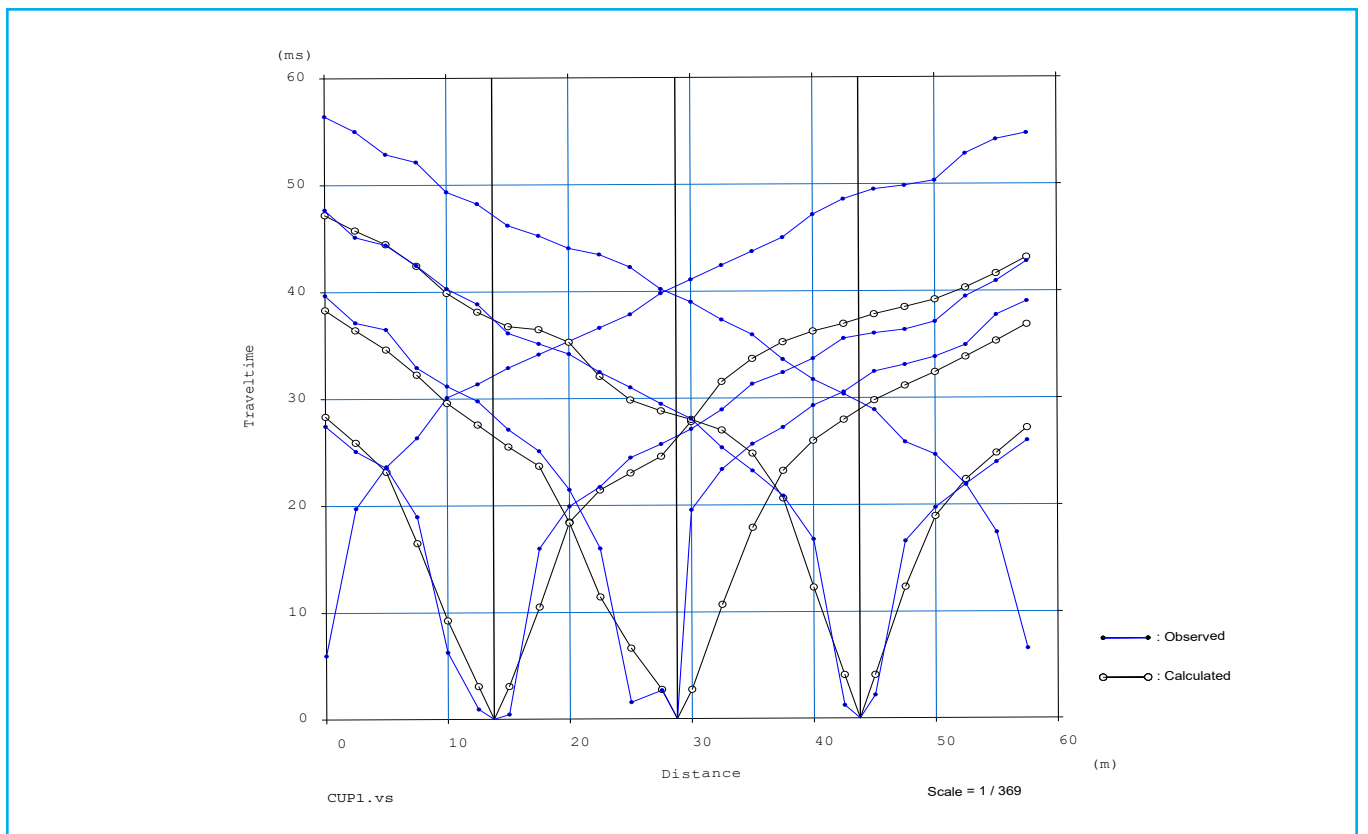
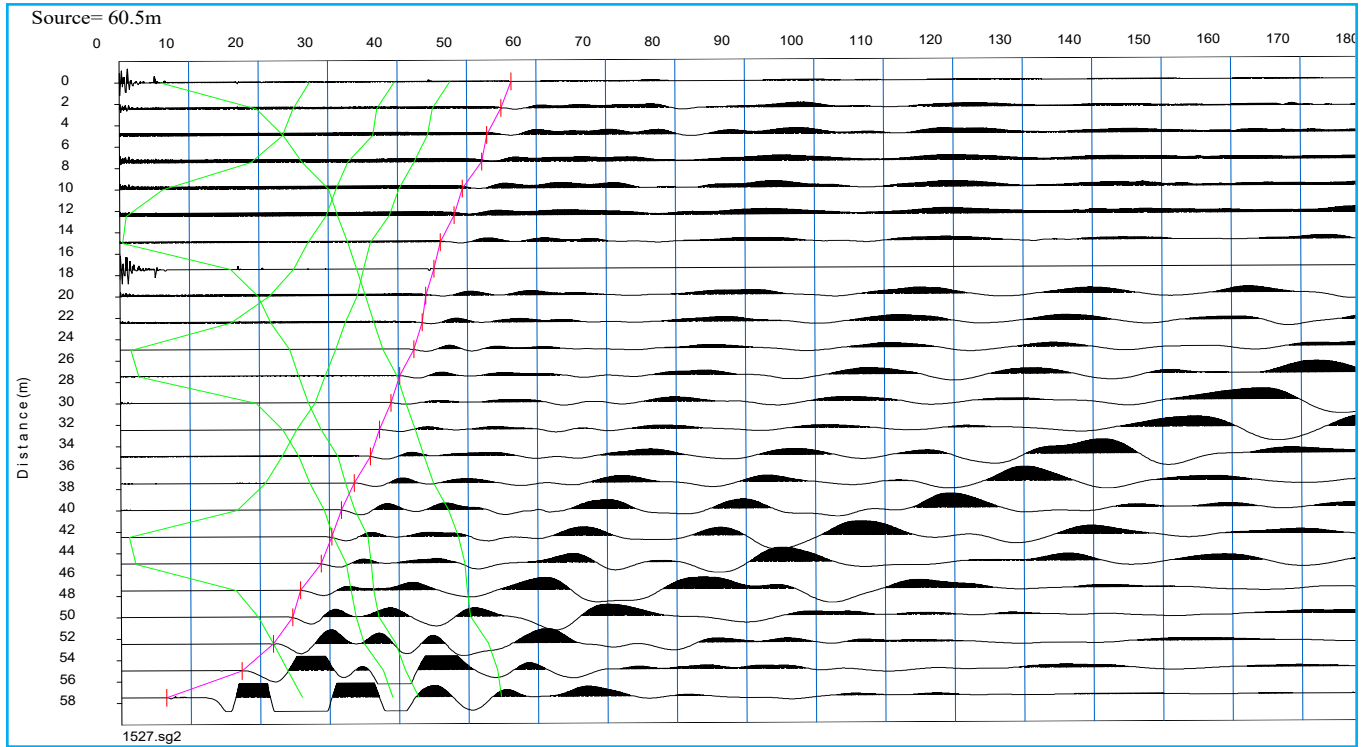
TOMOGRAFIA PRSE 861



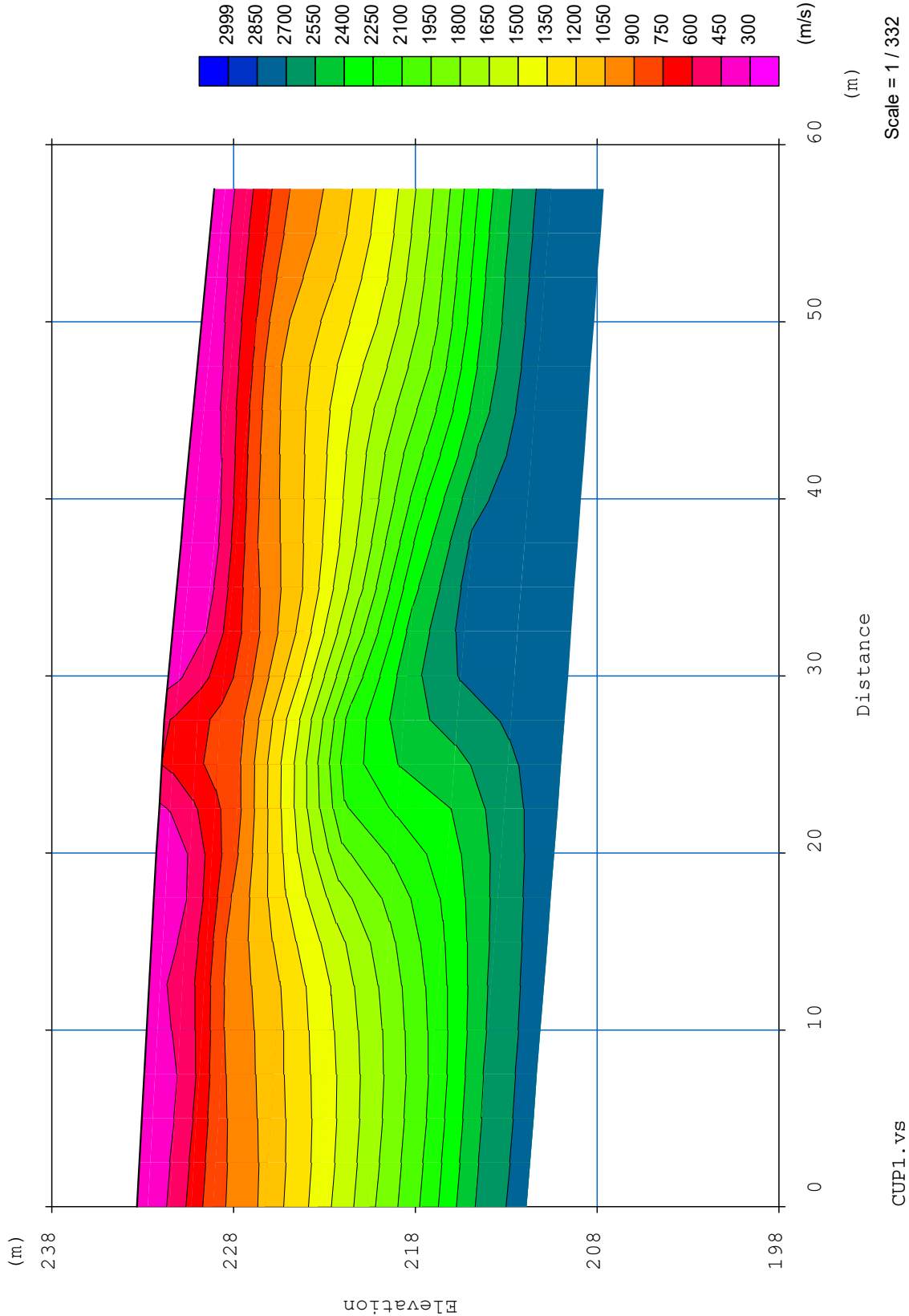
TOMOGRAFIA PRSE 861



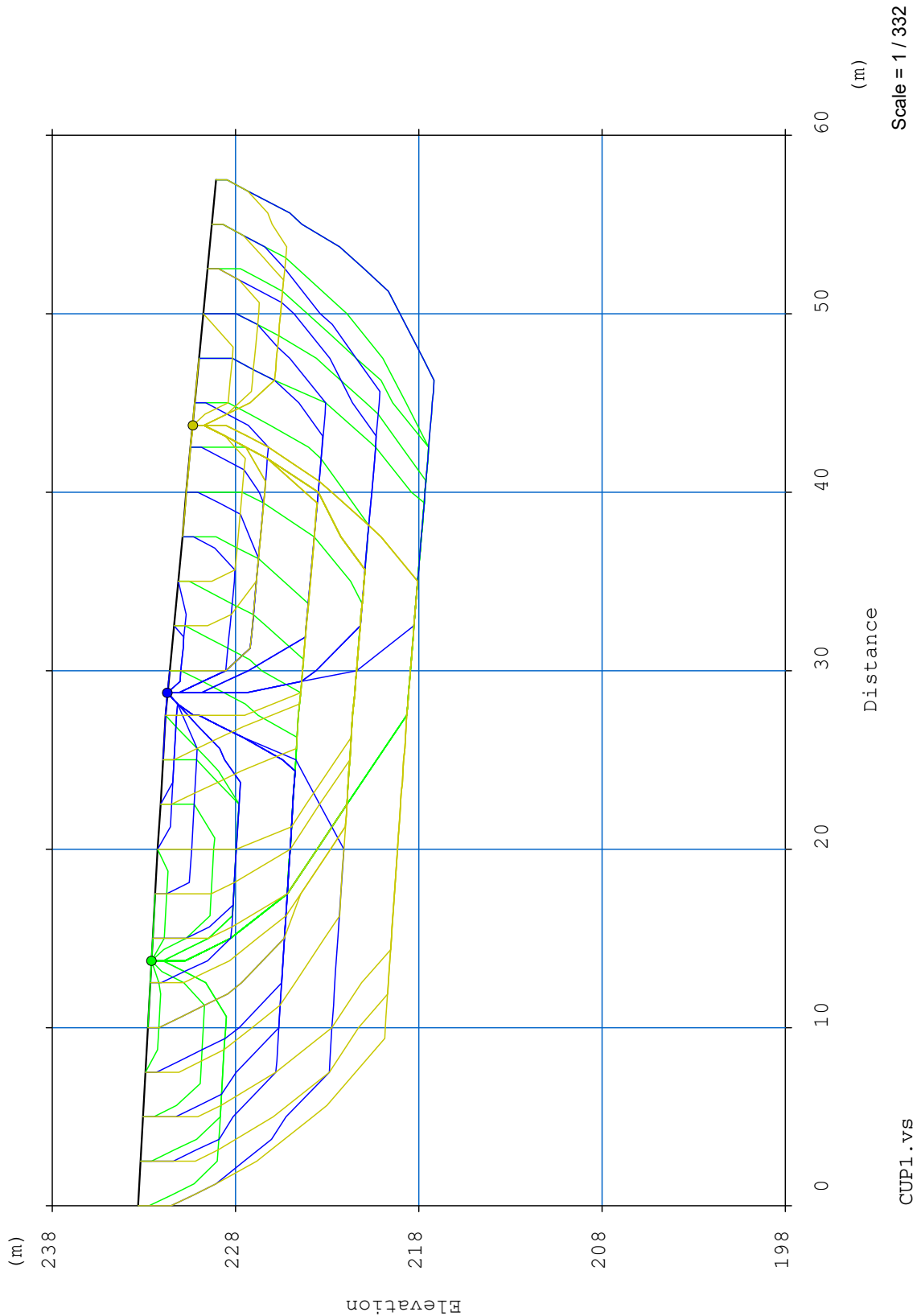
TOMOGRAFIA PRSE 861



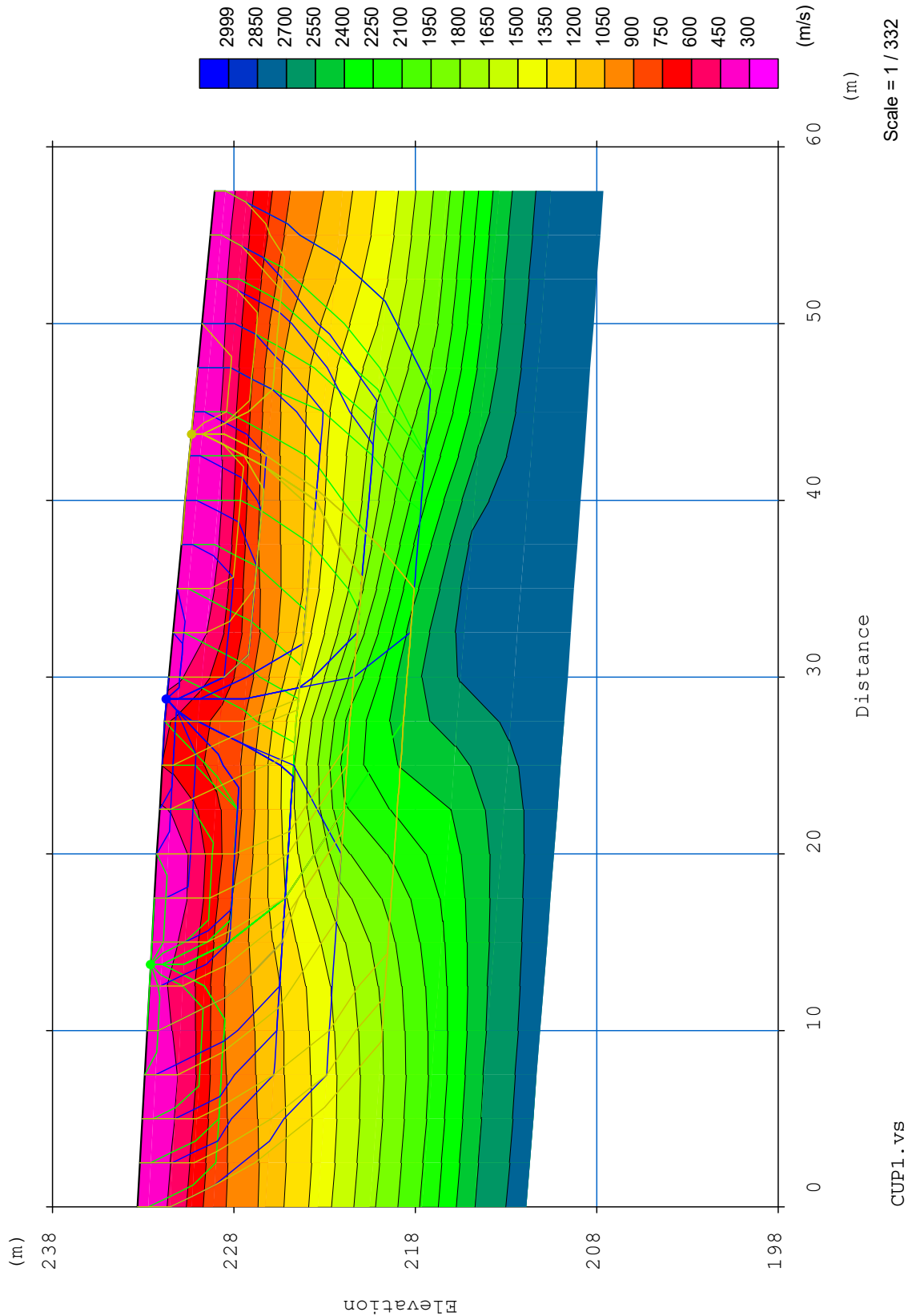
TOMOGRAFIA PRSE 861



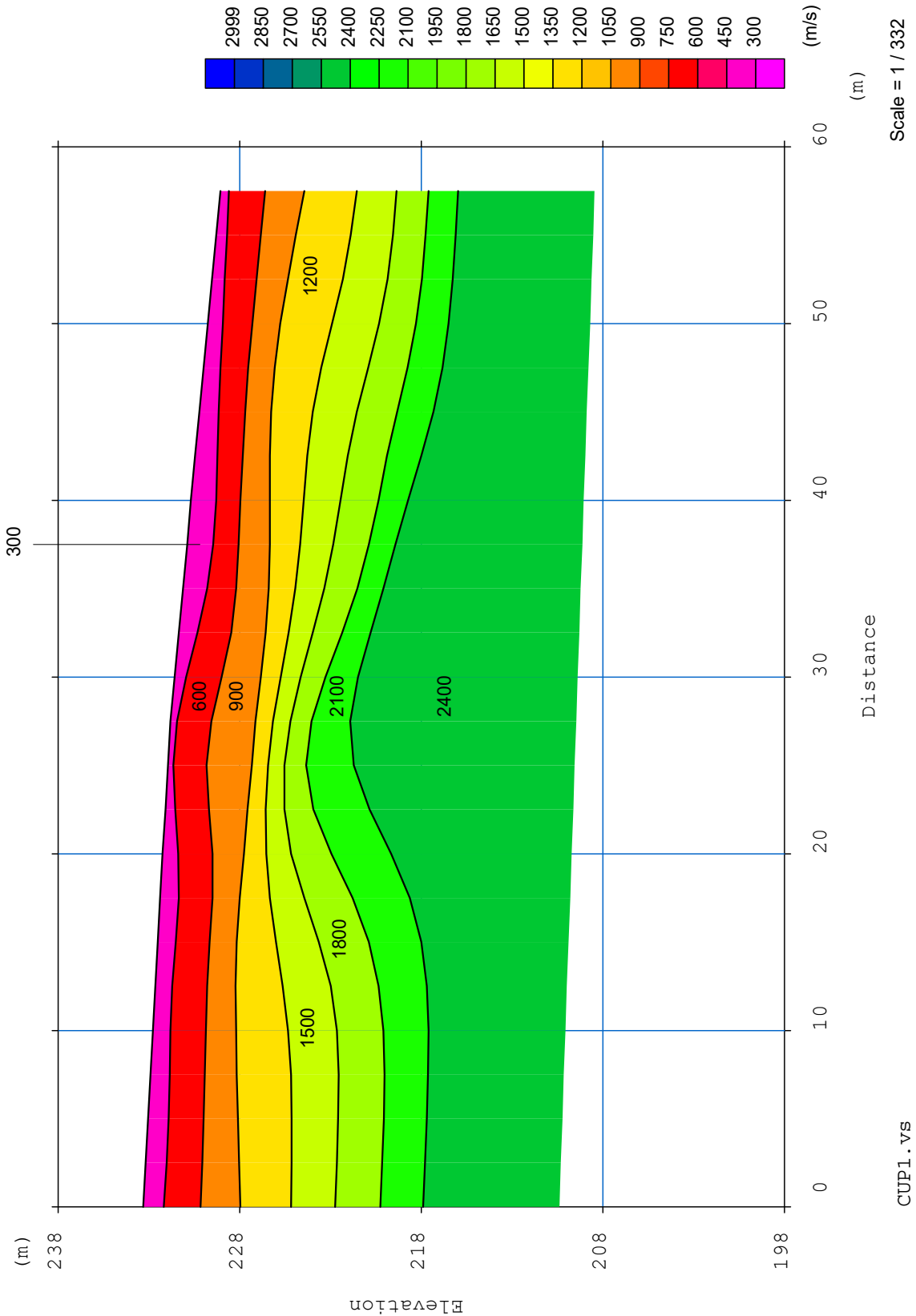
TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861

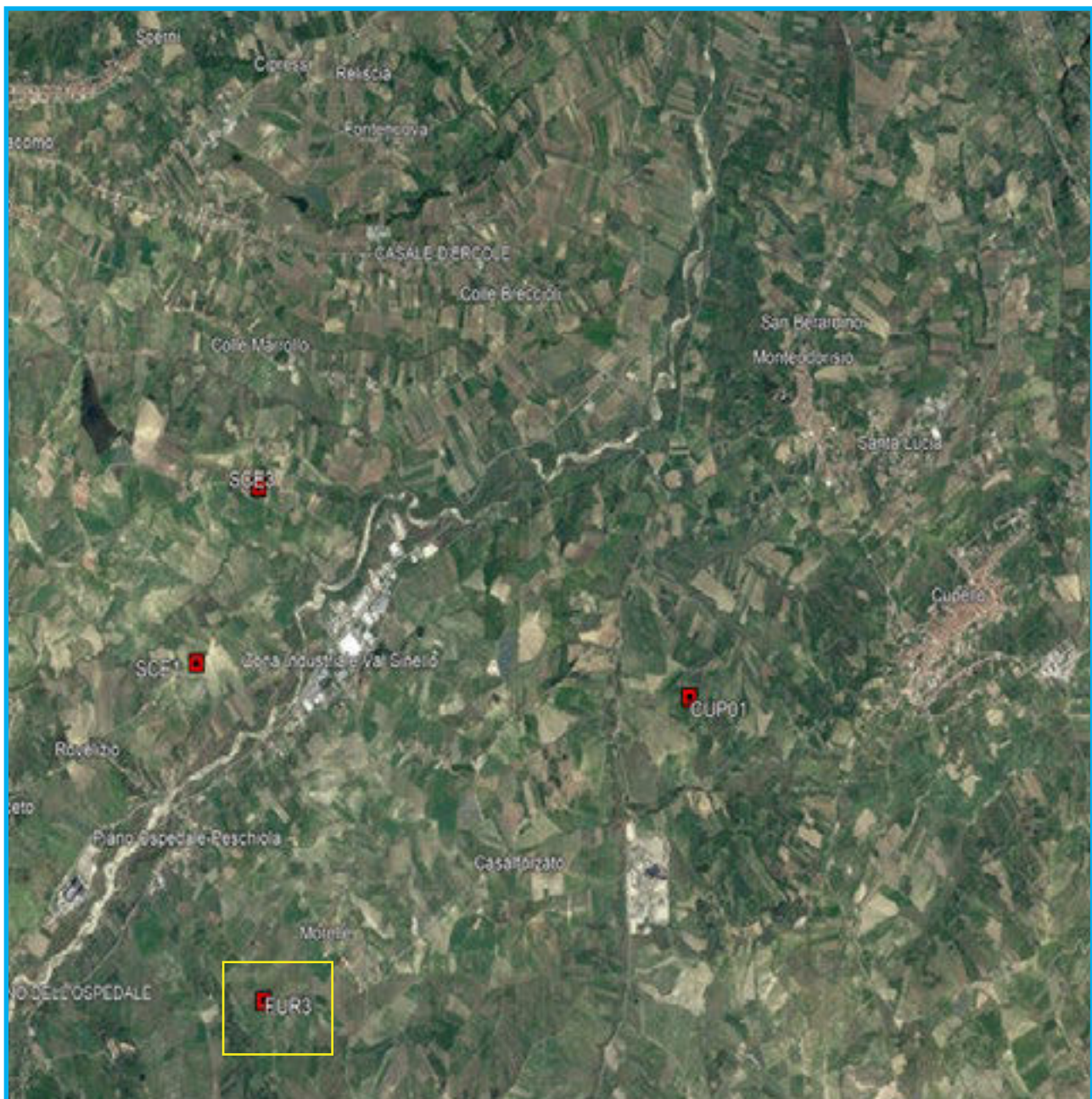


TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861

OGGETTO: PARCO EOLICO CUPELLO-SCERNI-FURCI COMMITTENZA: FURCI COLLECHIESI S.R.L.



TOMOGRAFIA PRSE 861

Id indagine PRSE 861 - FUR3
LOCALITA' FURCI (CH)
DATA E ORA 09/11/2023

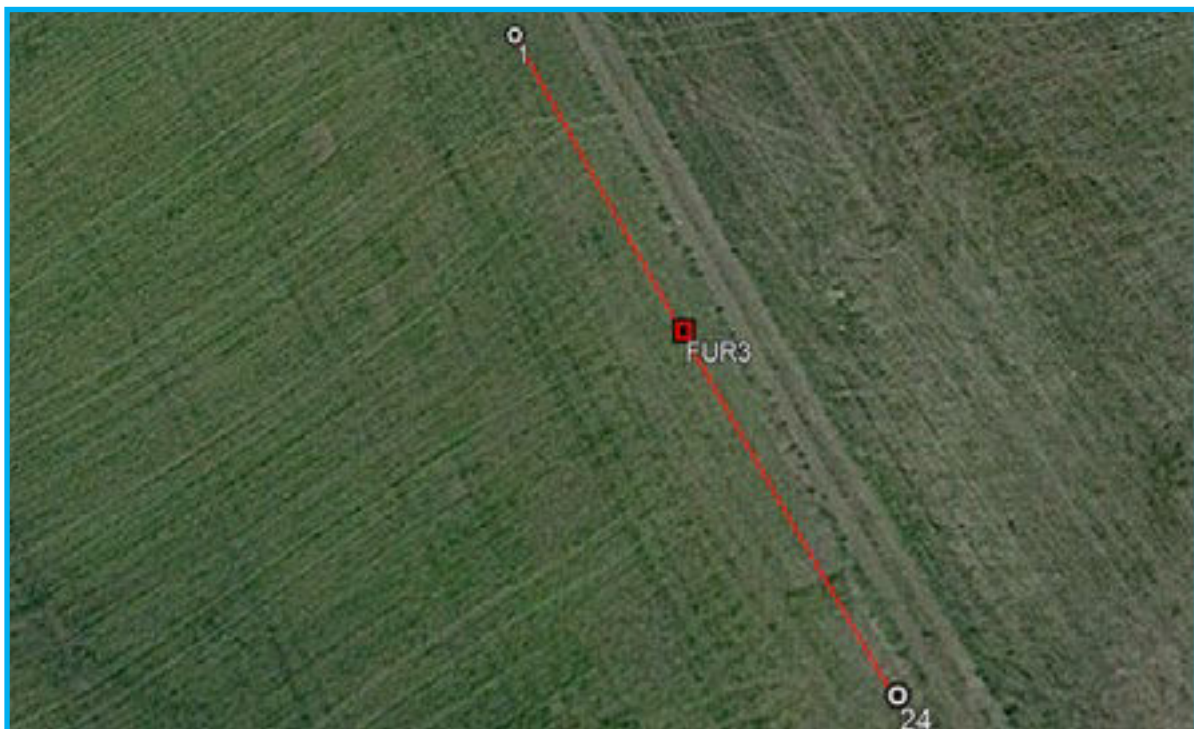
Coordinate WGS 84 :

Geofono 1: 42°02.574 N- 14°35.220 E
Geofono 12-13: 42°02.560 N- 14°35.231 E
Geofono 24: 42°02.546 N- 14°35.241 E

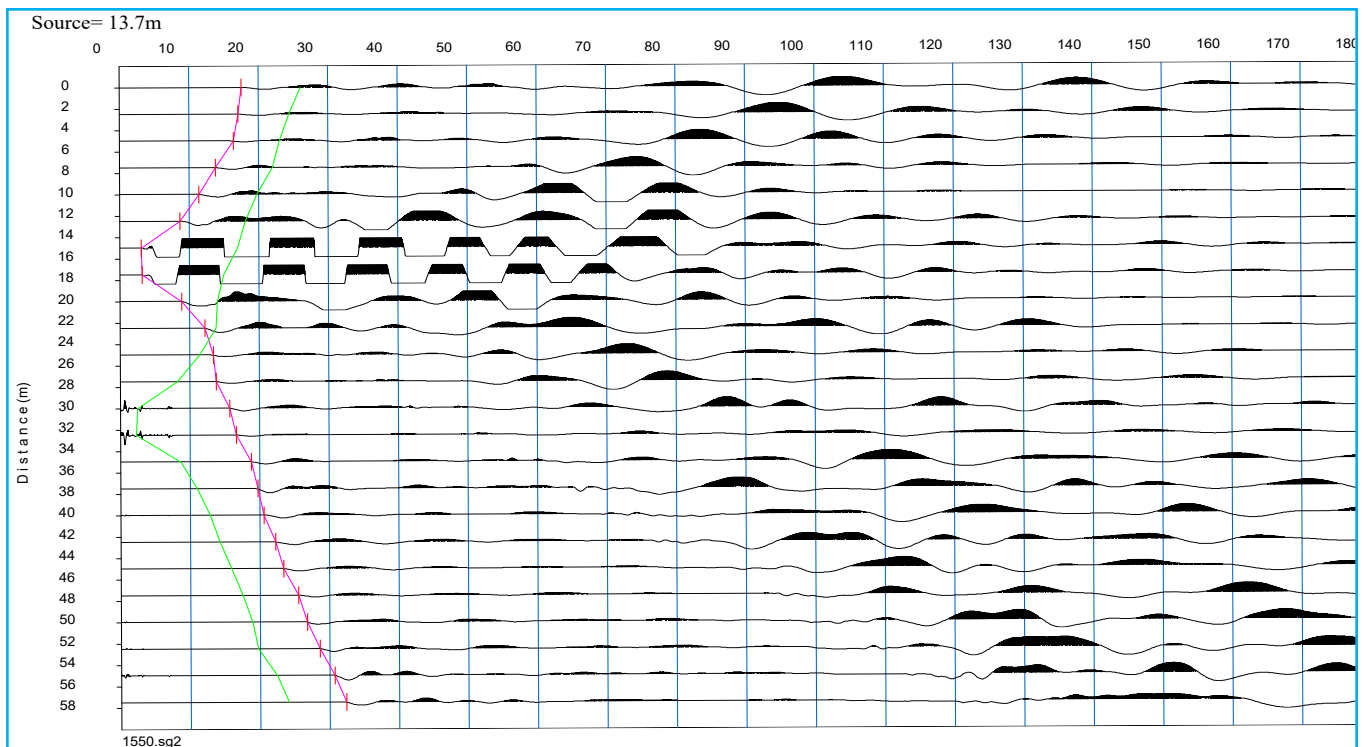
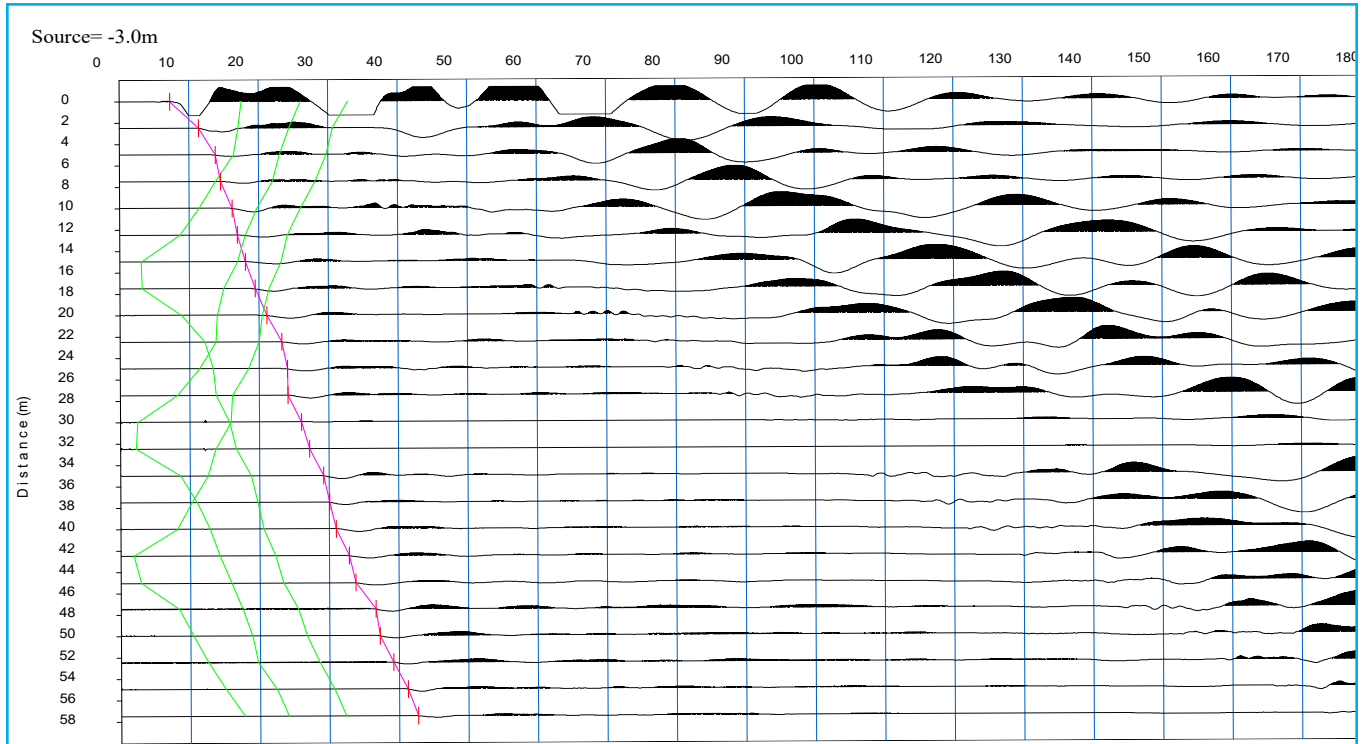
Onde P-Acquisizione dei dati

Distanza tra i geofoni : 2.5 m
Estensione della prova: 60 m
Posizione dello scoppio:

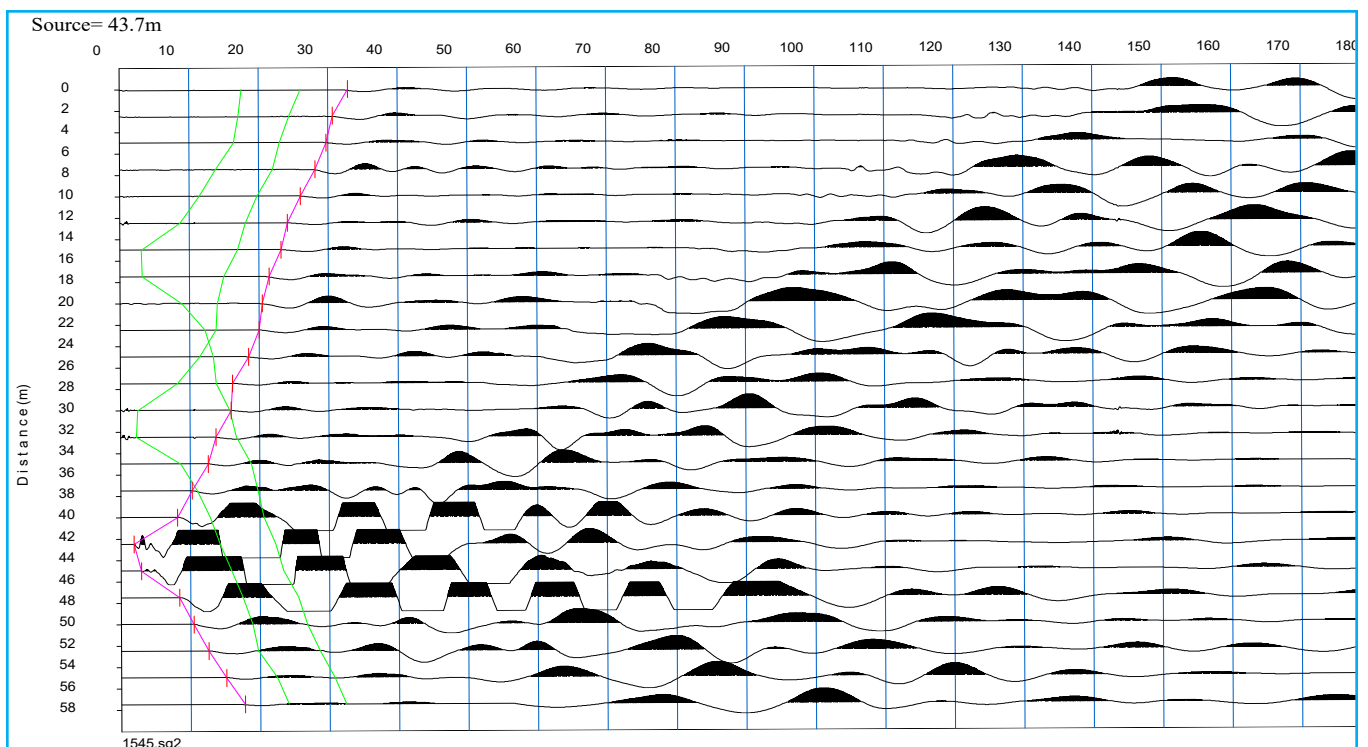
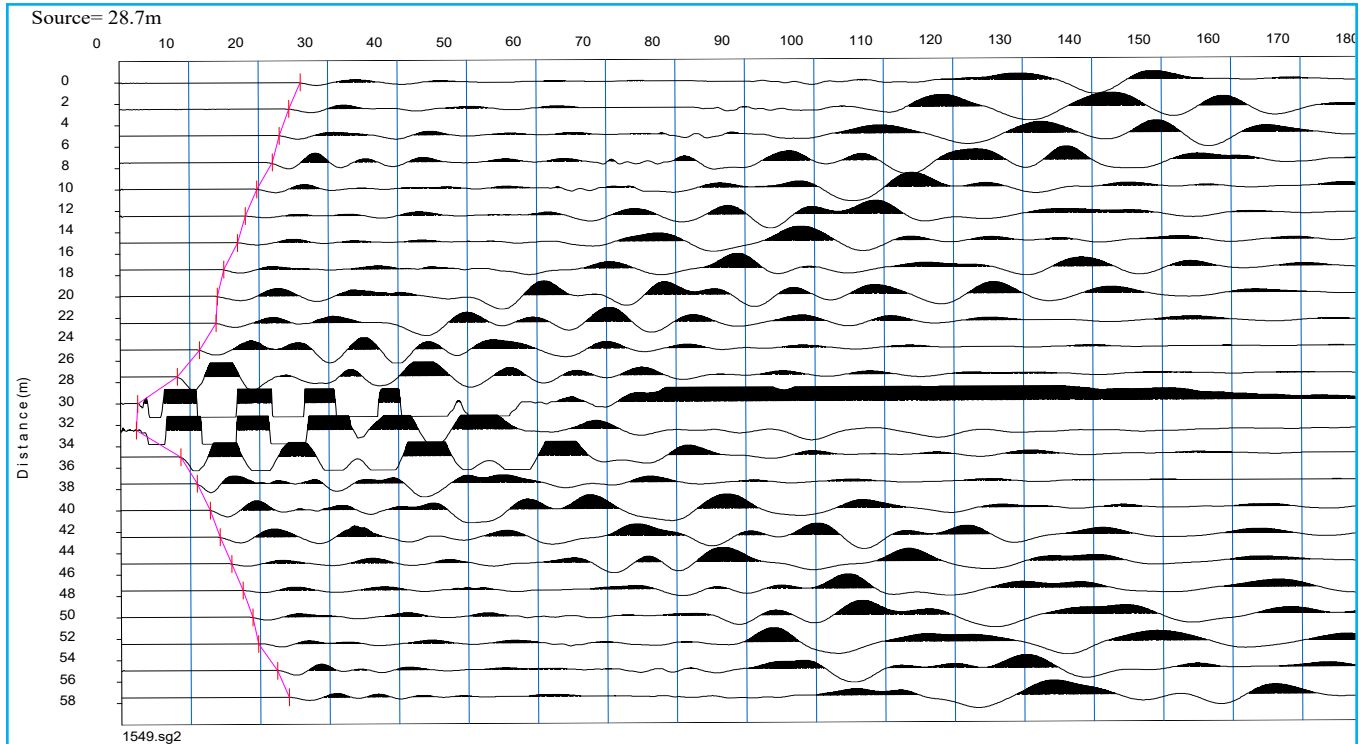
Scoppio 1: -3 m;
Scoppio 2: 13.75 m;
Scoppio 3: 28.75 m;
Scoppio 4: 43.75m;
Scoppio 5: 60.5 m;



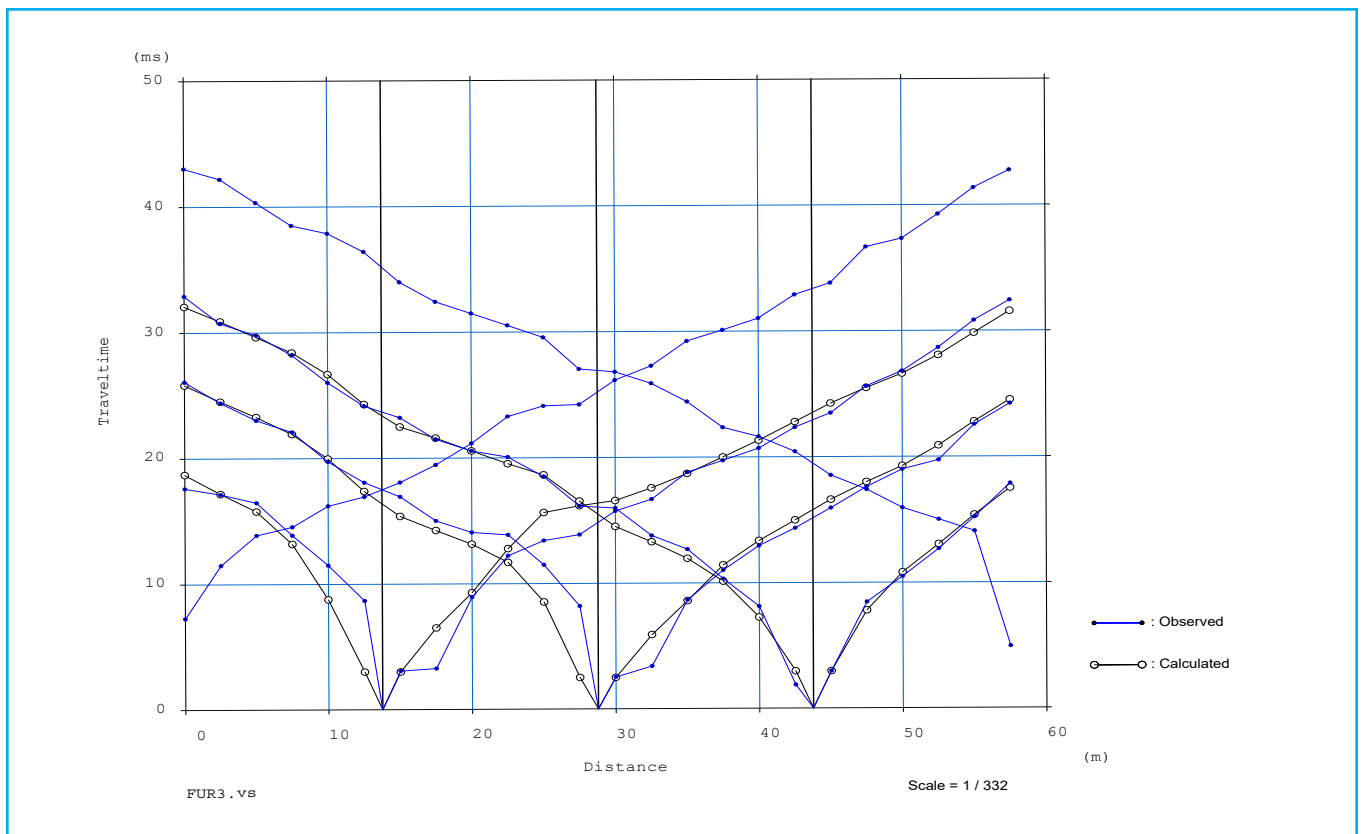
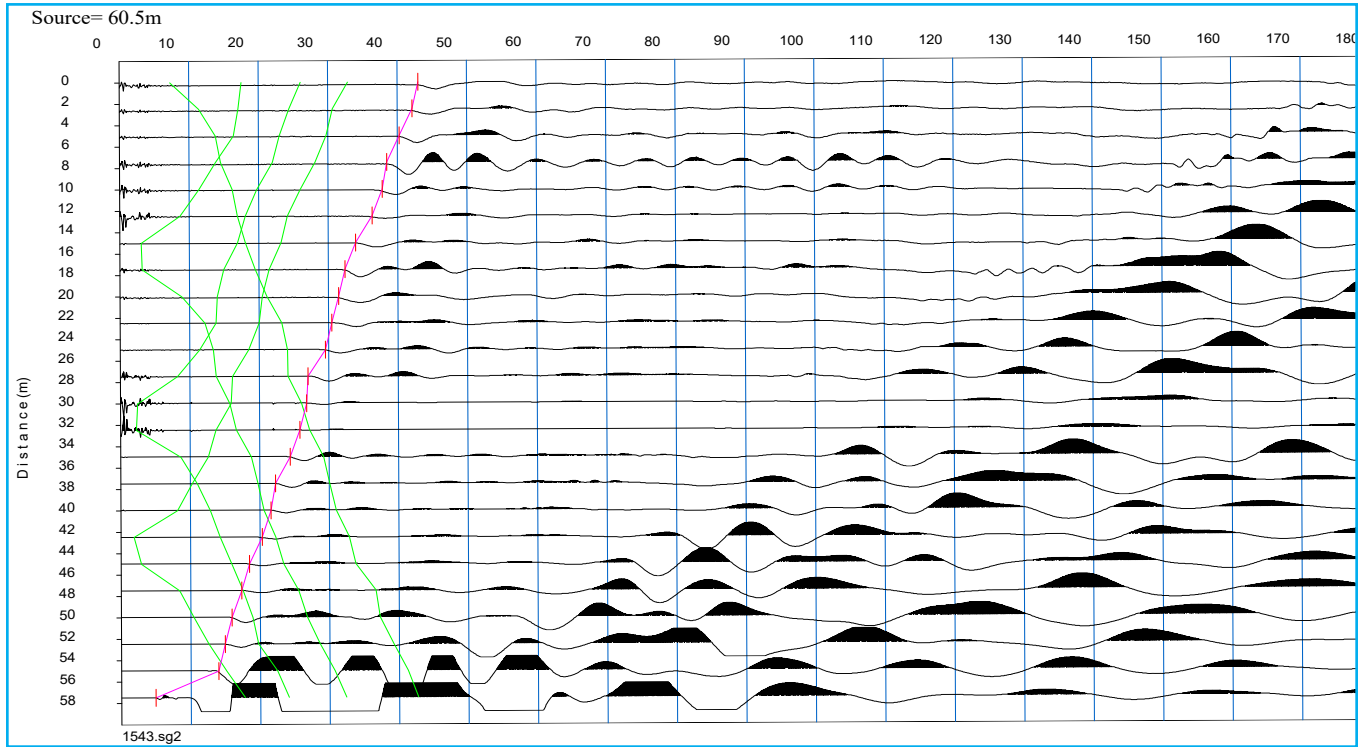
TOMOGRAFIA PRSE 861



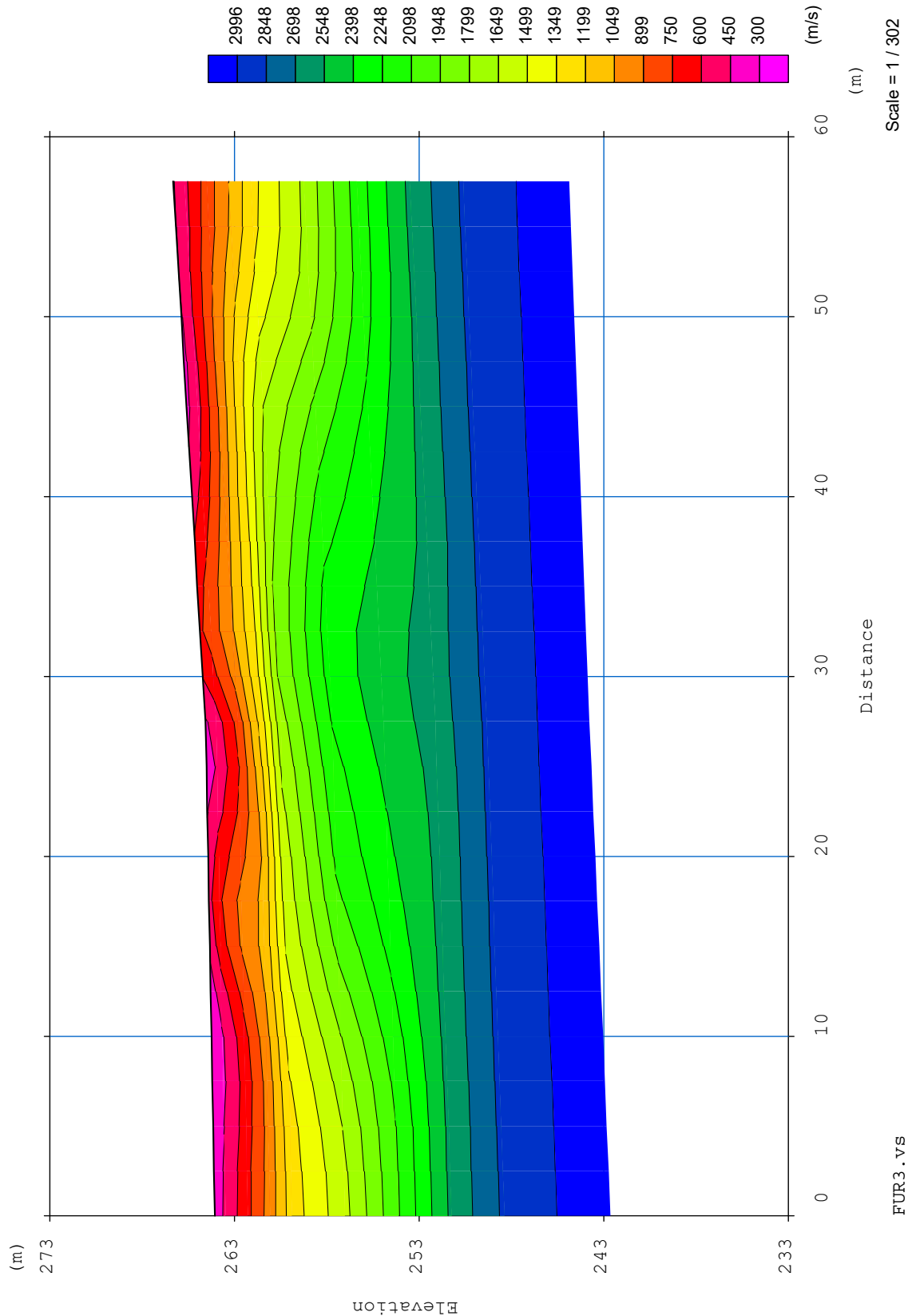
TOMOGRAFIA PRSE 861



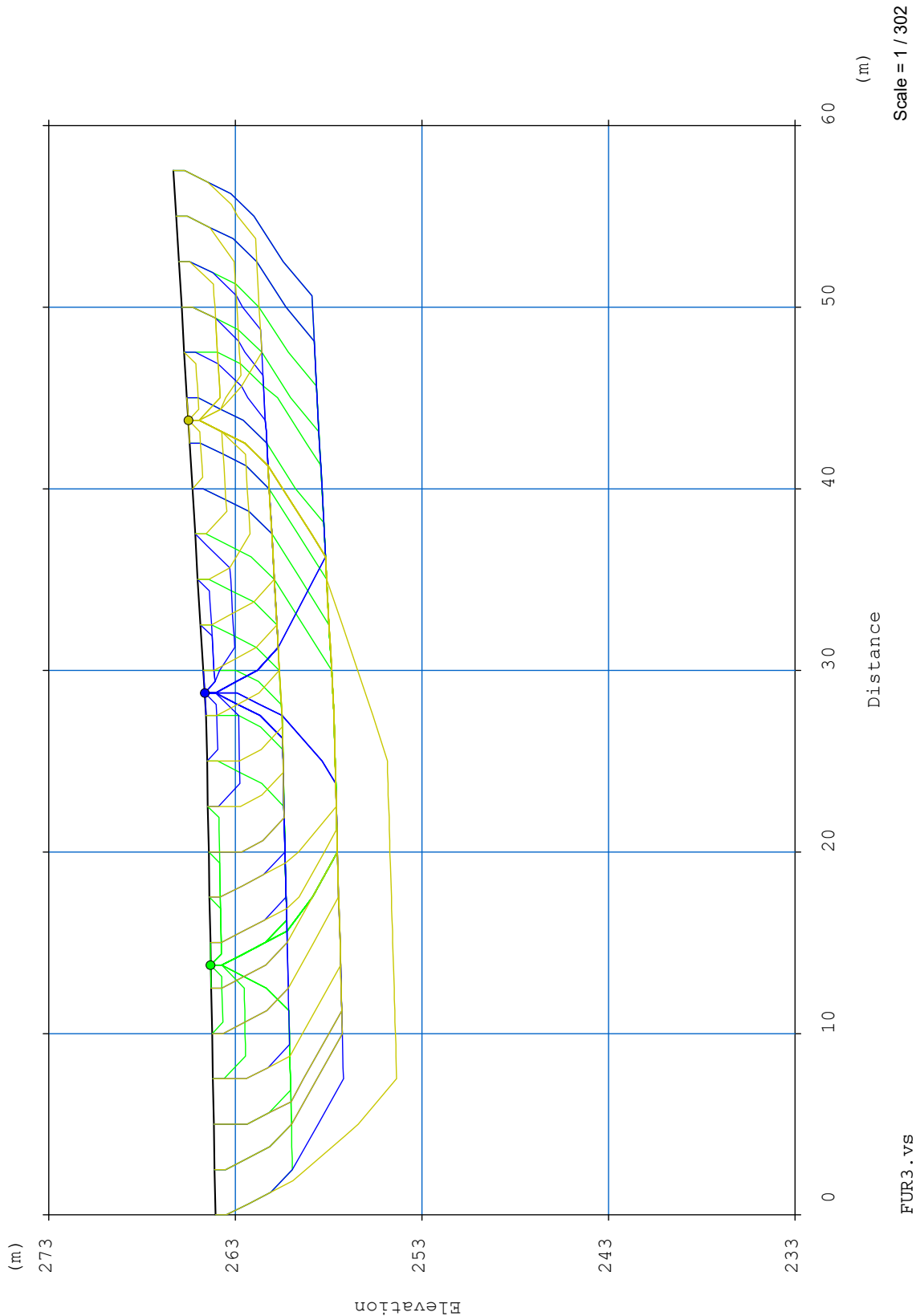
TOMOGRAFIA PRSE 861



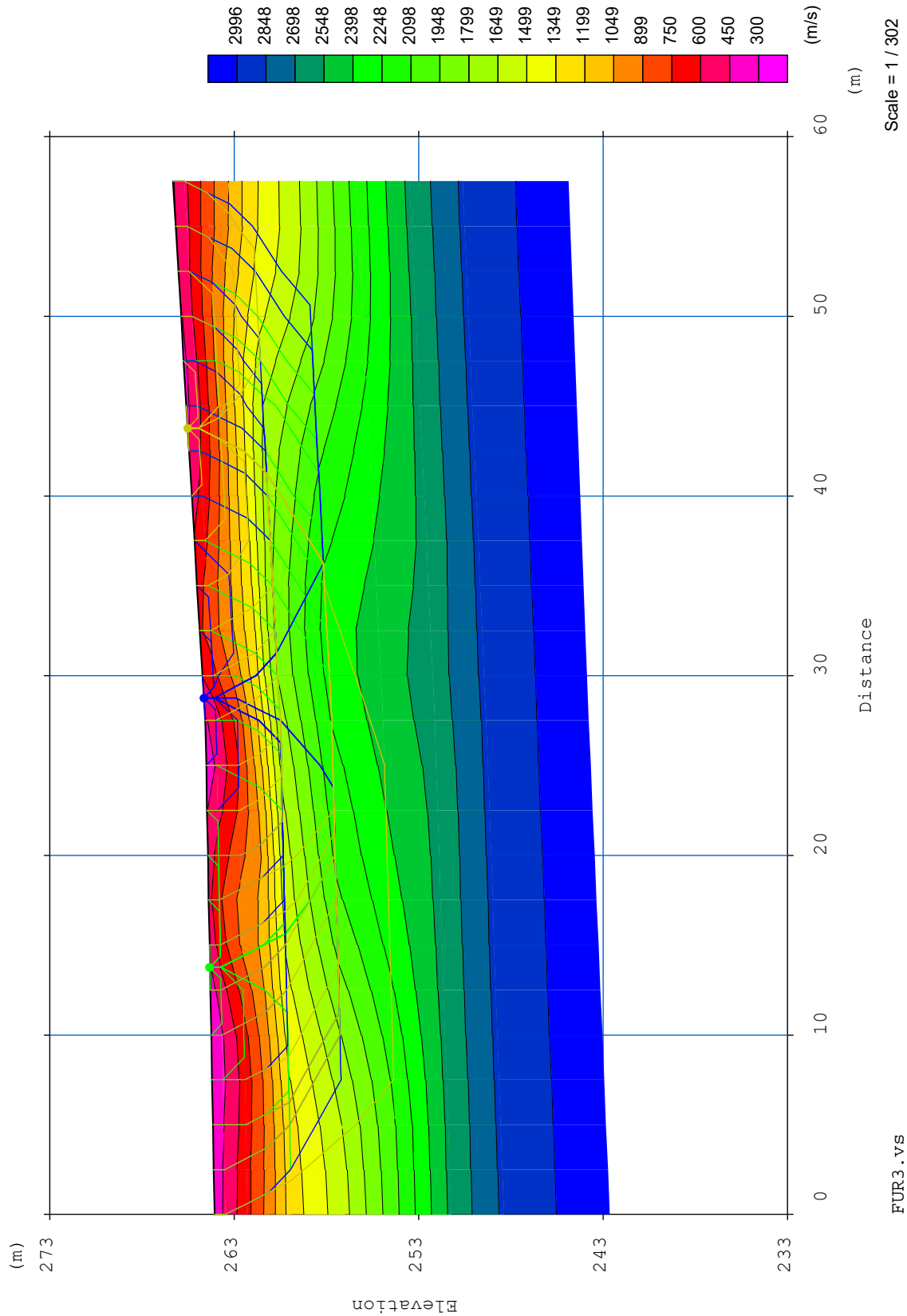
TOMOGRAFIA PRSE 861



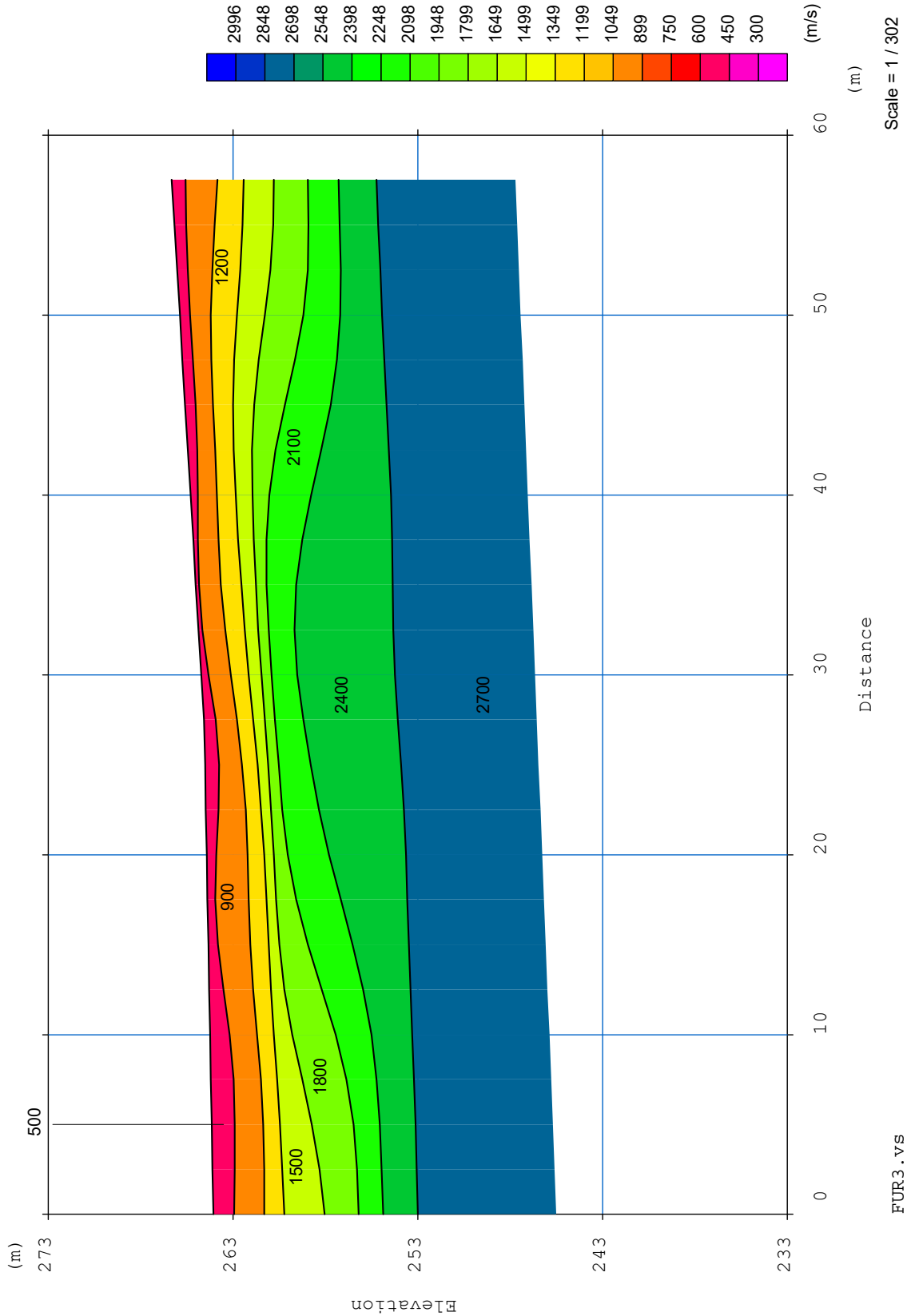
TOMOGRAFIA PRSE 861



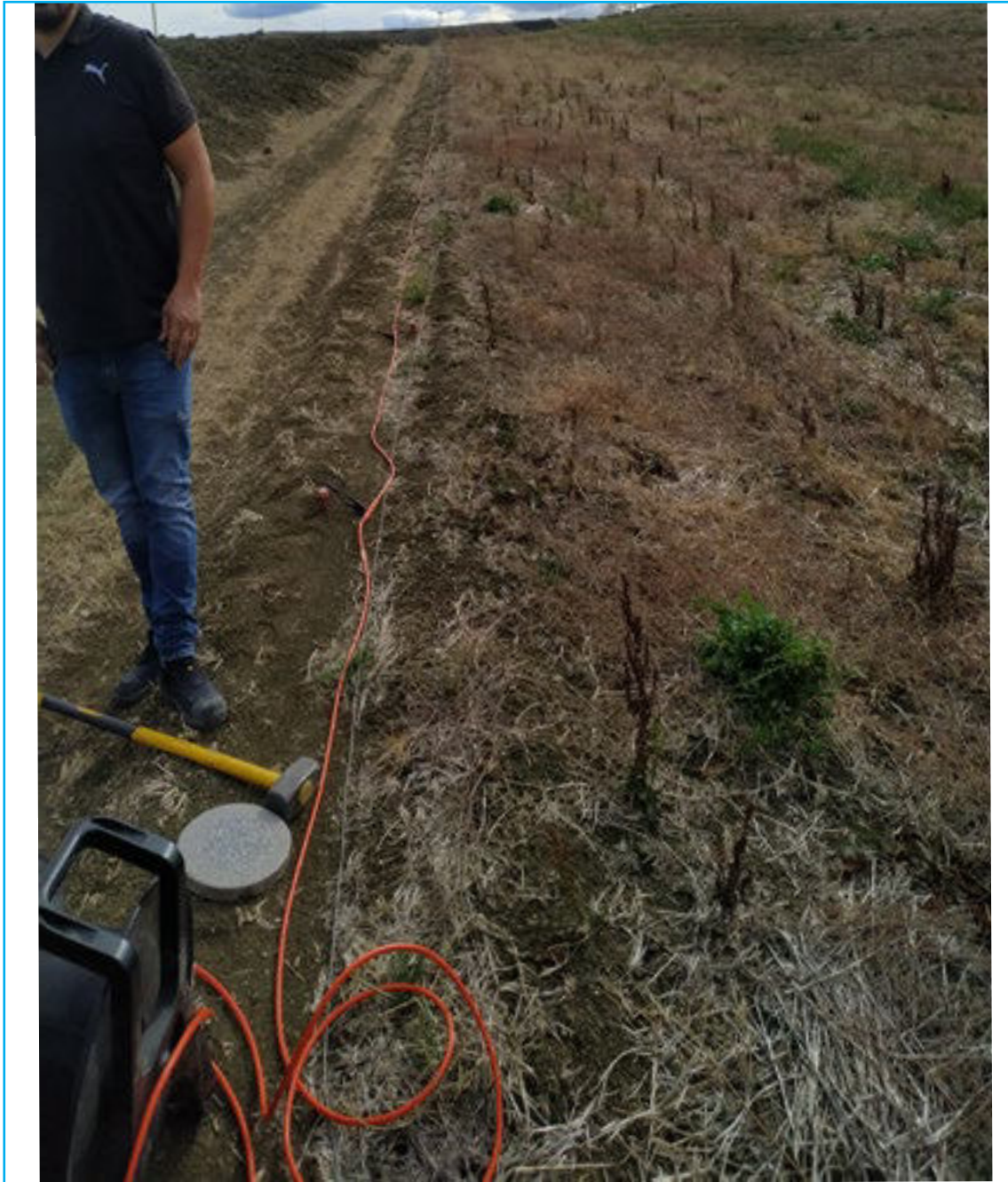
TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861

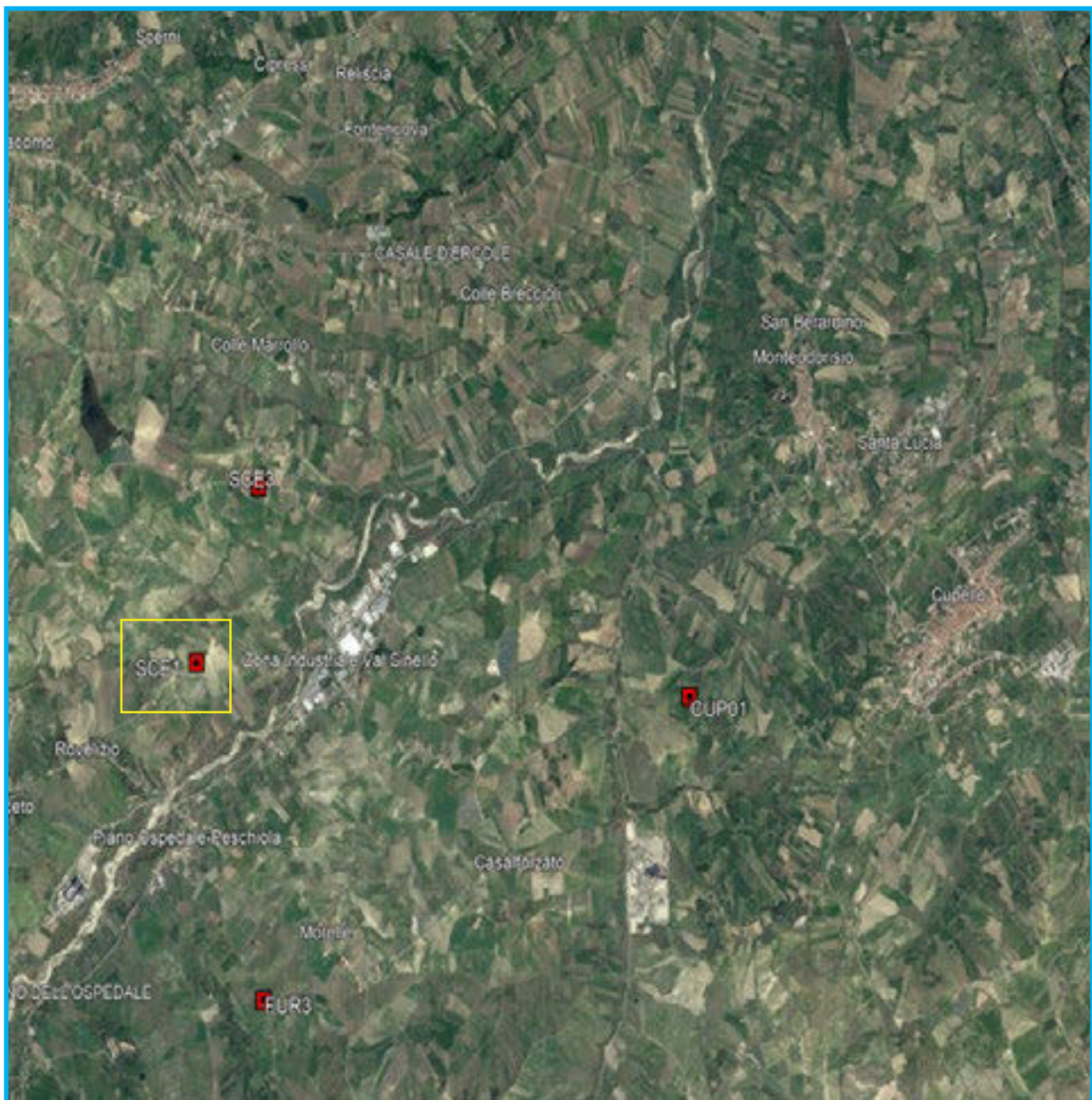


TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861

OGGETTO: PARCO EOLICO CUPELLO-SCERNI-FURCI COMMITTENZA: FURCI COLLECHIESI S.R.L.



TOMOGRAFIA PRSE 861

Id indagine PRSE 861 - SCE1
LOCALITA' SCERNI (CH)
DATA E ORA 09/11/2023

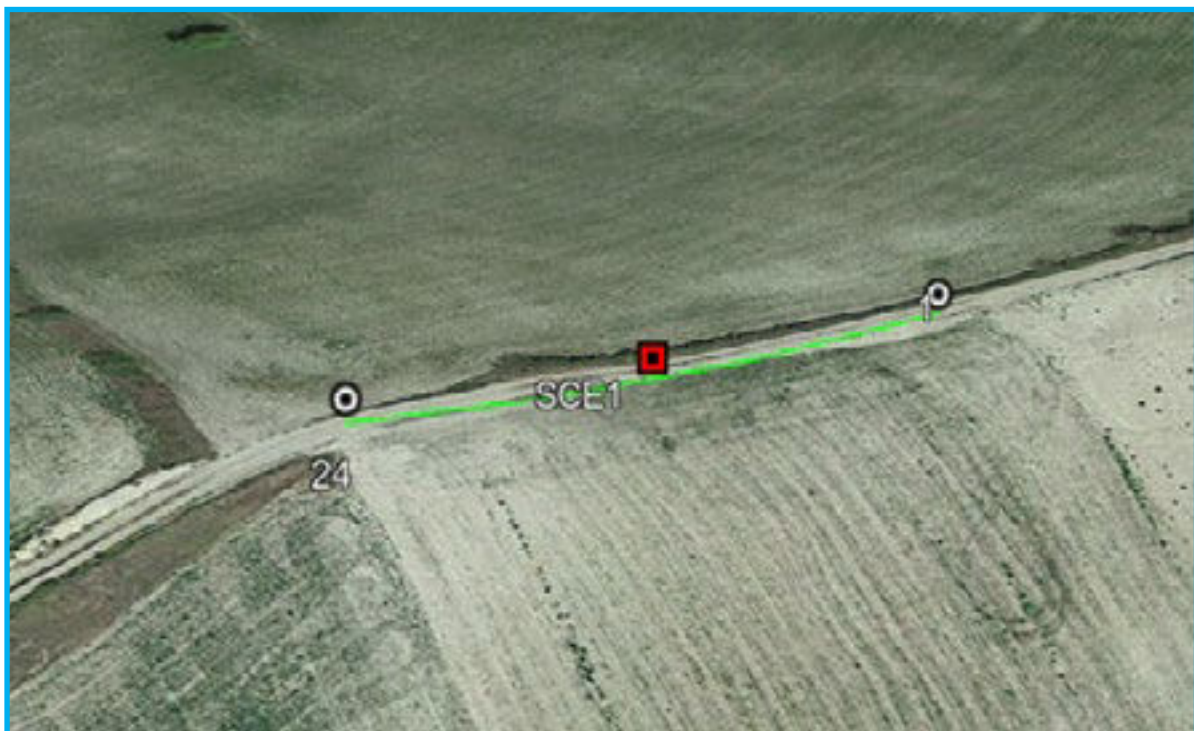
Coordinate WGS 84 :

Geofono 1: 42°04.043 N- 14°34.752 E
Geofono 12-13: 42°04.037 N- 14°34.732 E
Geofono 24: 42°04.030 N- 14°34.713 E

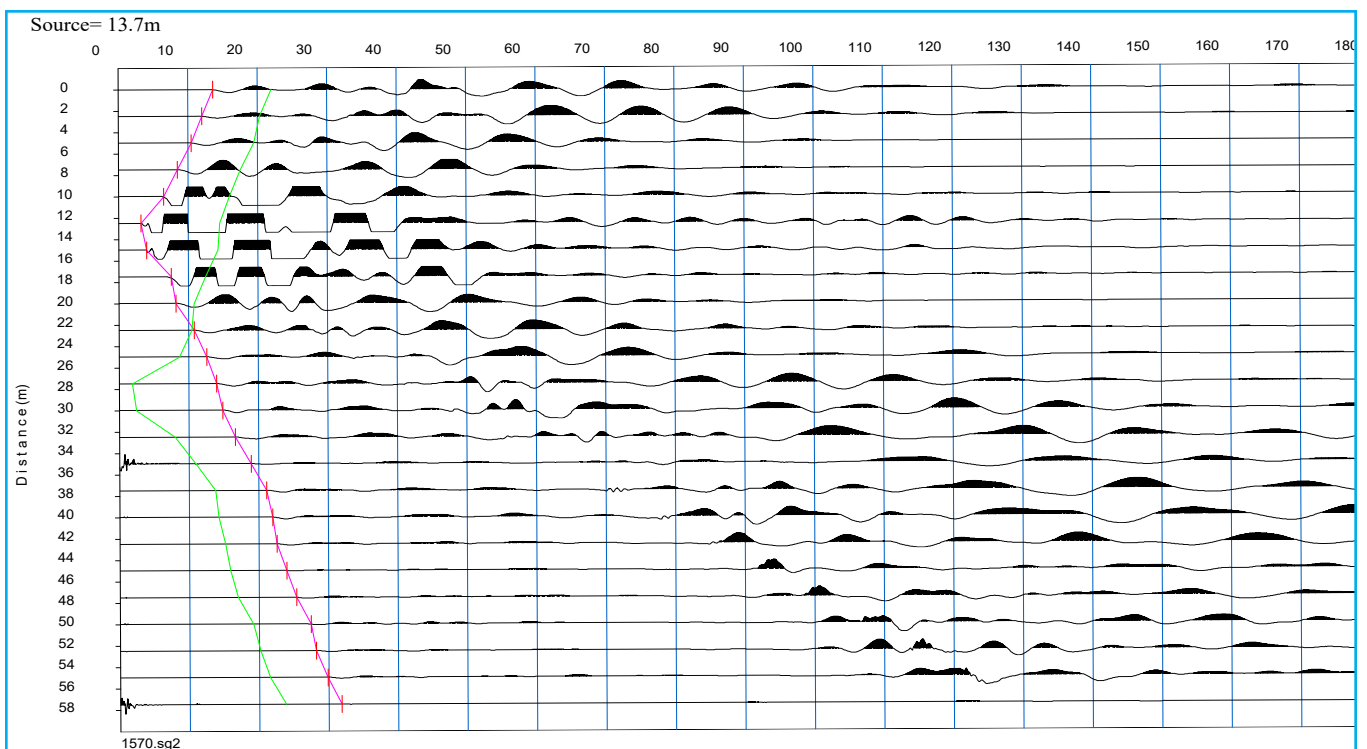
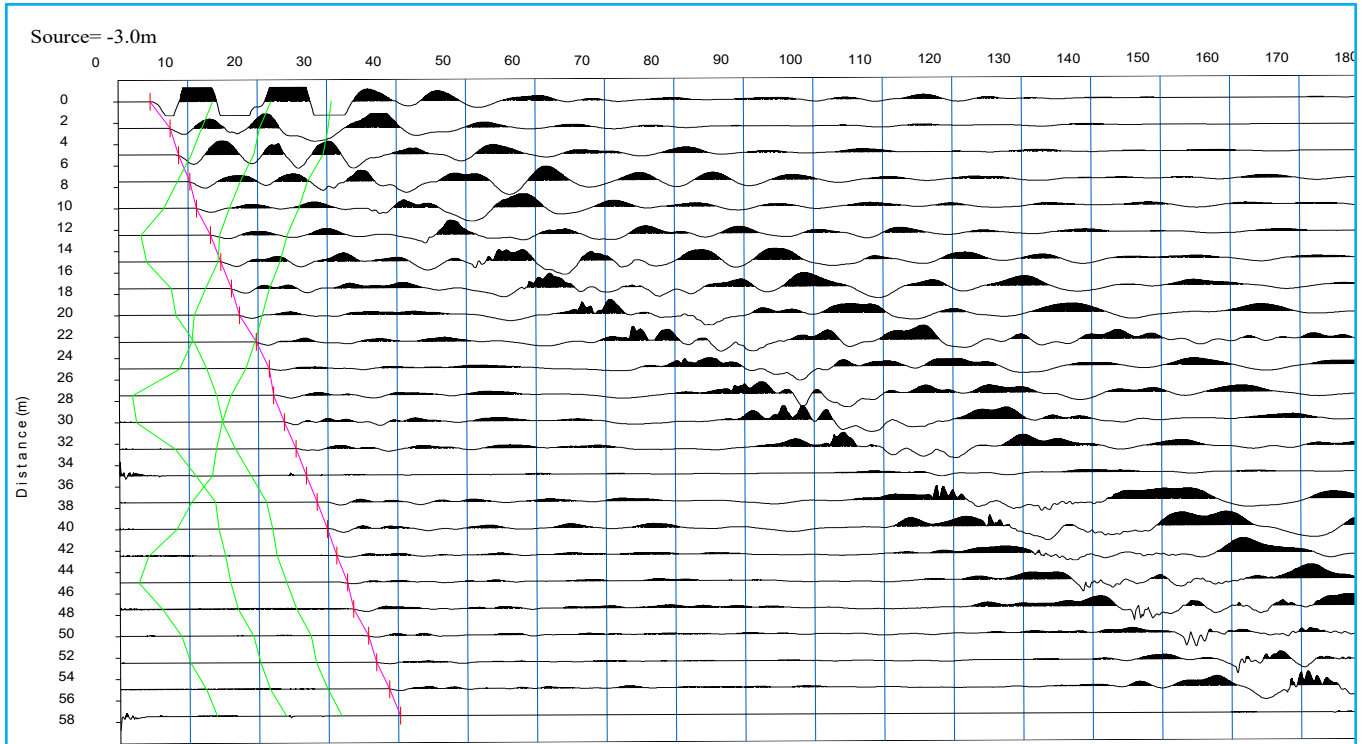
Onde P-Acquisizione dei dati

Distanza tra i geofoni : 2.5 m
Estensione della prova: 60 m
Posizione dello scoppio:

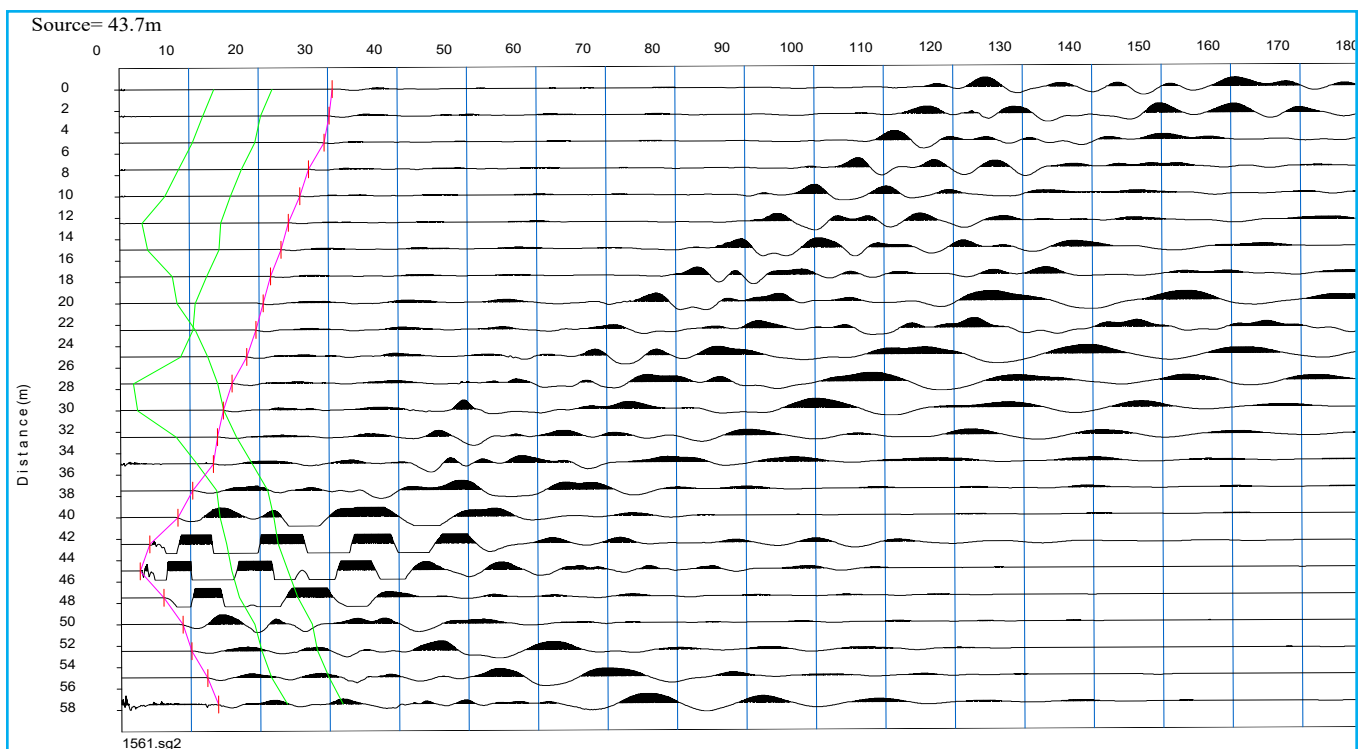
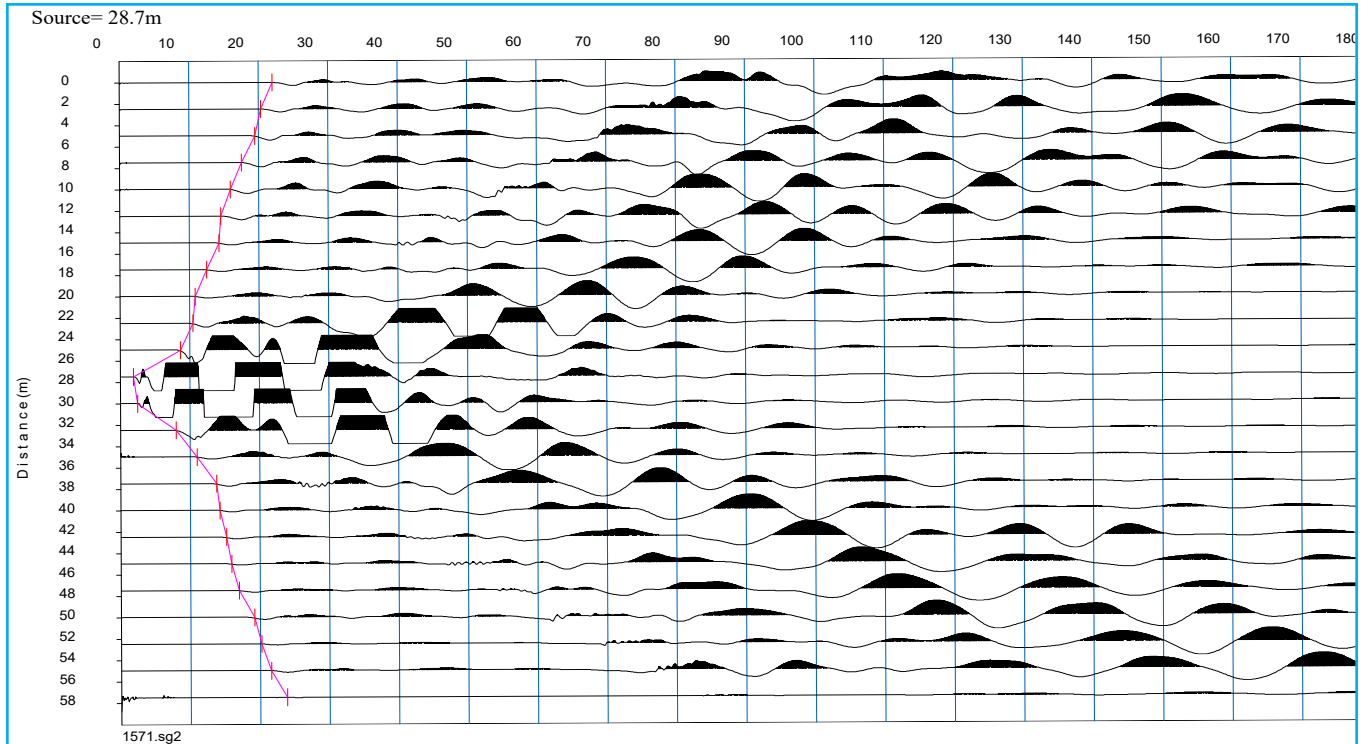
Scoppio 1: -3 m;
Scoppio 2: 13.75 m;
Scoppio 3: 28.75 m;
Scoppio 4: 43.75m;
Scoppio 5: 60.5 m;



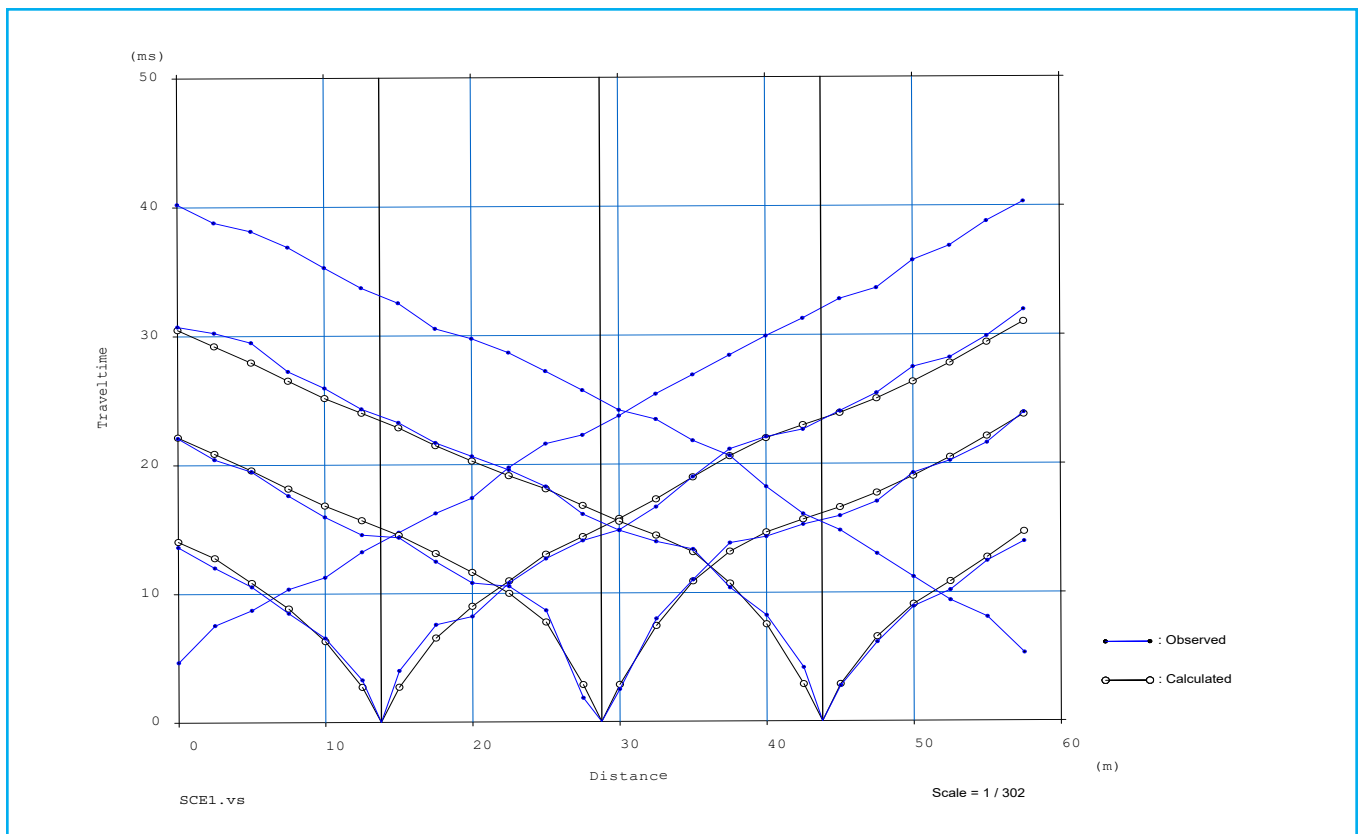
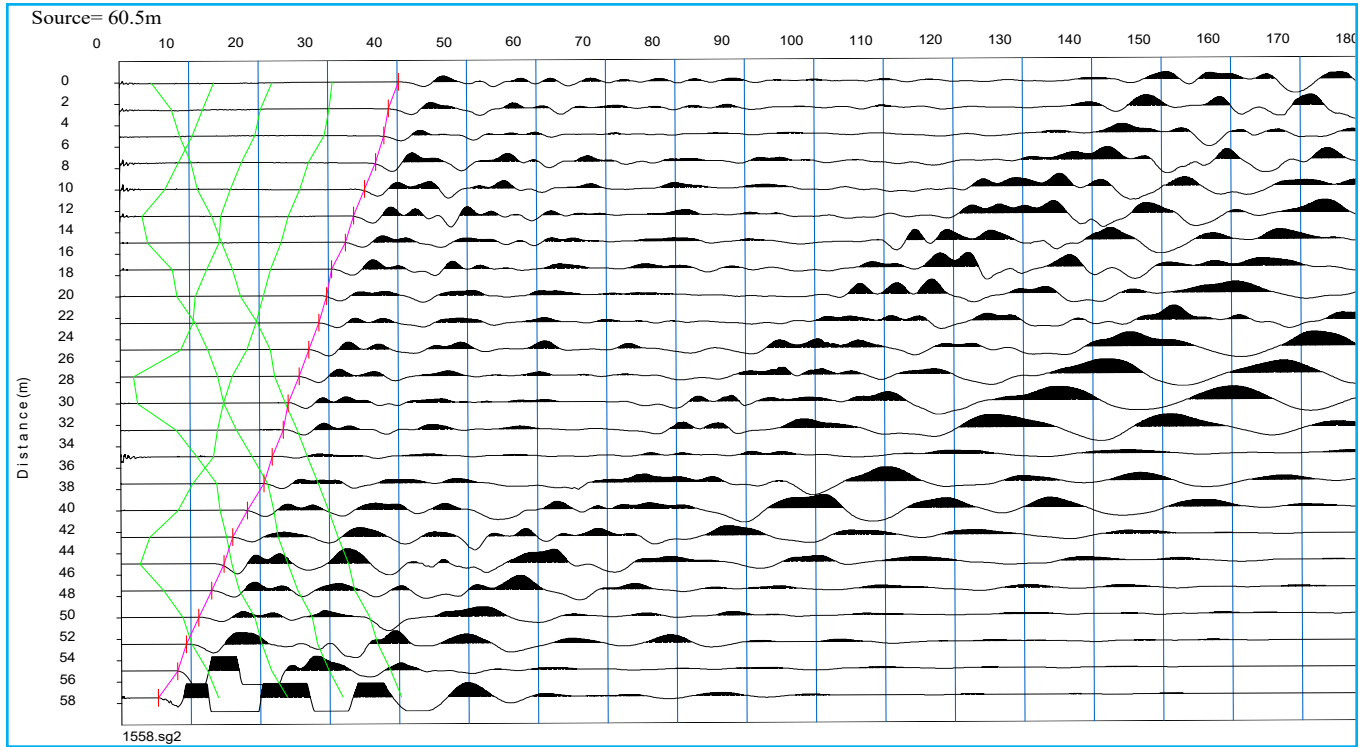
TOMOGRAFIA PRSE 861



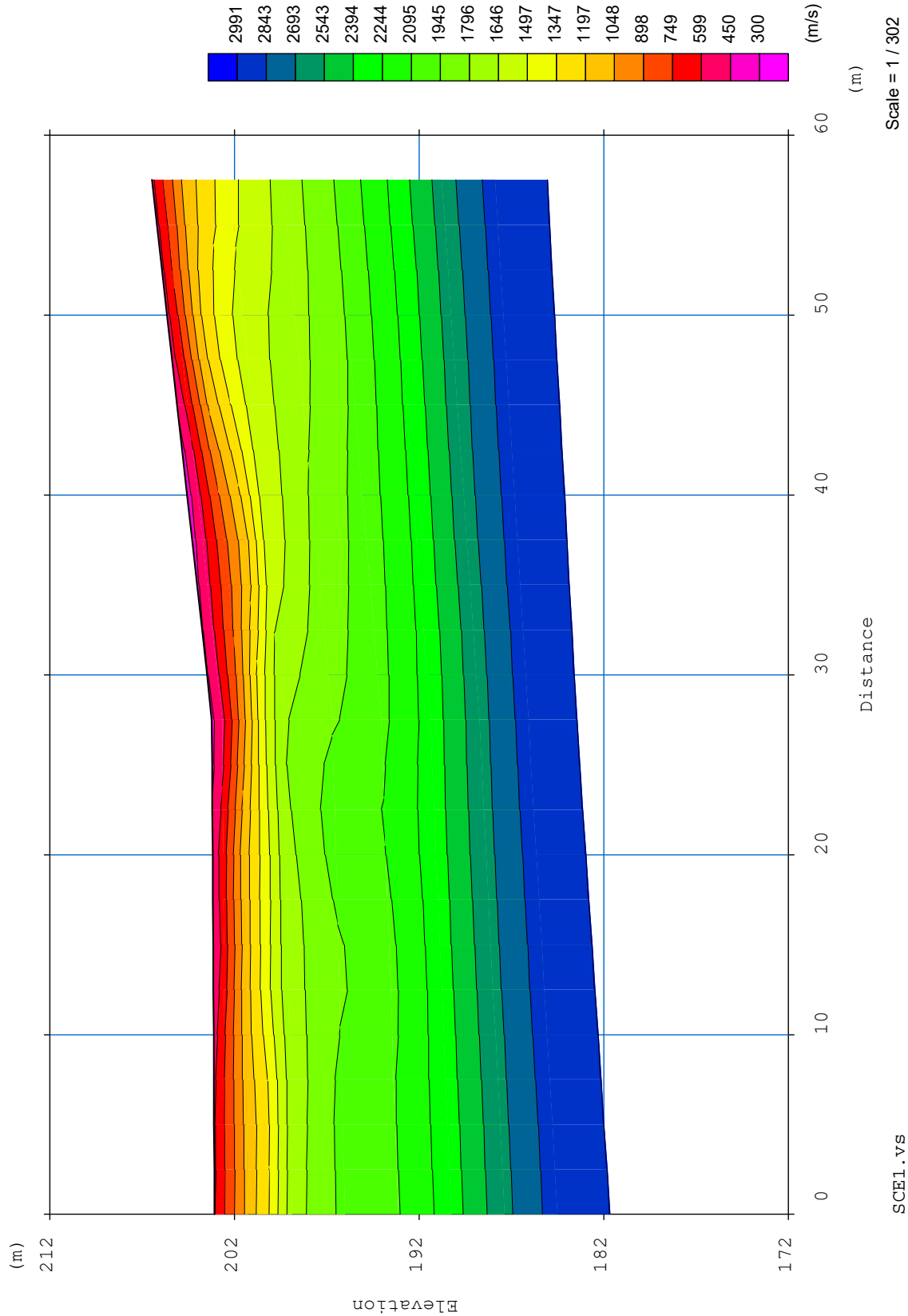
TOMOGRAFIA PRSE 861



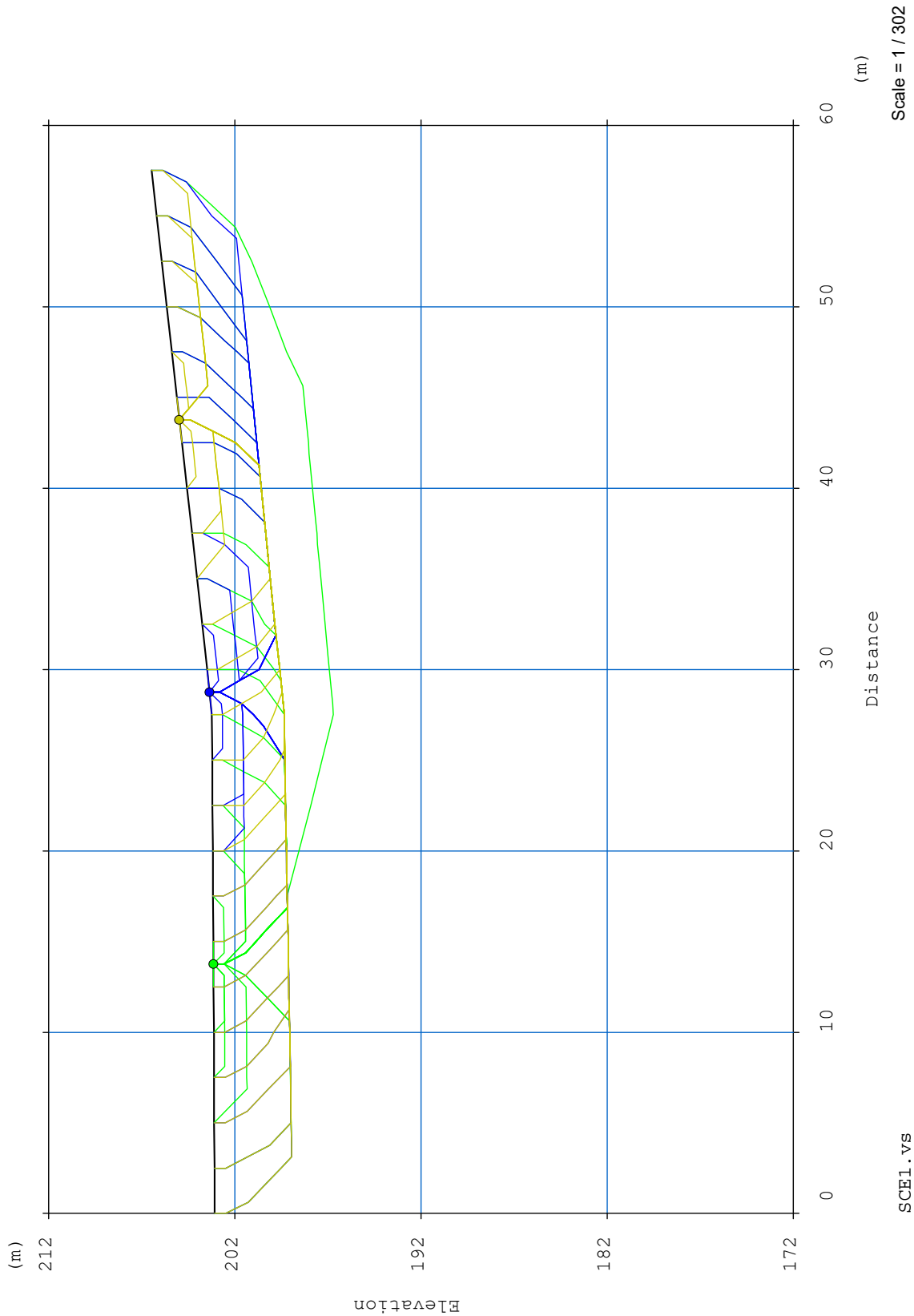
TOMOGRAFIA PRSE 861



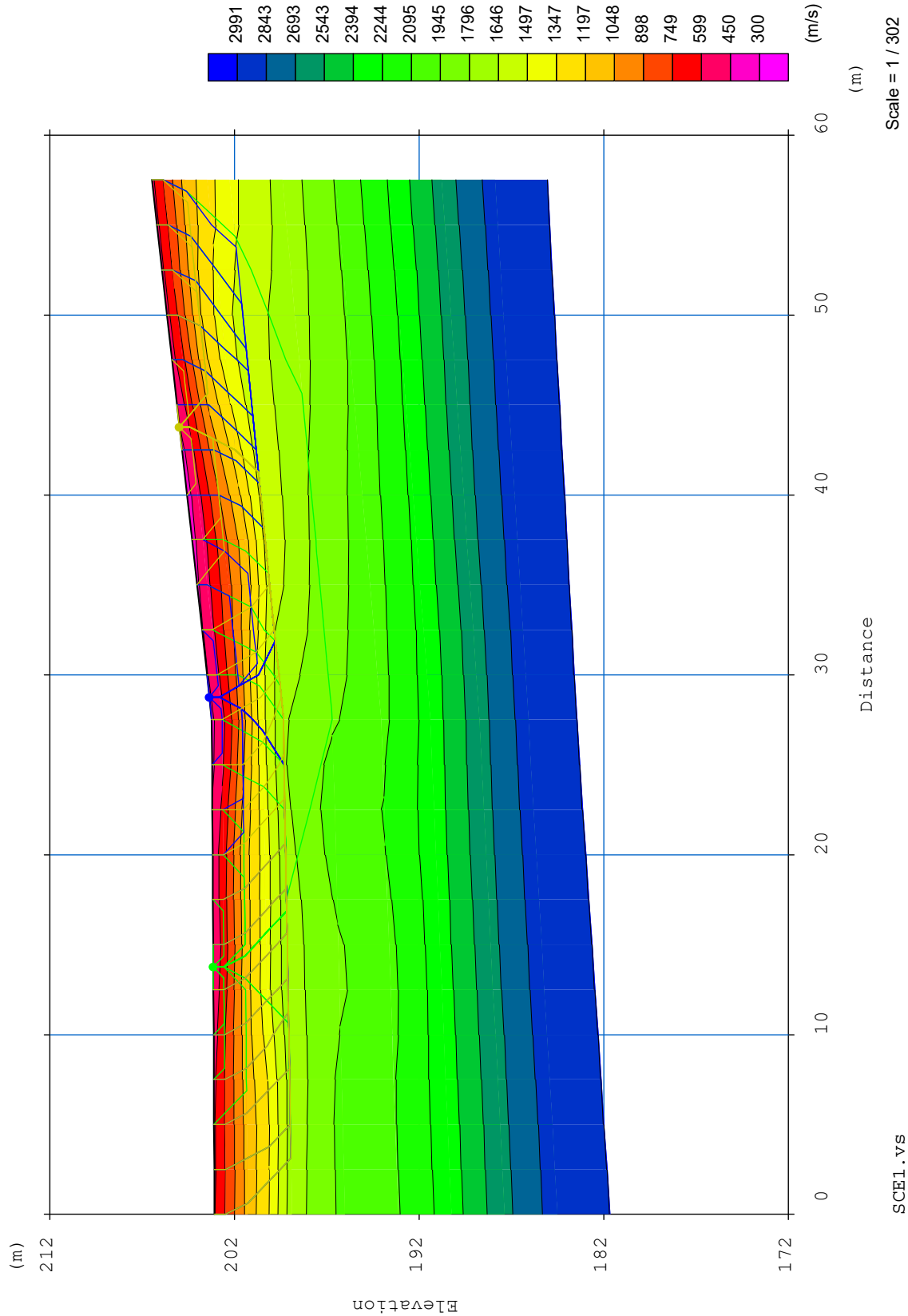
TOMOGRAFIA PRSE 861



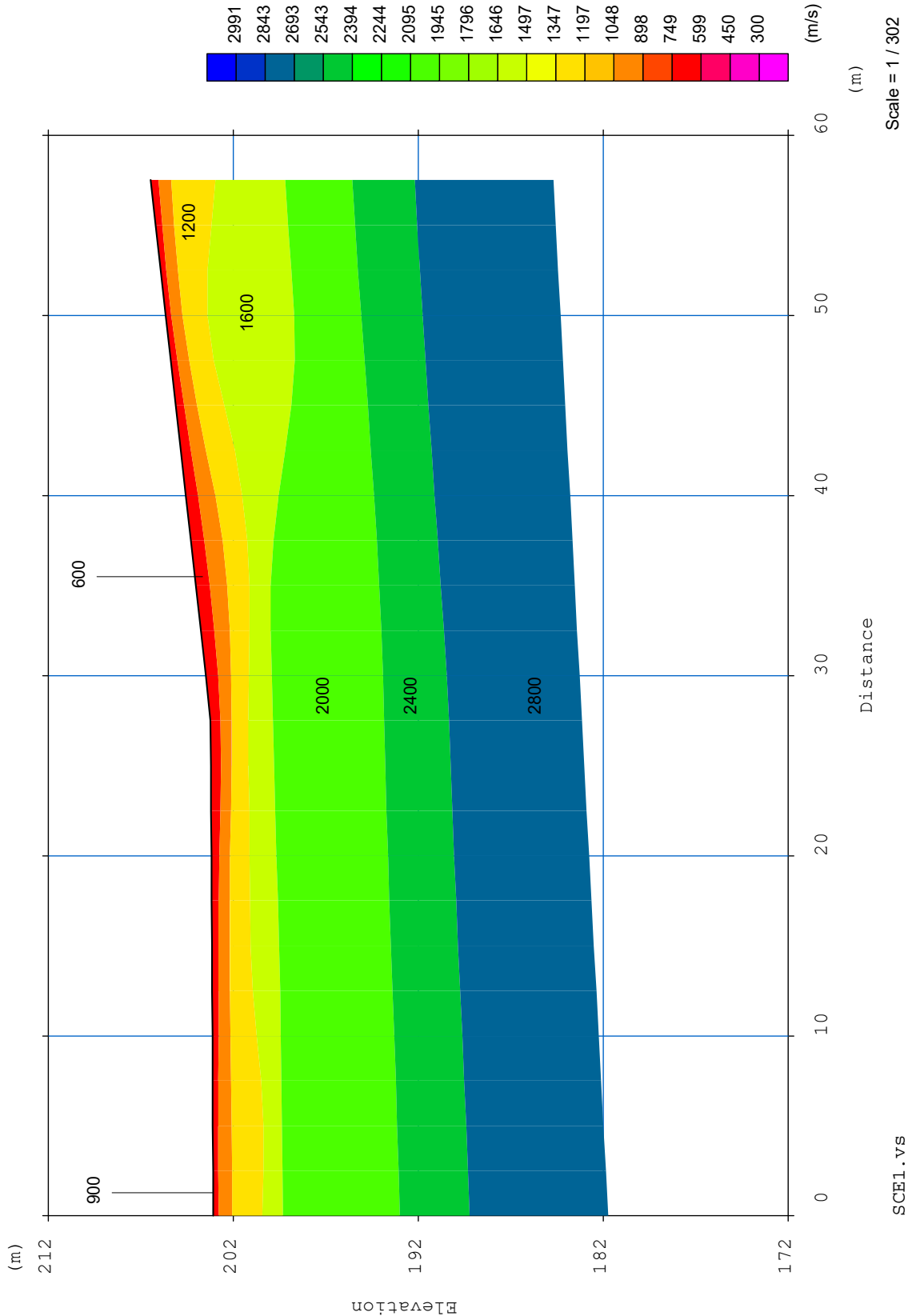
TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861

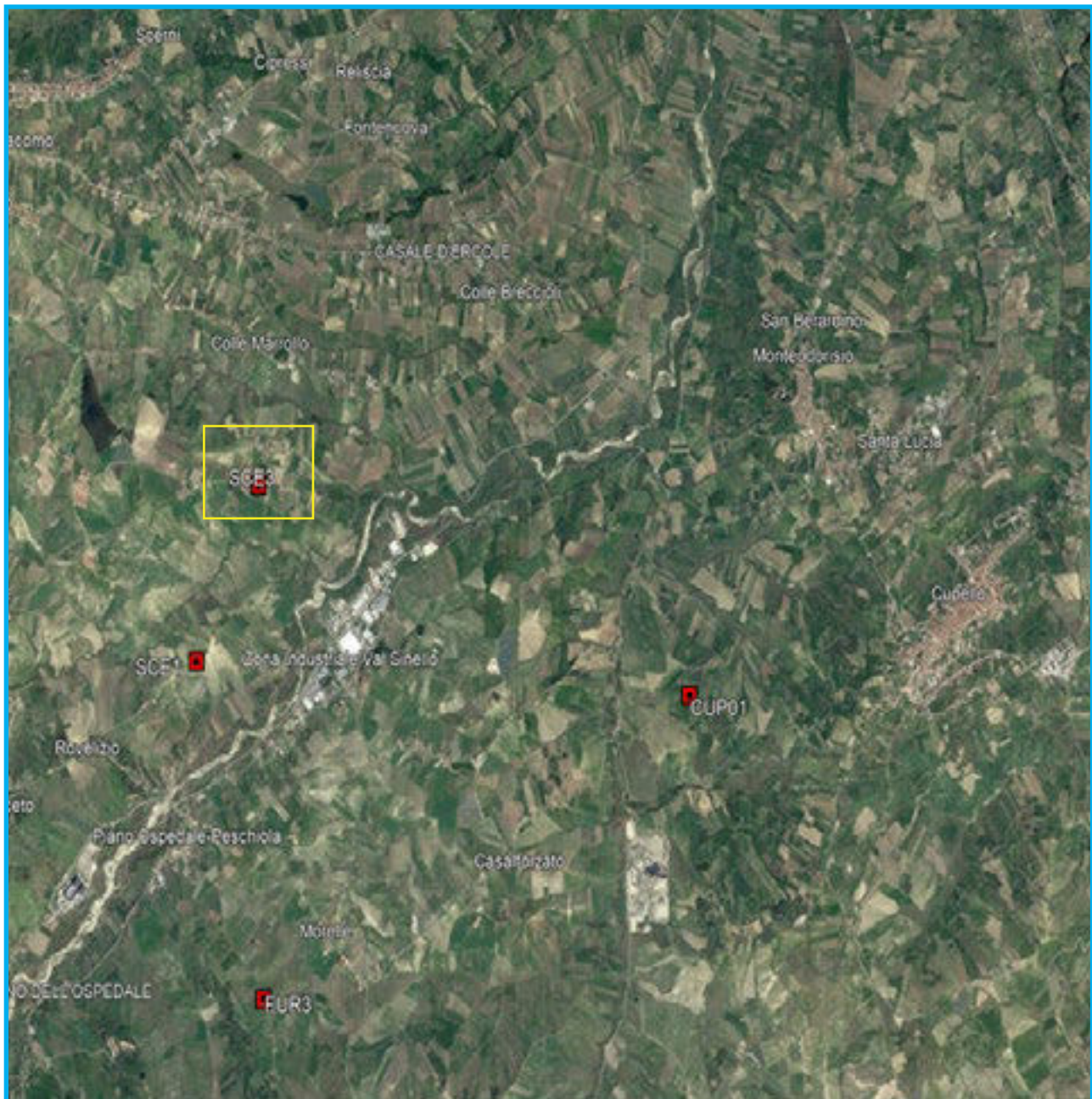


TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861

OGGETTO: PARCO EOLICO CUPELLO-SCERNI-FURCI COMMITTENZA: FURCI COLLECHIESI S.R.L.



TOMOGRAFIA PRSE 861

Id indagine PRSE 861 - SCE3
LOCALITA' SCERNI (CH)
DATA E ORA 09/11/2023

Coordinate WGS 84 :

Geofono 1: 42°04.816 N- 14°35.201 E
Geofono 12-13: 42°04.818 N- 14°35.179 E
Geofono 24: 42°04.818 N- 14°35.158 E

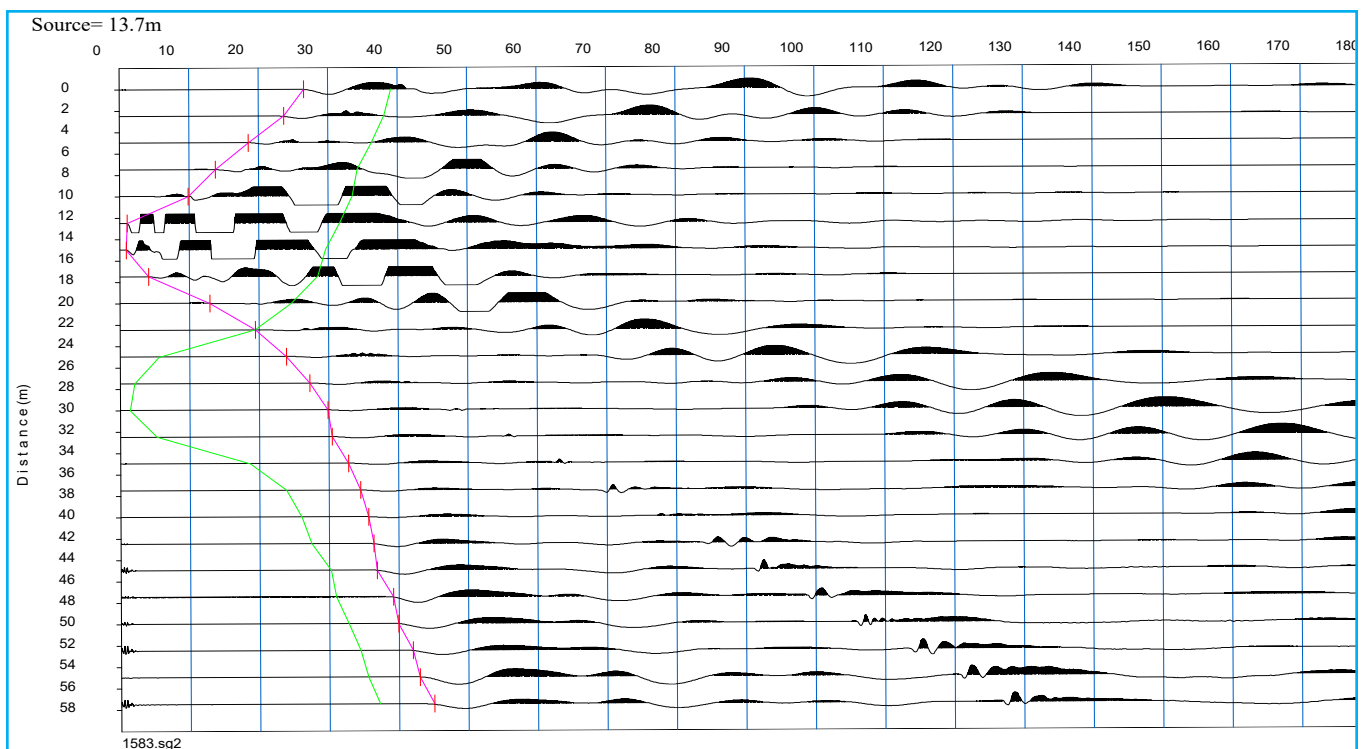
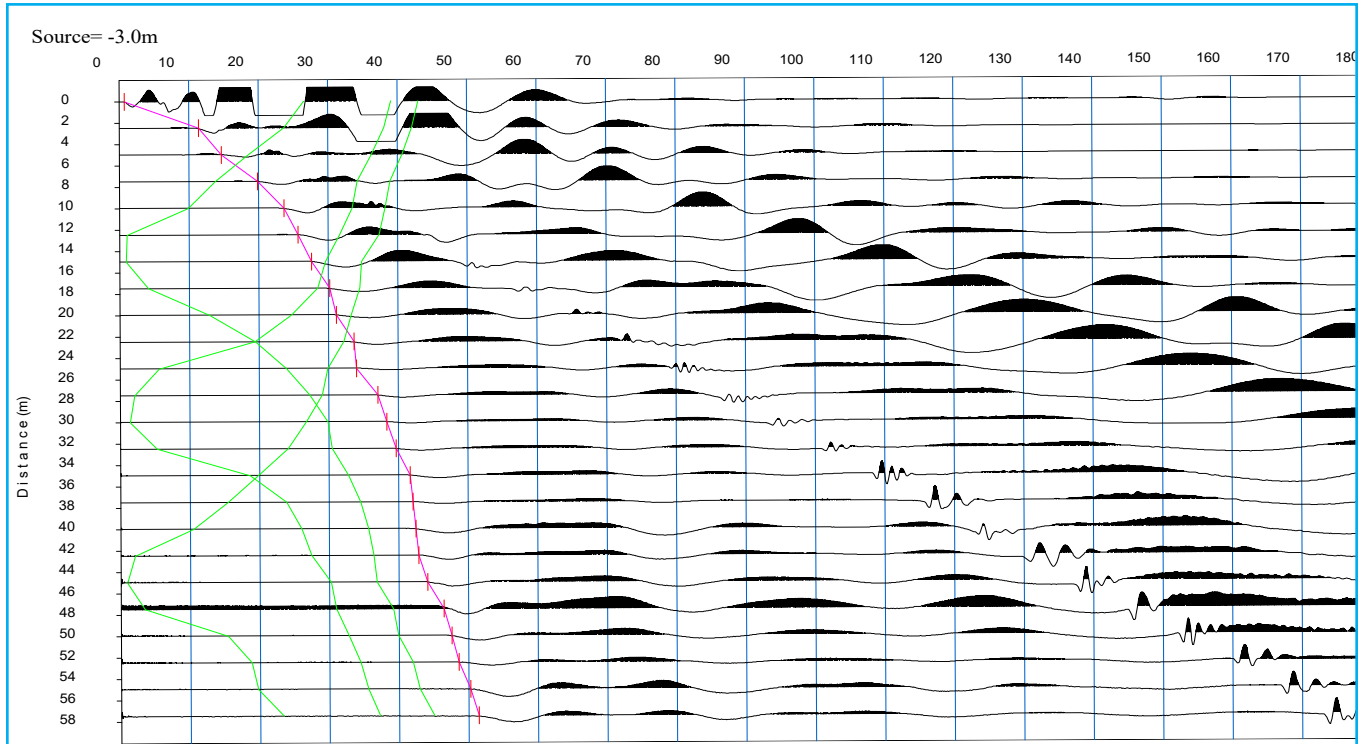
Onde P-Acquisizione dei dati

Distanza tra i geofoni : 2.5 m
Estensione della prova: 60 m
Posizione dello scoppio:

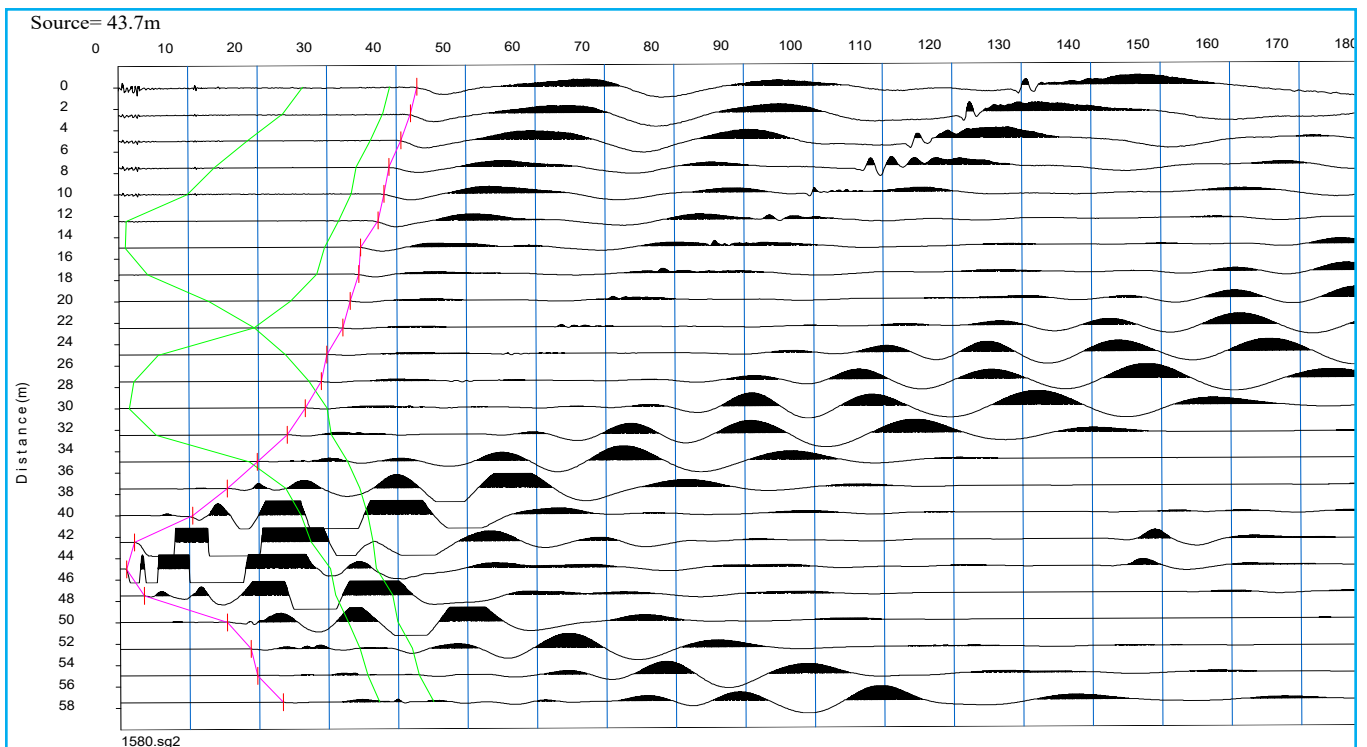
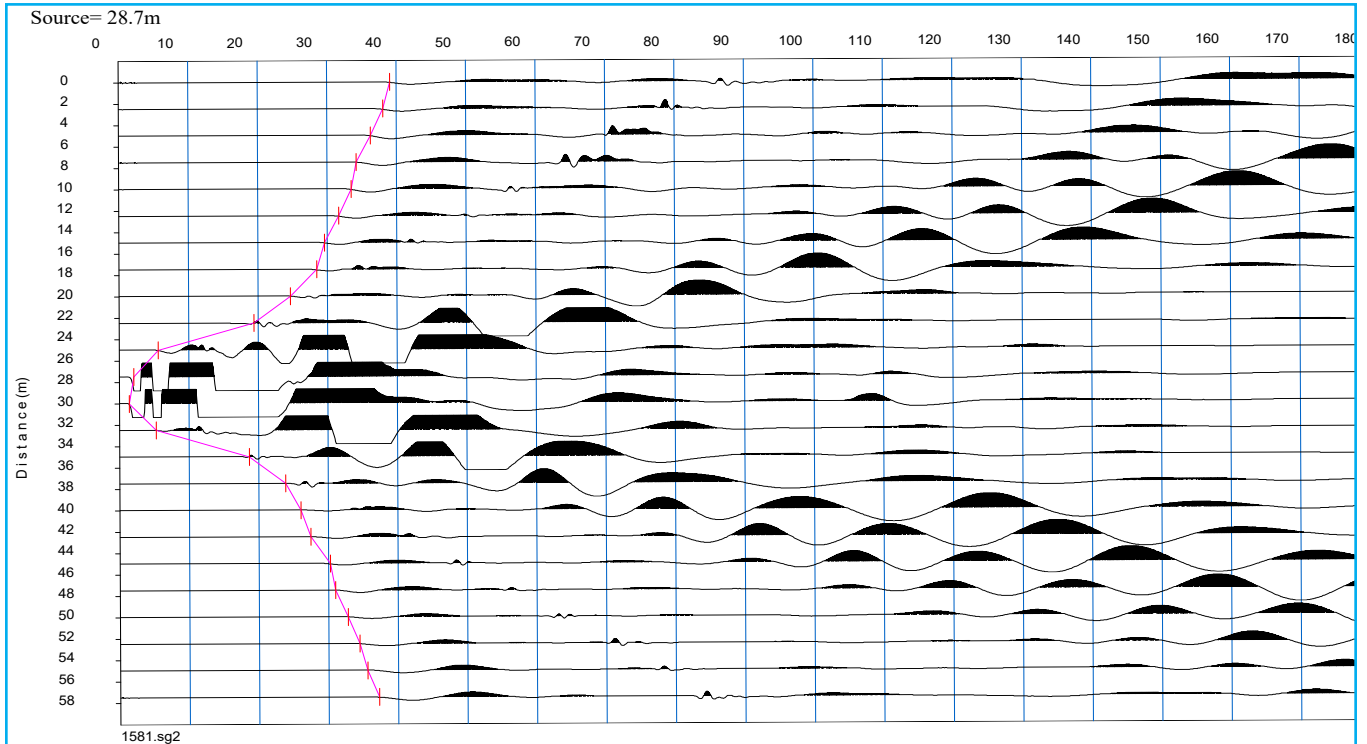
Scoppio 1: -3 m;
Scoppio 2: 13.75 m;
Scoppio 3: 28.75 m;
Scoppio 4: 43.75m;
Scoppio 5: 60.5 m;



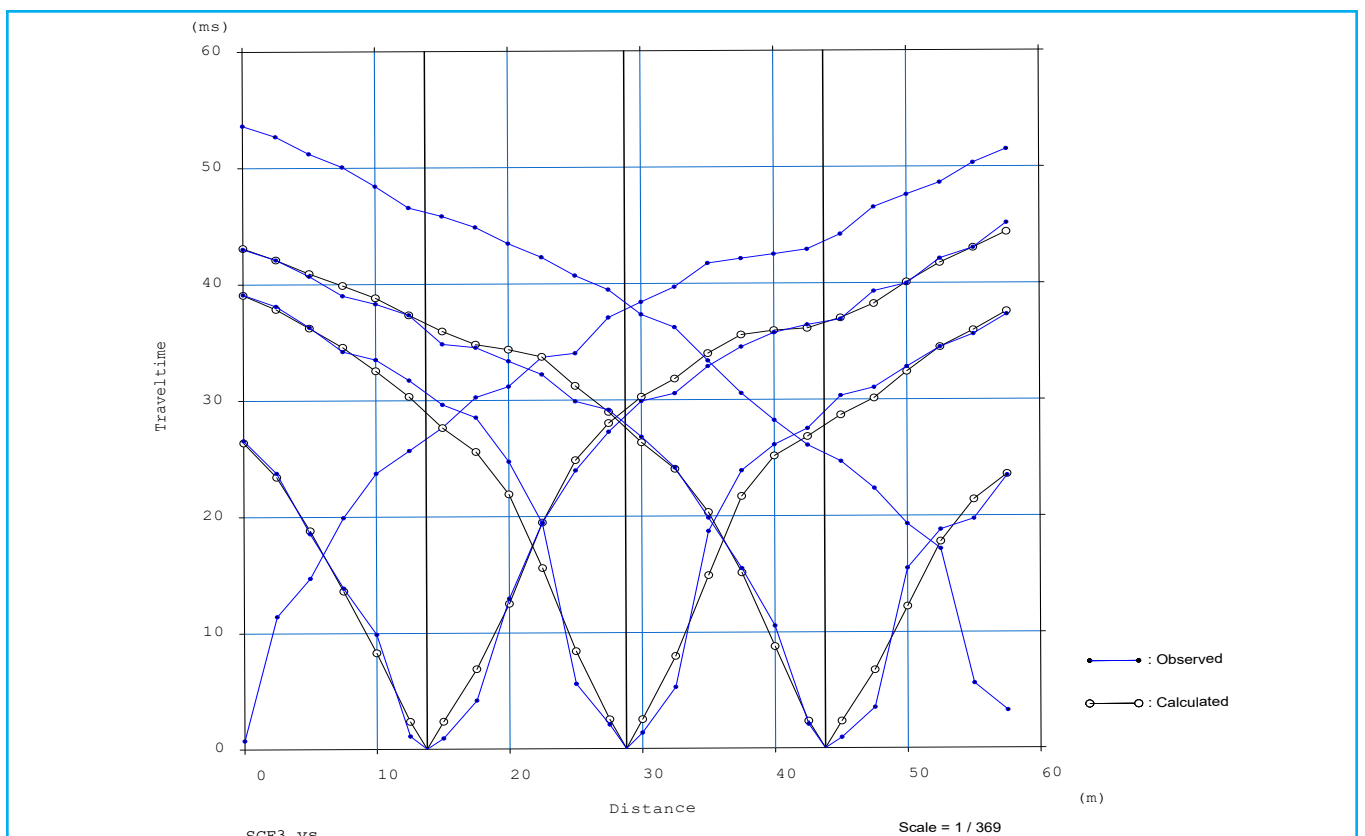
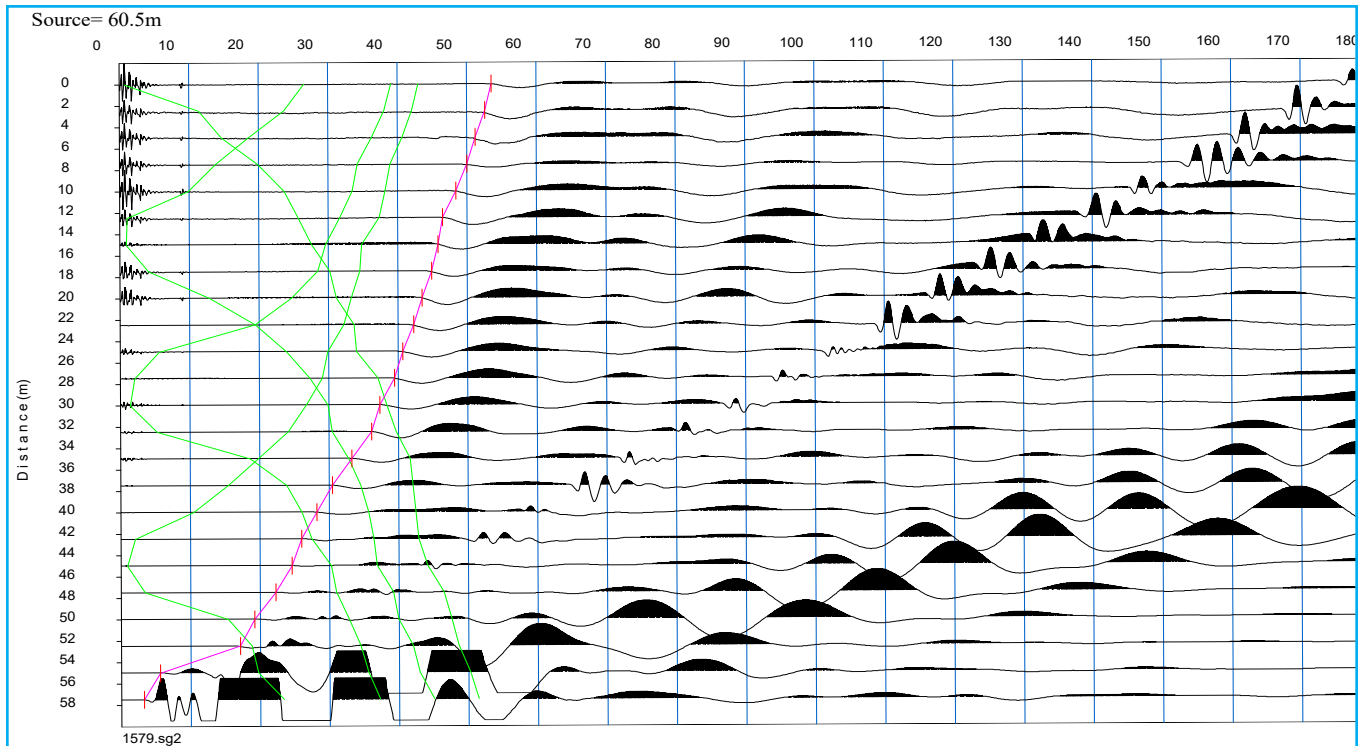
TOMOGRAFIA PRSE 861



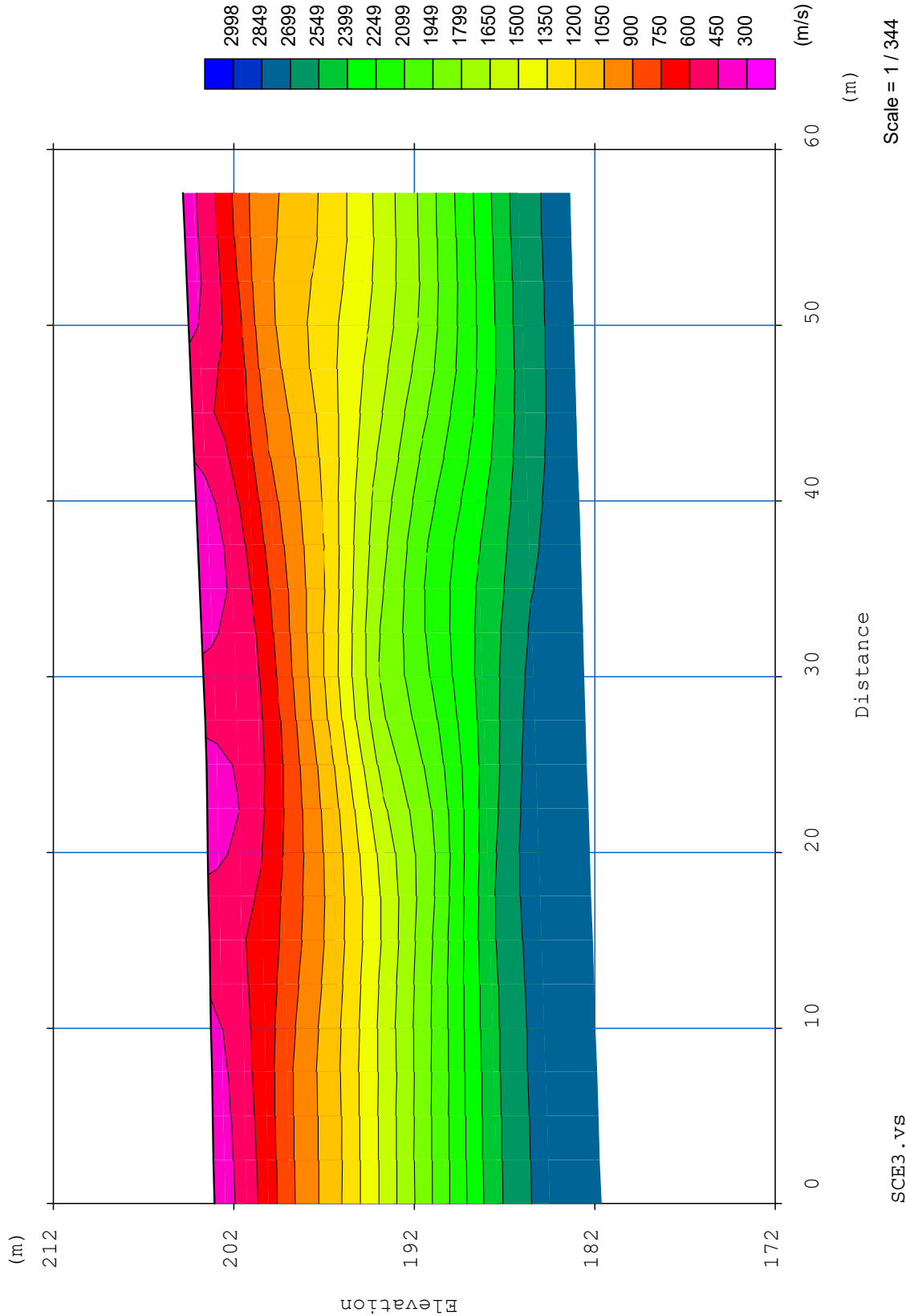
TOMOGRAFIA PRSE 861



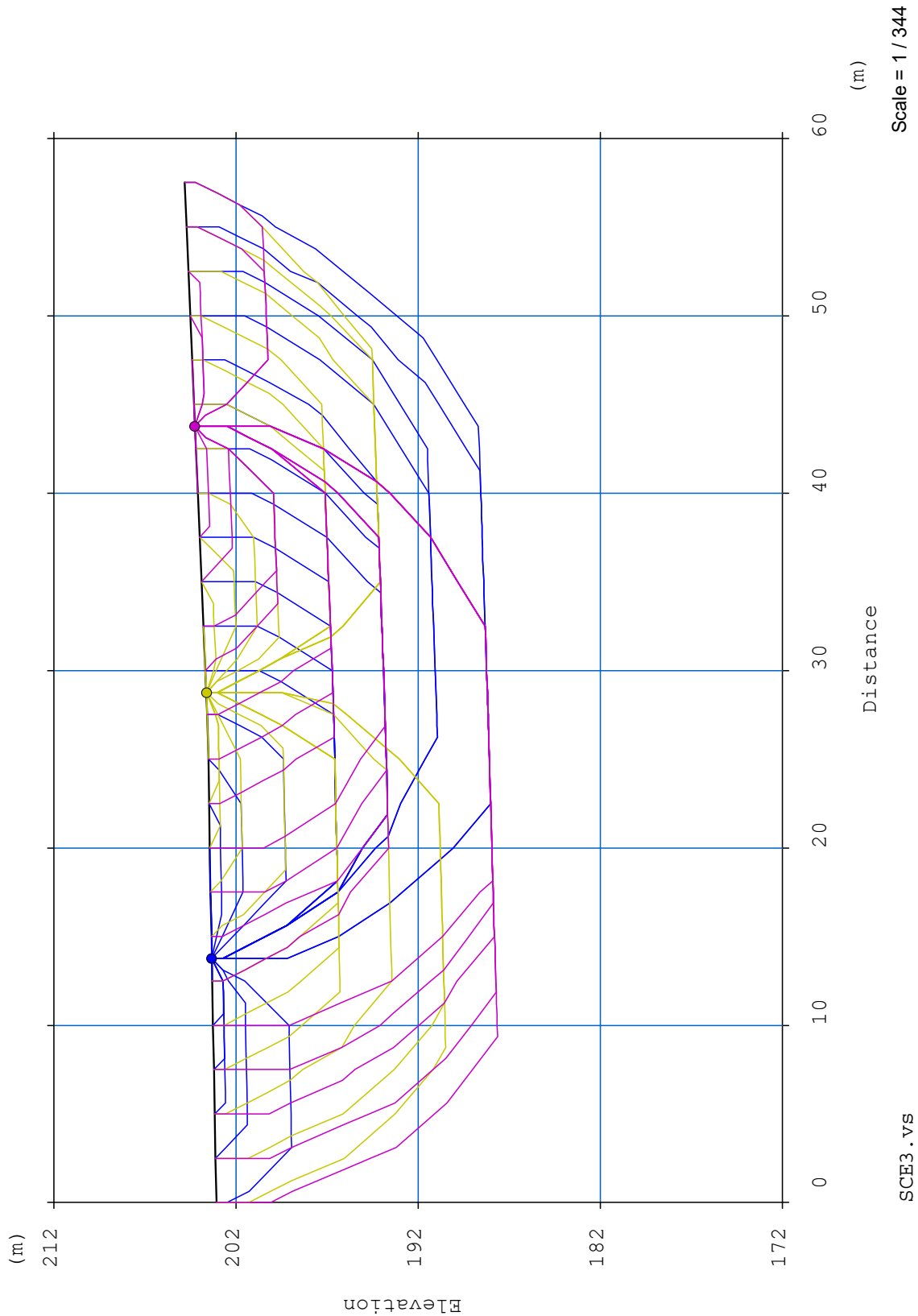
TOMOGRAFIA PRSE 861



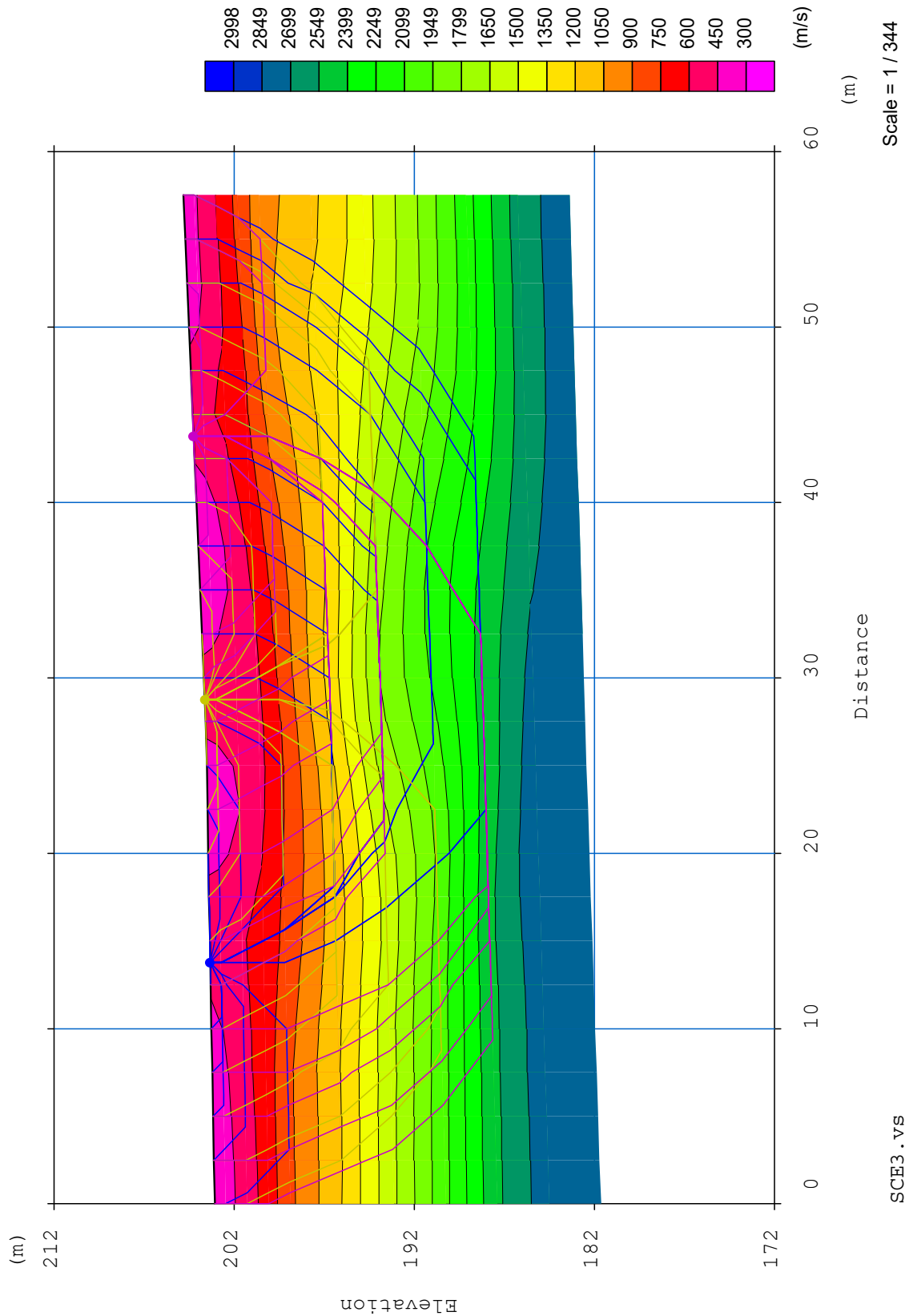
TOMOGRAFIA PRSE 861



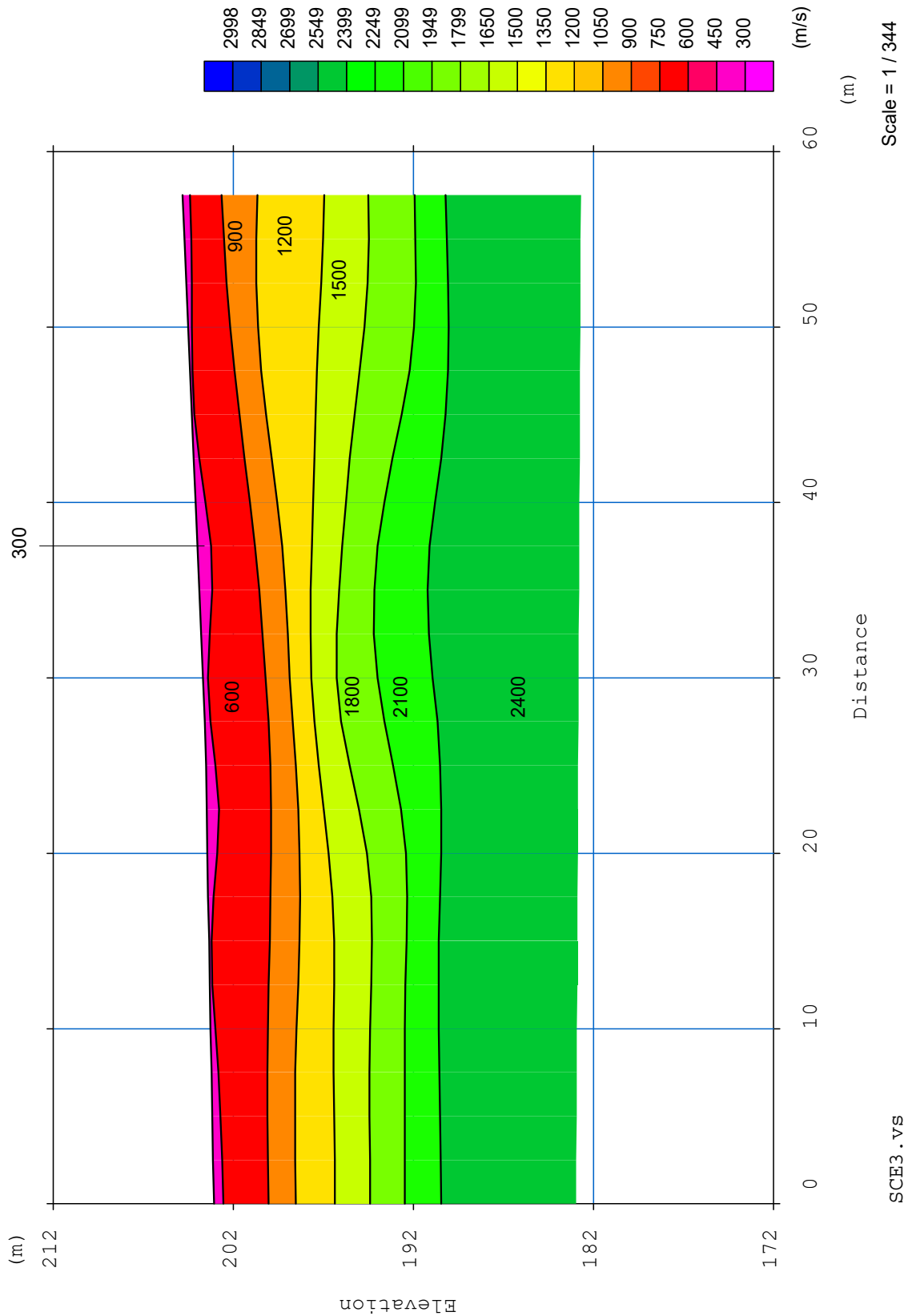
TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861



TOMOGRAFIA PRSE 861



PRSE 861 – MASW

OGGETTO: PARCO EOLICO CUPELLO-SCERNI-FURCI
COMMITTENZA: FURCI COLLECHIESI S.R.L.



PRSE 861 – TOMOGRAFIA MASW

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

Moto del segnale sismico

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

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

Onde di Rayleigh – “R”

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

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno e si comportano in modo indipendente, non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato, dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali; si osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità-frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

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

$$v = f \times l$$

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

PRSE 861 – TOMOGRAFIA

Modi di vibrazione

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

Profondità di indagine

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

Id indagine MASW-CUP1
LOCALITA' CUPELLO (CH)
DATA E ORA 09/11/23

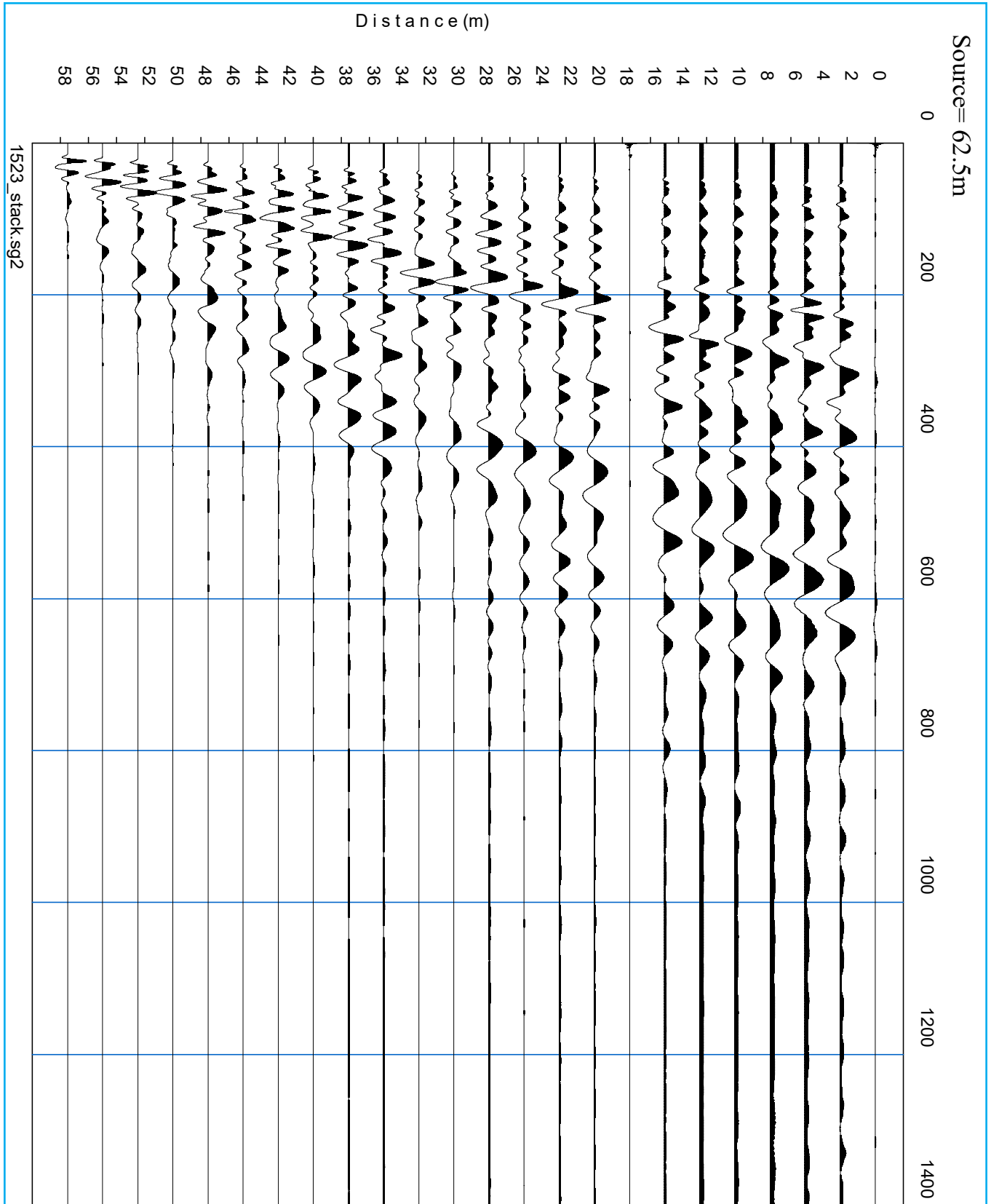
Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta +5m.

Coordinate WGS 84 :

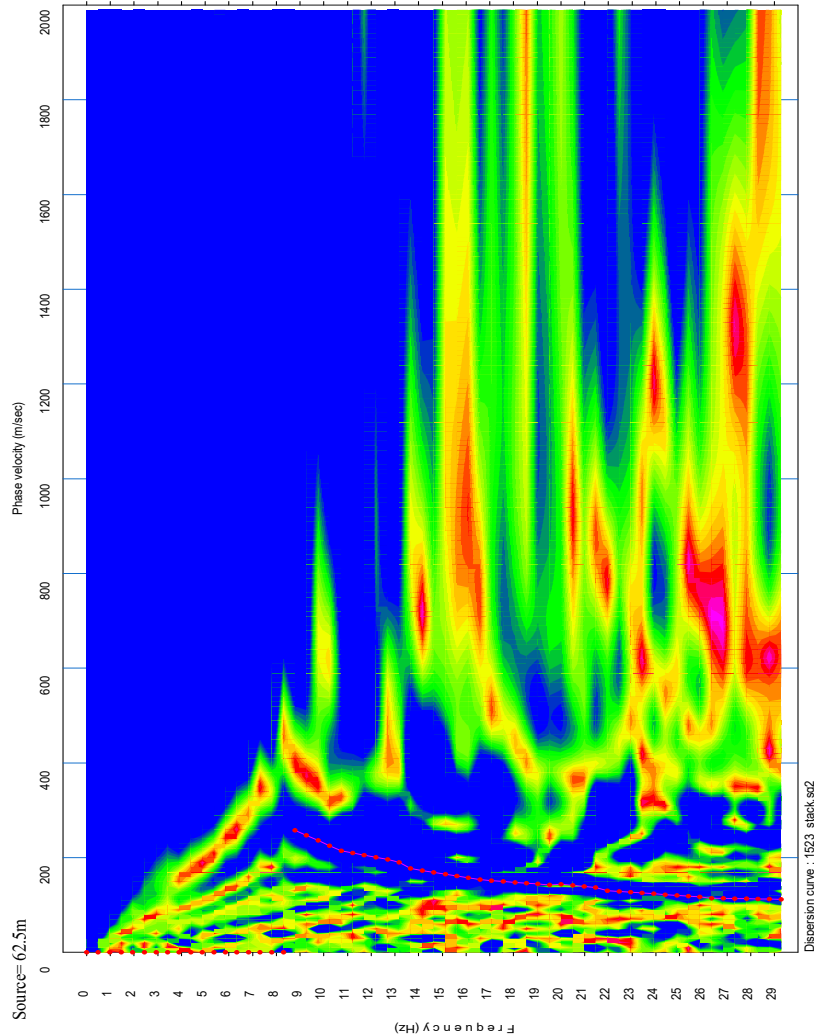
Geofono 1: 42°03.871 N- 14°38.317 E
Geofono 12-13: 42°03.866 N- 14°38.310 E
Geofono 24: 42°03.902 N- 14°38.302 E



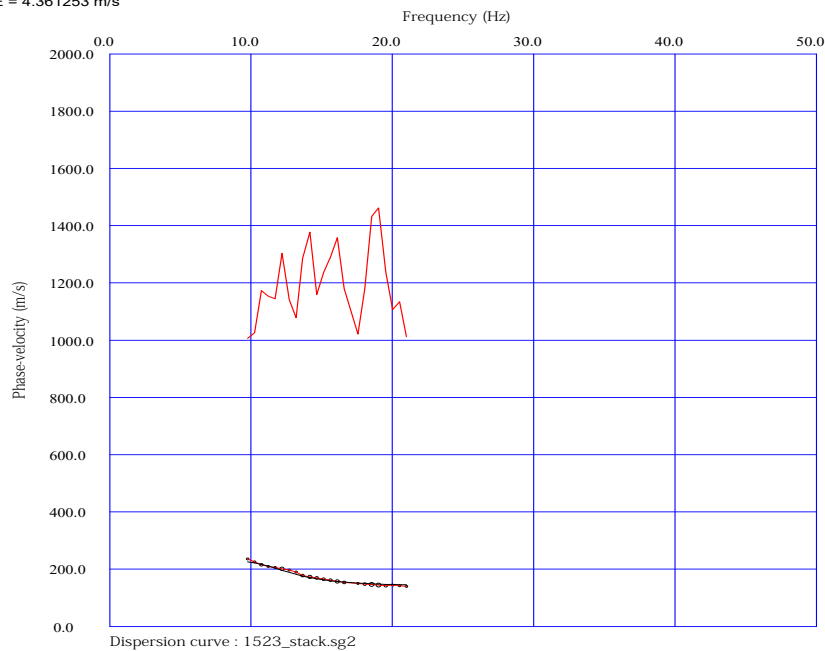
PRSE 861 - TOMOGRAFIA



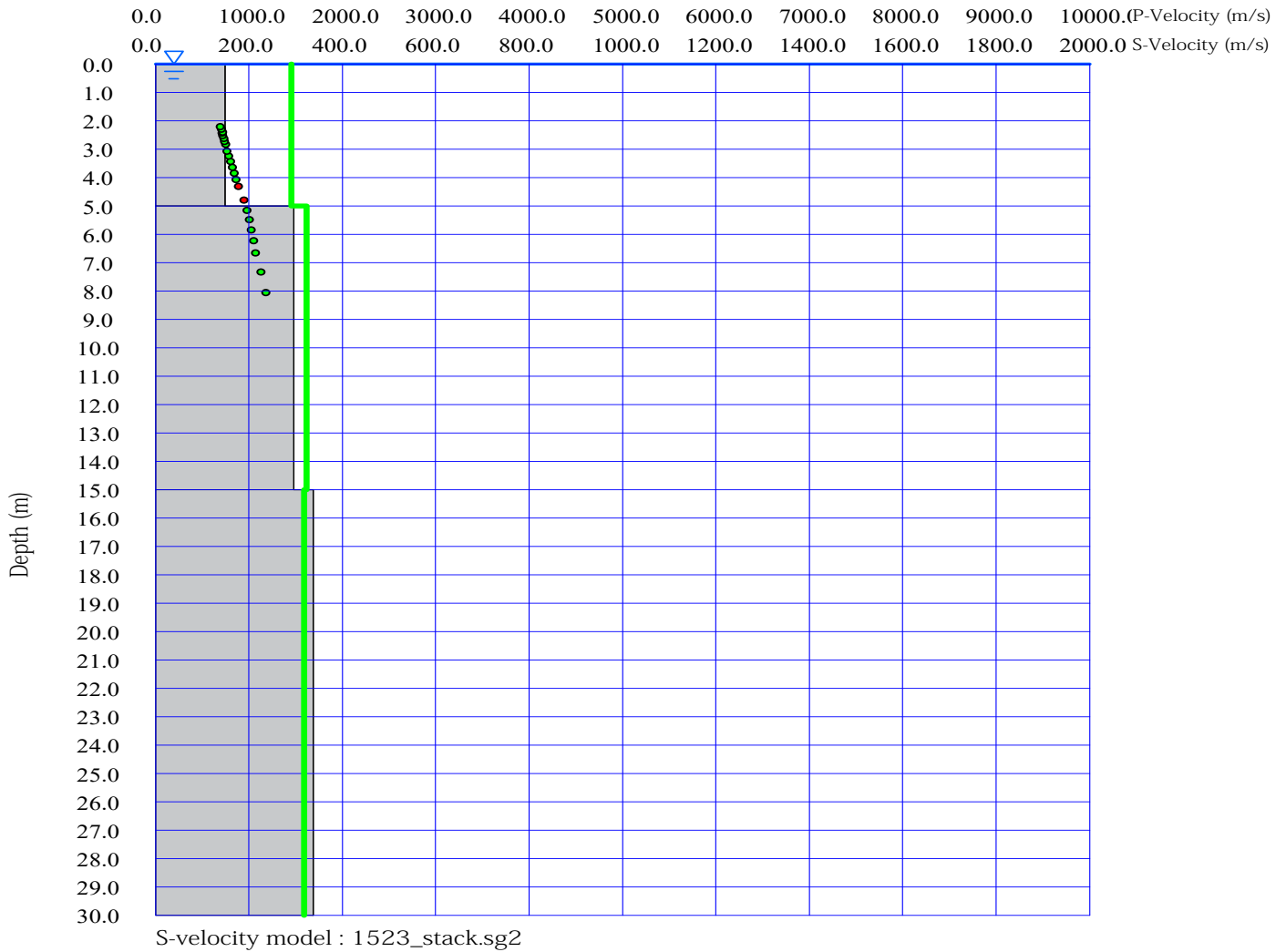
PRSE 861 - TOMOGRAFIA



RMSE = 4.361253 m/s



PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 - TOMOGRAFIA

PRSE 861 - CUP1

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m ³]	ν (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	144.80	1450.73	17.72	0.49	10.02	38	113
2	5.0	10.0	315.10	1639.77	18.32	0.48	5.20	186	549
3	15.0	15.0	369.79	1700.47	18.51	0.48	4.60	258	762
4	30.0 -		348.78	1677.14	18.44	0.48	4.81	229	676
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

H = 30 m

Vs,eq : 280.8 (m/s)

Categoria suolo : C

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

Legenda:

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 – MASW

OGGETTO: PARCO EOLICO CUPELLO-SCERNI-FURCI
COMMITTENZA: FURCI COLLECHIESI S.R.L.



PRSE 861 – TOMOGRAFIA

Modi di vibrazione

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

Profondità di indagine

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

Id indagine **MASW-FUR3**
LOCALITA' **FURCI (CH)**
DATA E ORA **09/11/23**

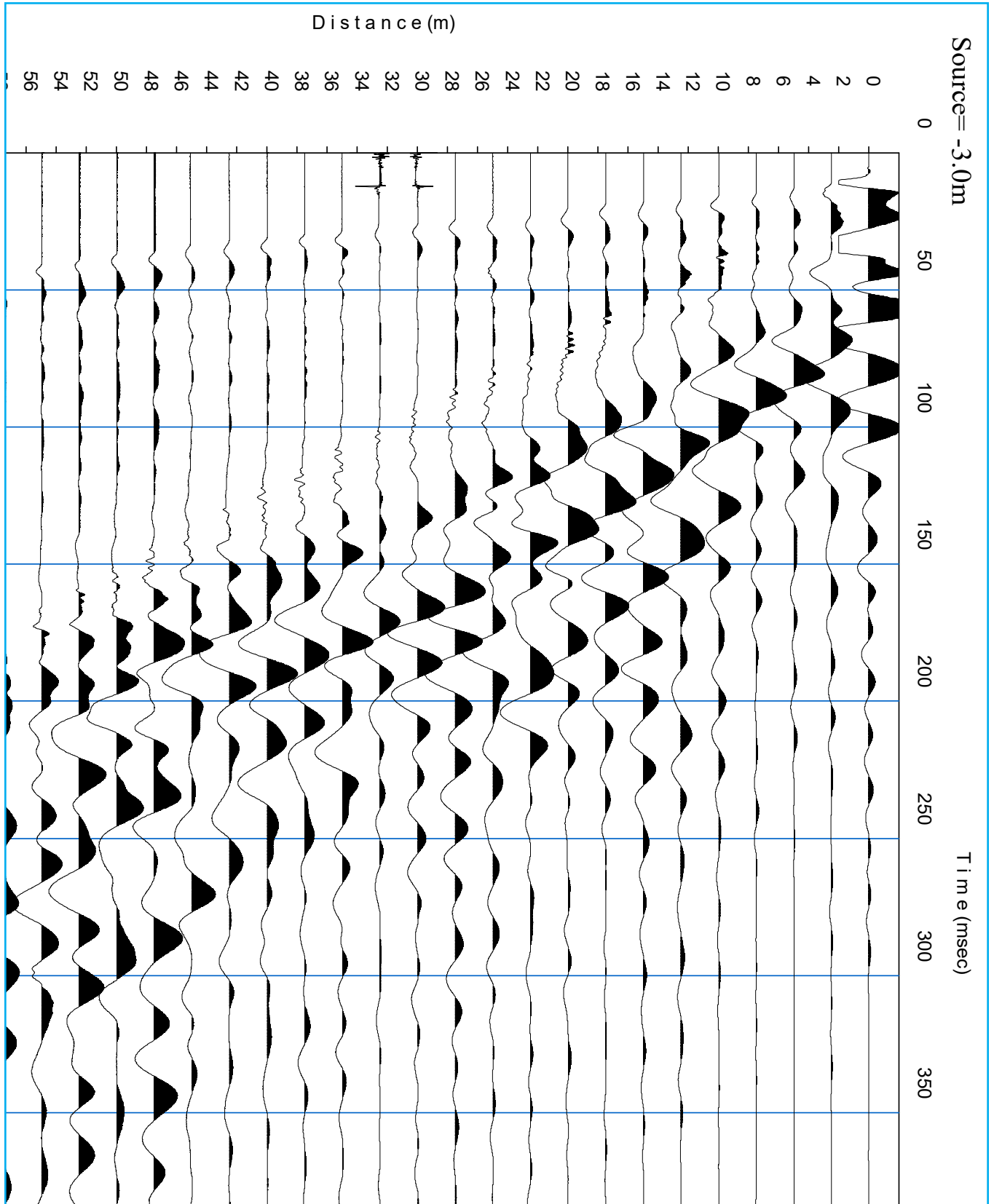
Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta -3m.

Coordinate WGS 84 :

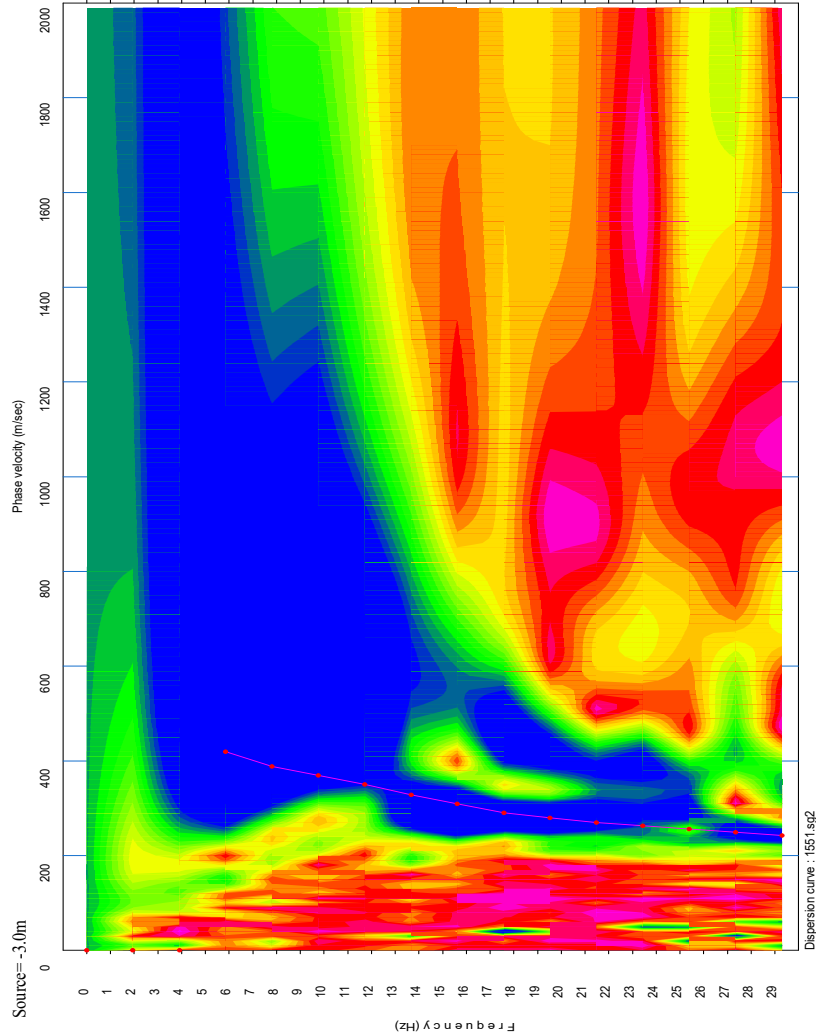
Geofono 1: **42°02.574 N- 14°35.220 E**
Geofono 12-13: **42°02.560 N- 14°35.231 E**
Geofono 24: **42°02.546 N- 14°35.241 E**



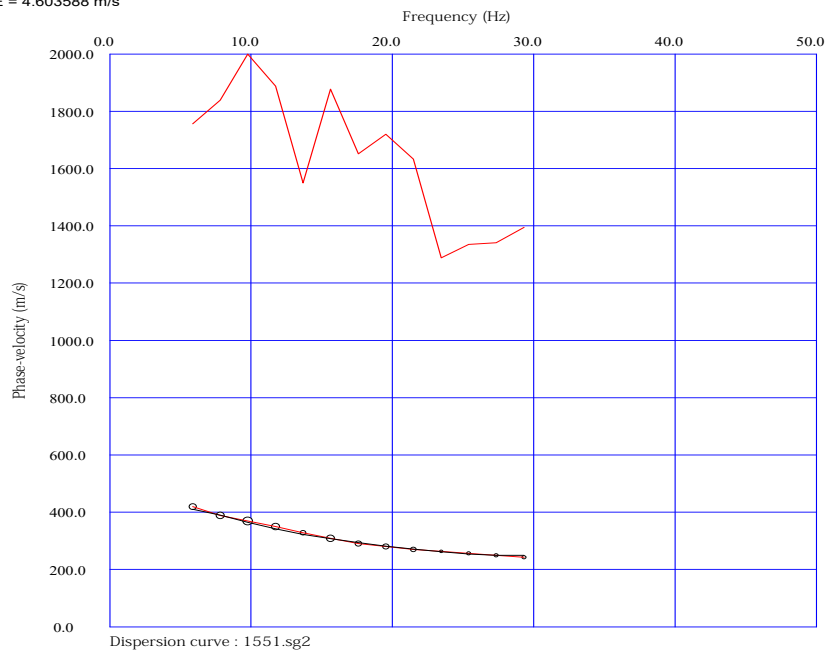
PRSE 861 - TOMOGRAFIA



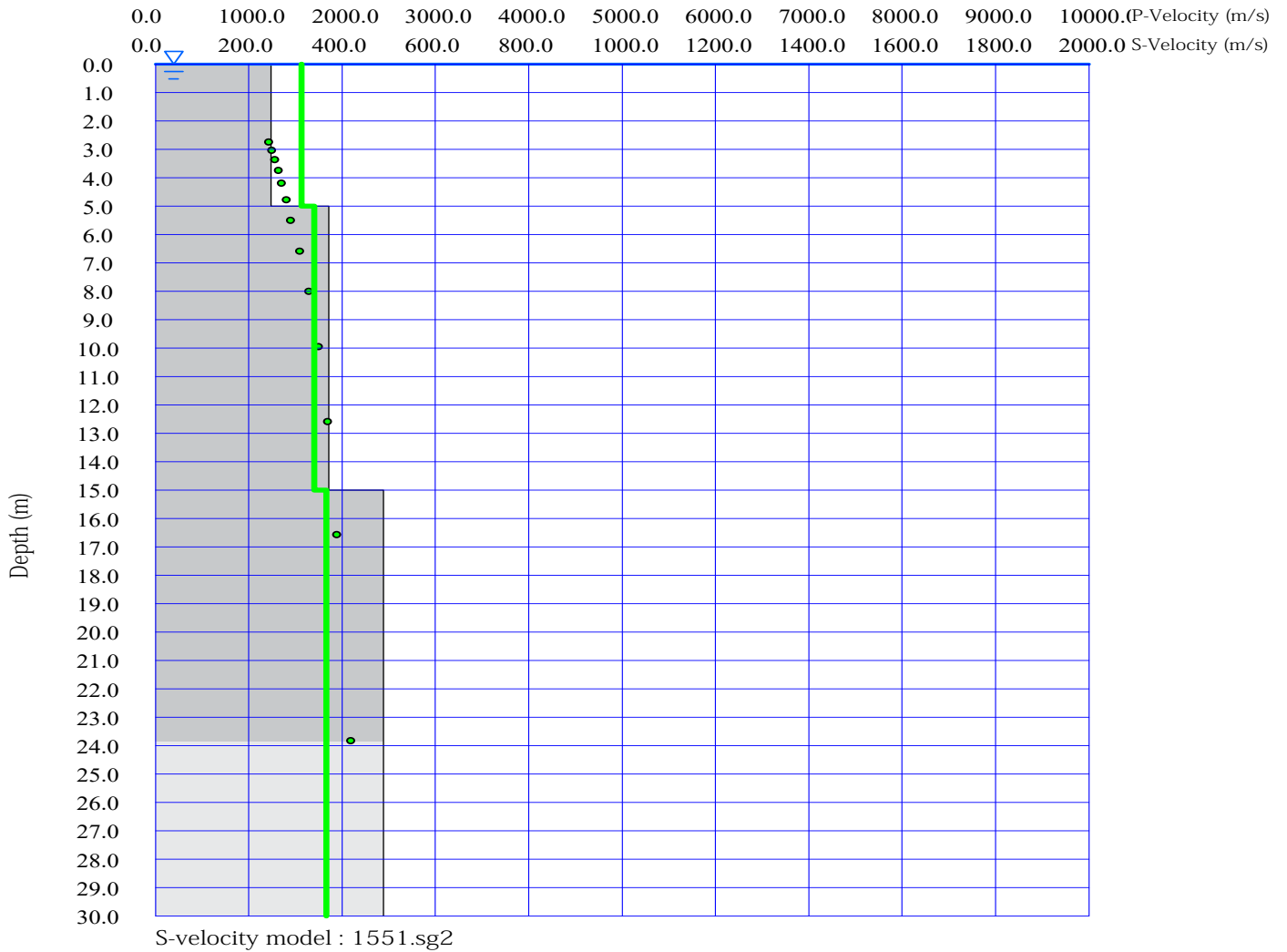
PRSE 861 - TOMOGRAFIA



RMSE = 4.603588 m/s



PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 - TOMOGRAFIA

PRSE 861 - FUR3

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m ³]	ν (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	247.90	497.04	18.20	0.33	2.00	114	304
2	5.0	10.0	372.35	742.49	18.46	0.33	1.99	261	695
3	15.0	15.0	489.11	974.54	18.68	0.33	1.99	456	1214
4	30.0 -		490.45	975.30	18.68	0.33	1.99	458	1220
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

H = 30 m

Vs,eq : 386.1 (m/s)

Categoria suolo : 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 e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Legenda:

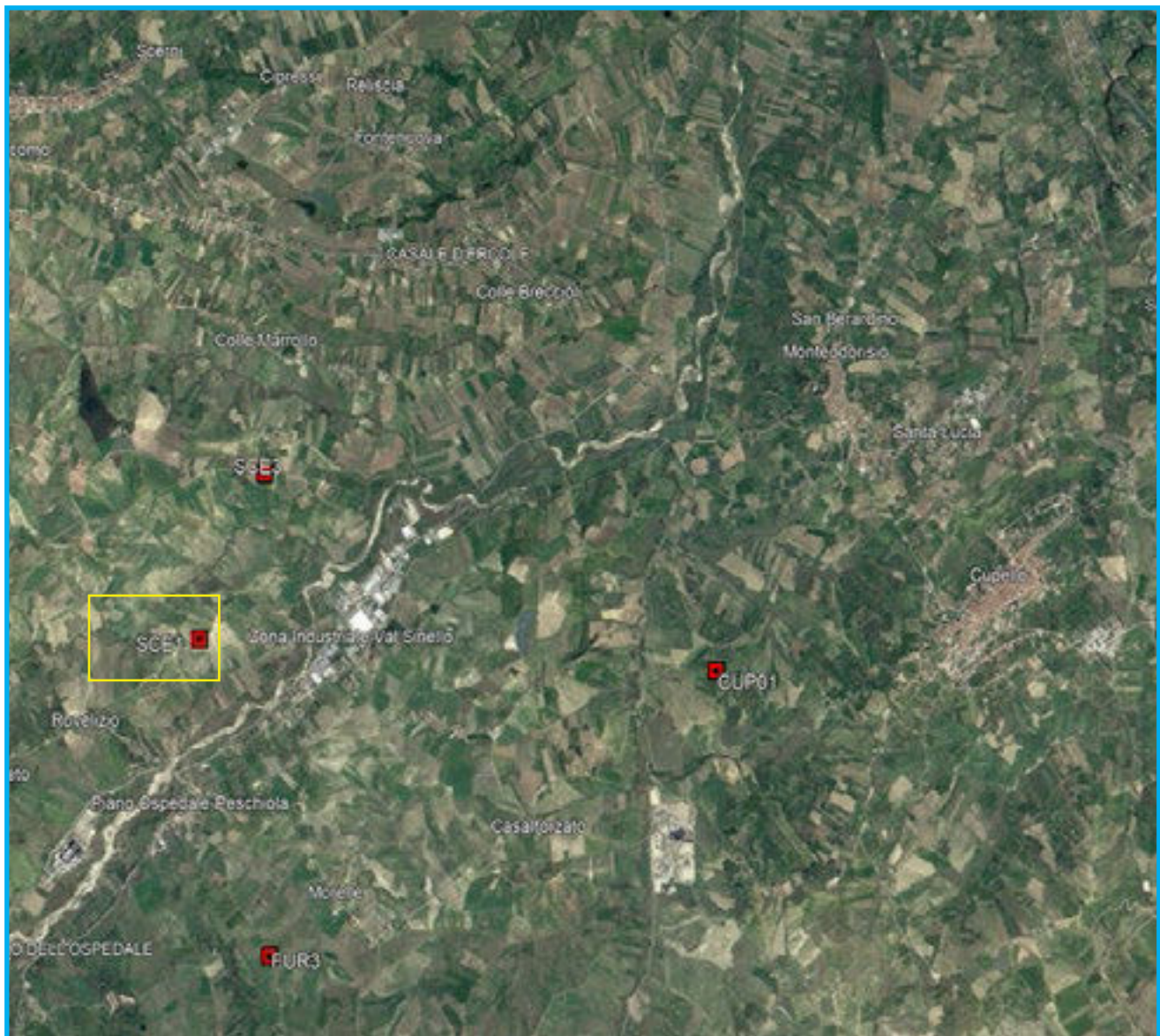
- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 – MASW

OGGETTO: PARCO EOLICO CUPELLO-SCERNI-FURCI
COMMITTENZA: FURCI COLLECHIESI S.R.L.



PRSE 861 – TOMOGRAFIA MASW

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

Moto del segnale sismico

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

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

Onde di Rayleigh – “R”

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

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno e si comportano in modo indipendente, non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato, dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali; si osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità-frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

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

$$v = f \times l$$

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

PRSE 861 – TOMOGRAFIA

Modi di vibrazione

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

Profondità di indagine

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

Id indagine	MASW-SCE1
LOCALITA'	SCERNI (CH)
DATA E ORA	09/11/23

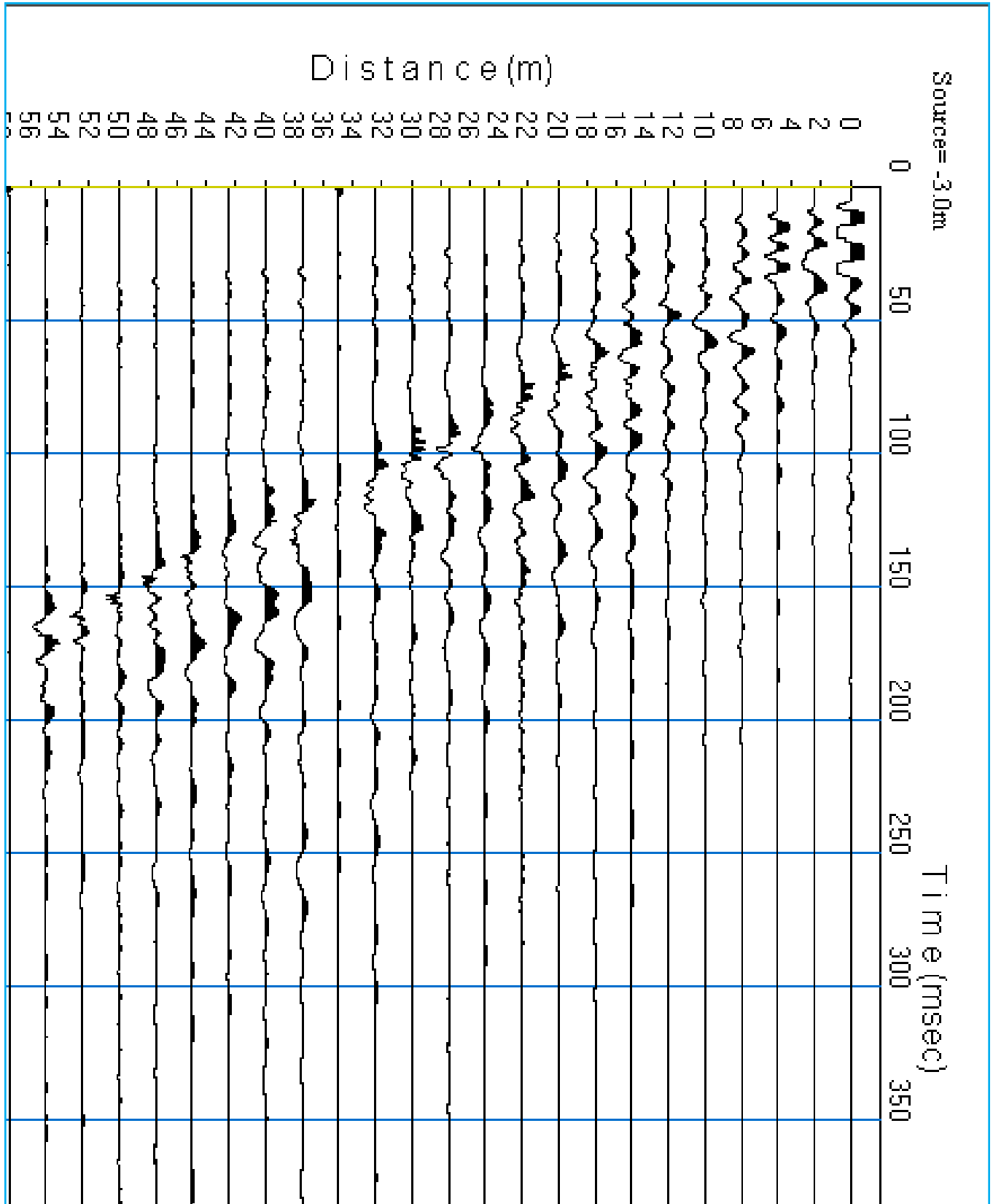
Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta -3m.

Coordinate WGS 84 :

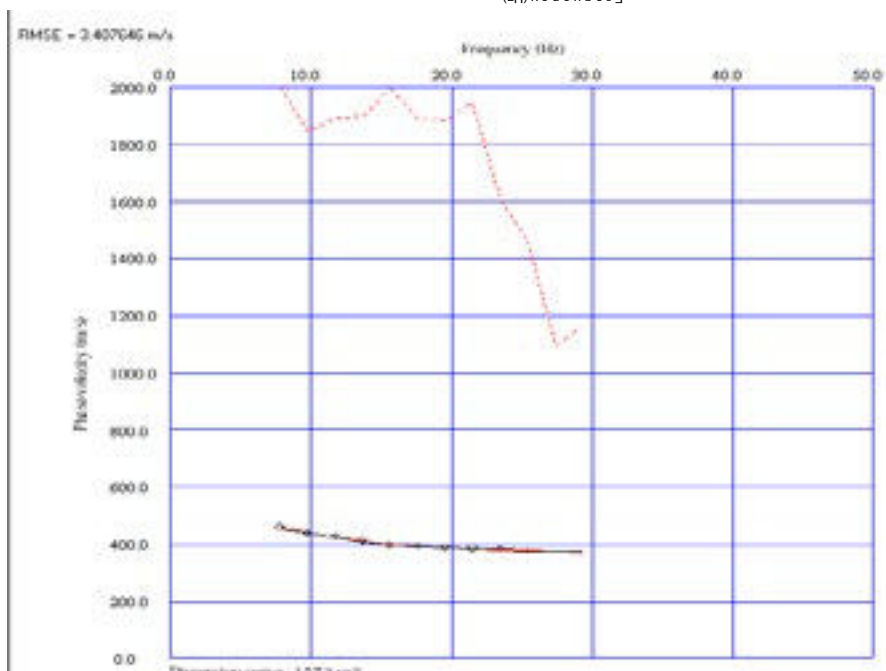
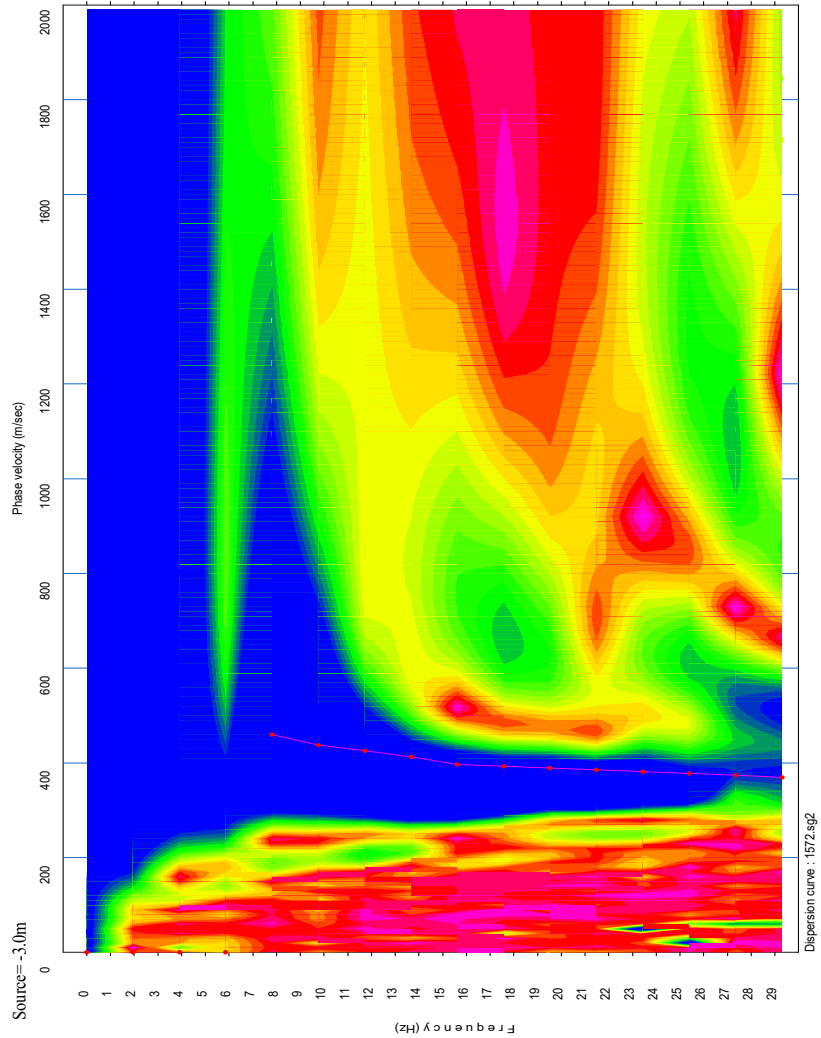
Geofono 1:	42°04.043 N- 14°34.752 E
Geofono 12-13:	42°04.037 N- 14°34.732 E
Geofono 24:	42°04.030 N- 14°34.713 E



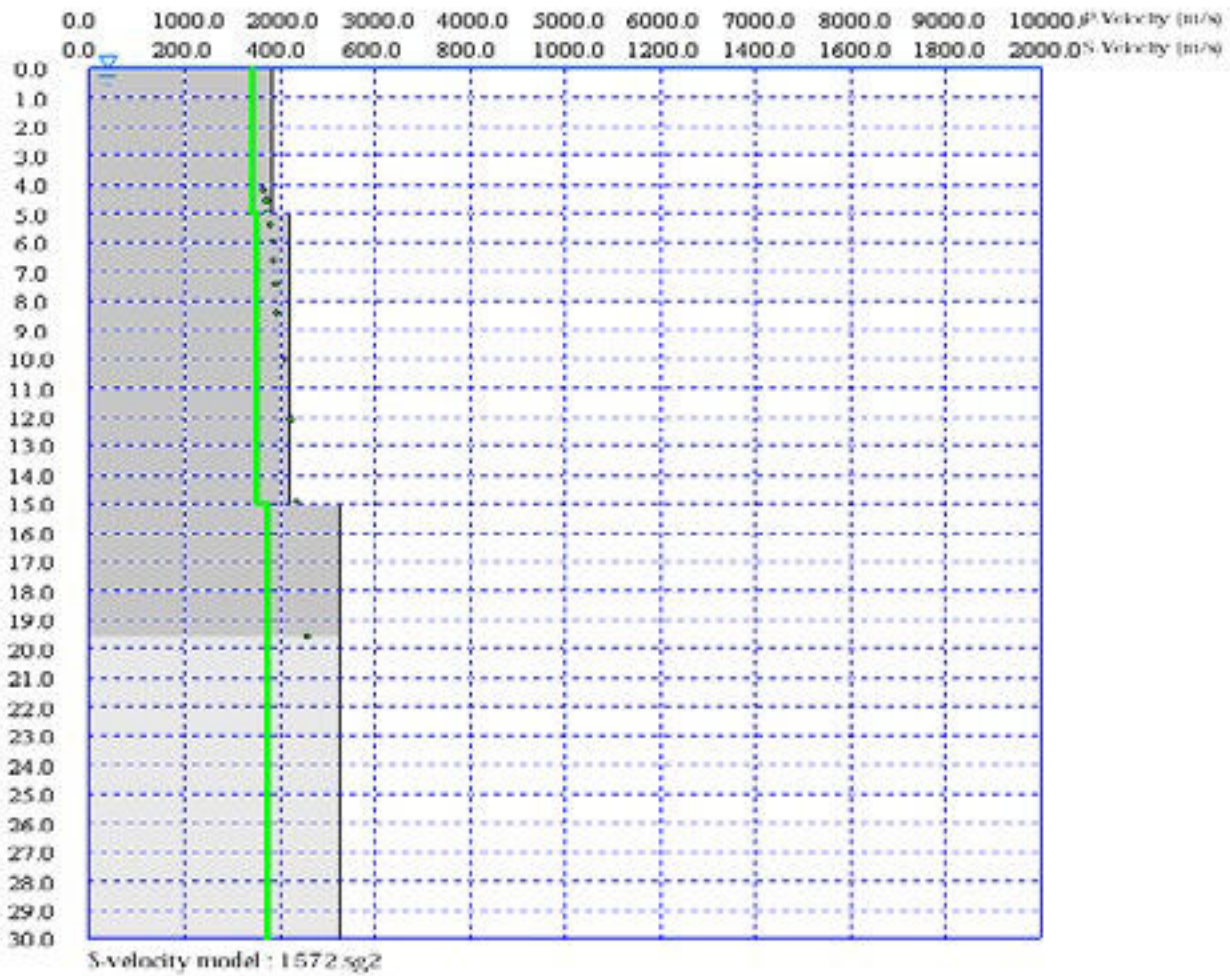
PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 - TOMOGRAFIA

PRSE 861 - SCE1

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m ³]	ν (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	382.38	766.27	18.63	0.33	2.00	278	741
2	5.0	10.0	421.33	842.49	18.74	0.33	2.00	339	904
3	15.0	15.0	527.43	1050.66	18.82	0.33	1.99	534	1422
4	30.0 -		527.43	1050.66	18.82	0.33	1.99	534	1422
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

H = 30 m

Vs,eq : 459.8 (m/s)

Categoria suolo : 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 e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Legenda:

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 – MASW

OGGETTO: PARCO EOLICO CUPELLO-SCERNI-FURCI
COMMITTENZA: FURCI COLLECHIESI S.R.L.



PRSE 861 – TOMOGRAFIA

Modi di vibrazione

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

Profondità di indagine

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

Id indagine	MASW-SCE3
LOCALITA'	SCERNI (CH)
DATA E ORA	09/11/23

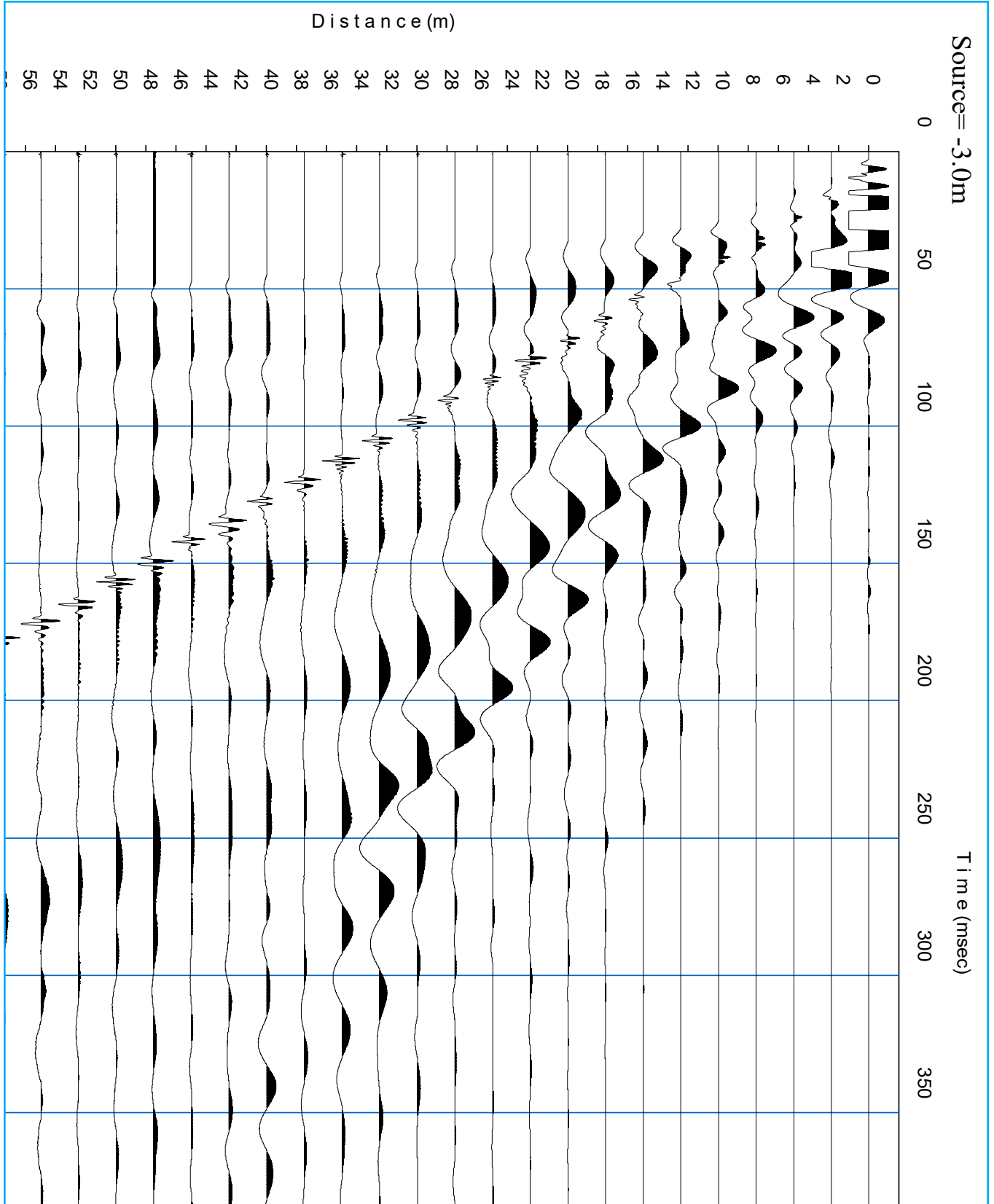
Distanza tra i geofoni 2.5 metri battuta -3m.

Coordinate WGS 84 :

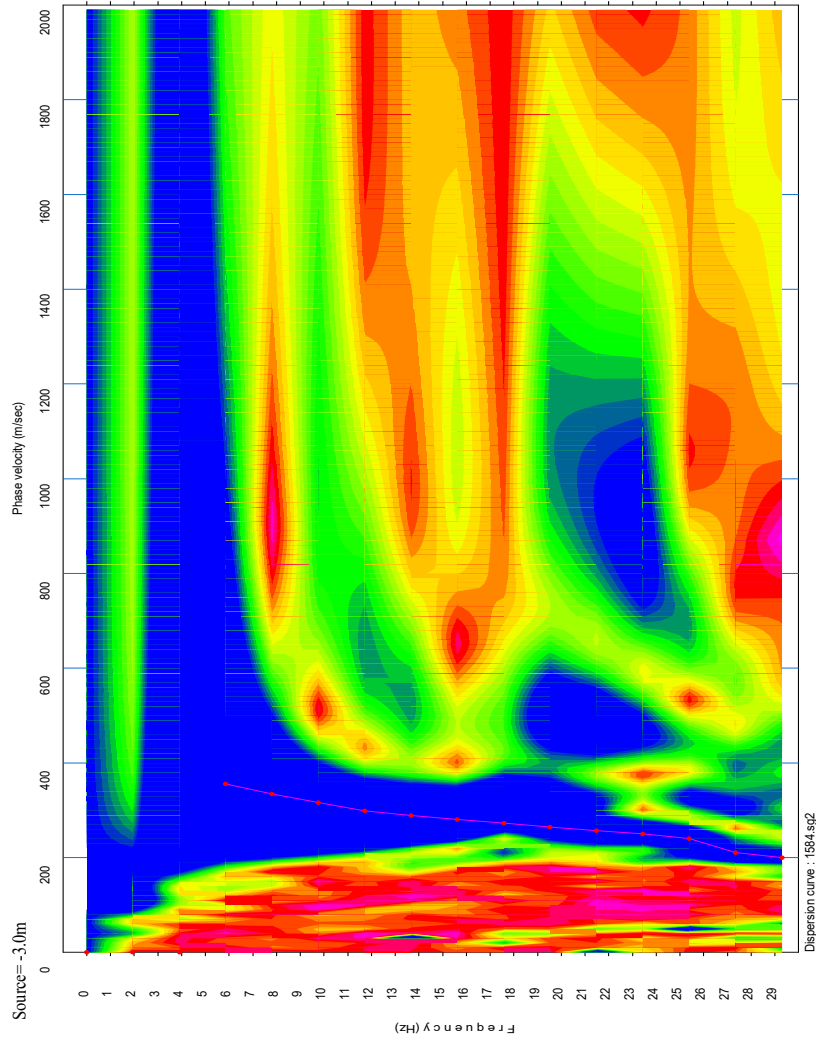
Geofono 1:	42°04.816 N- 14°35.201 E
Geofono 12-13:	42°04.818 N- 14°35.179 E
Geofono 24:	42°04.818 N- 14°35.158 E



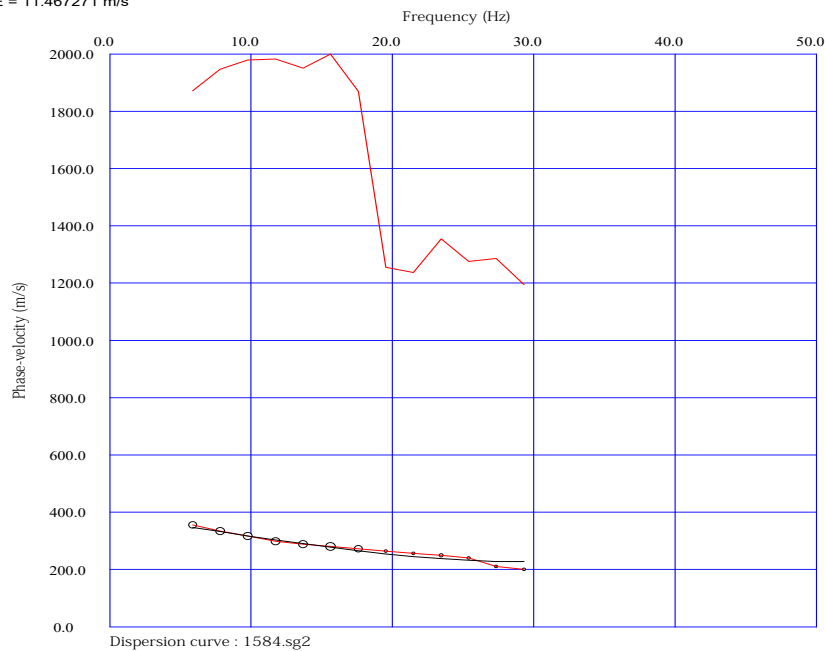
PRSE 861 - TOMOGRAFIA



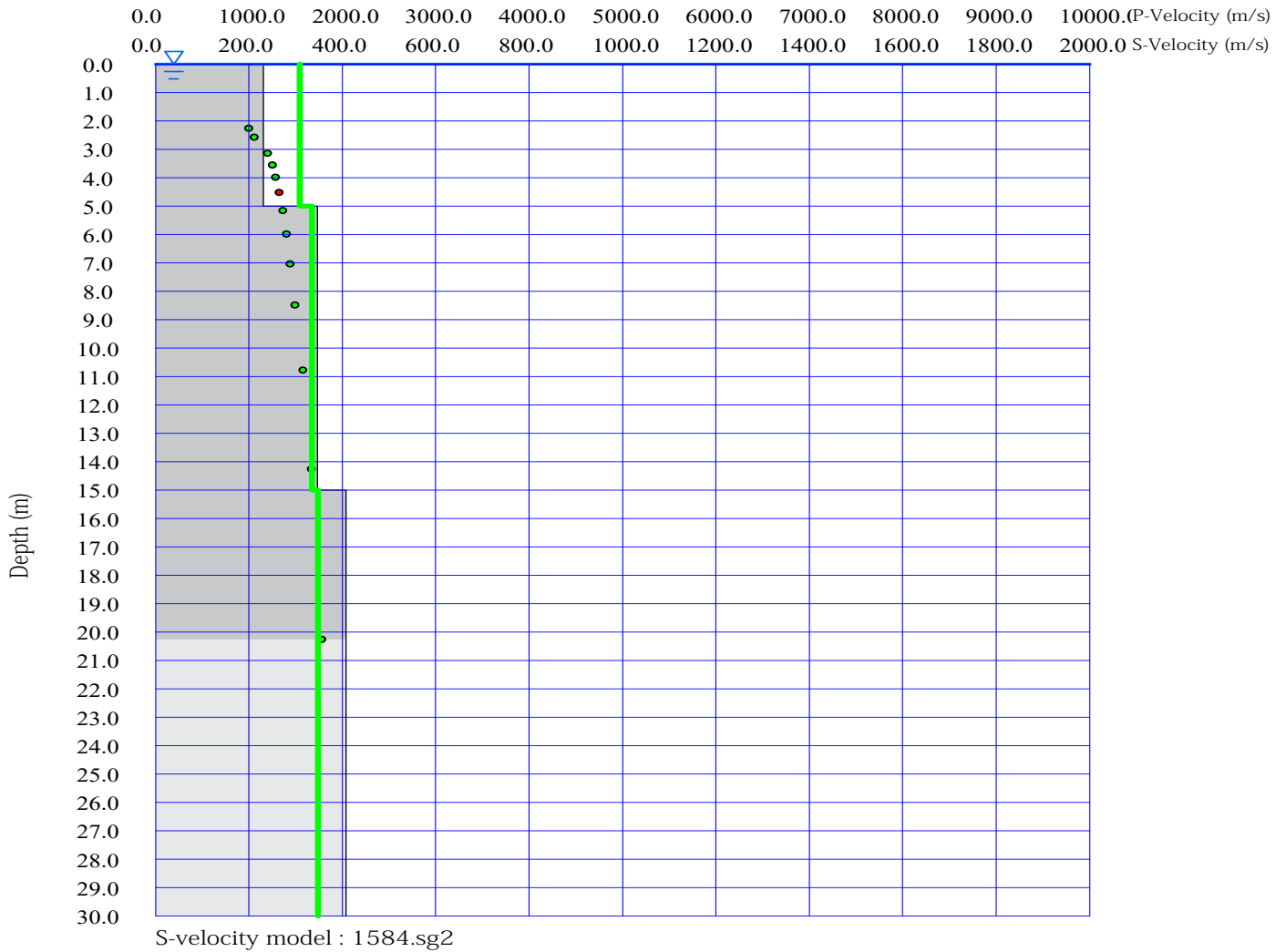
PRSE 861 - TOMOGRAFIA



RMSE = 11.467271 m/s



PRSE 861 - TOMOGRAFIA



PRSE 861 - TOMOGRAFIA

PRSE 861 - SCE3

Depth [m]	Spessore [m]	S-velocity [m/s]	P-velocity (m/s)	Density [KN/m ³]	ν (-)	Vp/Vs (-)	G [Mpa]	Edin [Mpa]	
1	0.0	5.0	230.96	1546.36	18.03	0.49	6.70	98	292
2	5.0	10.0	346.69	1674.82	18.43	0.48	4.83	226	668
3	15.0	15.0	408.10	1742.99	18.64	0.47	4.27	317	932
4	30.0 -		408.19	1743.09	18.64	0.47	4.27	317	932
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

H = 30 m

Vs,eq : 343.8 (m/s)

Categoria suolo : C

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

Legenda:

- v: Coefficiente di Poisson (-)
- Vp: Velocità delle onde longitudinali (m/s)
- Vs: Velocità delle onde di taglio (m/s)
- G: Modulo di rigidezza al taglio (Mpa)
- Ed: Modulo dinamico (Mpa)

PRSE 861 - TOMOGRAFIA

