



Proponente
ENERWING S.R.L.
 Via Milazzo n°17 - 40121 Bologna (Bo)



Partnered by:



Progettazione
Ing. Fabio Domenico Amico
 Via Milazzo, 17 - 40121 Bologna
 E-Mail: f.amico@green-go.net

Studio Ambientali e Paesaggistico

Arch. Antonio Demaio
 Via N. delli Carri, 48 - 71121 Foggia (FG)
 Tel. 0881.756251 | Fax 1784412324
 E-Mail: sit.vega@gmail.com



Studio Incidenza Ambientale Flora fauna ed ecosistema
Dott. Forestale Luigi Lupo
 Corso Roma, 110 - 71121 Foggia
 E-Mail: luigilupo@libero.it

Studio Acustico

Arch. Marianna Denora
 Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA)
 Tel. Fax 080 3147468
 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it

Studio Archeologico

Dott. Vincenzo Ficco
 Tel. 0881.750334
 E-Mail: info@archeologicasrl.com

Studio Geologico e Idraulico

Studio di Geologia Tecnica & Ambientale
Dott.sa Geol. Giovanna Amedei
 Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg)
 Tel./Fax 0884.965793 | Cell. 347.6262259
 E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it



Opera
 Impianto Eolico composto da n.10 aerogeneratori da 6 MW per una potenza complessiva di 60 MW nel Comune di San Severo (FG) alla Località "La Camera"

Oggetto
 Folder:
 PROGETTO - Parte C
 Nome Elaborato:
 L6IRSH2_ARCH_DOC_C01
 Descrizione Elaborato:
 Relazione Geologica ed Idrologica

00	Ottobre 2019	Emissione per progetto definitivo	Vega	Arch. A. Demaio	Enerwing Srl
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

Scala: Fs
 Formato: Codice Pratica **L6IRSH2**



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

INDICE

1- Premessa	Pag. 2
2- Inquadramento geografico	Pag. 5
3- Aspetti geografici e geologici	Pag. 7
3.1 – Geolitologia;	Pag. 7
3.2 - Idrogeologia	Pag. 13
4- Sismicità	Pag. 19
5- Indagini Eseguite;	Pag. 22
5.1 – Sondaggio Meccanico	Pag. 22
5.2 – Prospezione Sismica a rifrazione	Pag. 23
6 – Caratteri Geotecnici	Pag. 26
7- Vincoli Esistenti	Pag. 29
8- Considerazioni conclusive	Pag. 32



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

- **1 - PREMESSA**

Su incarico della proponente Società ENERWING S.R.L., con sede in Via Milazzo n. 17, Bologna, la scrivente, *Dott.ssa Giovanna Amedei*, geologa, iscritta all'O.R.G. della Puglia al n. 438 e con studio professionale in Rodi Garganico, alla Via Pietro Nenni n. 4, ha eseguito gli studi e redatto la presente relazione di fattibilità volta alla definizione di un quadro geologico, geologico-tecnico ed ambientale sui terreni interessati dal progetto di *"Impianto Eolico composto da n.10 aerogeneratori aventi una potenza complessiva di 60 MW nel Comune di San Severo (FG) alla Località "La Camera" "*.

Nel dettaglio il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica della potenza complessiva di 60 Mw, il tutto secondo le caratteristiche tecniche complessive meglio esplicitate nella Relazione Descrittiva Generale a firma dei progettisti.

In relazione alle finalità progettuali lo studio si è articolato secondo le seguenti modalità:


1. ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico effettuati nell'area di interesse;



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

2. rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio di un'area sufficientemente ampia rispetto alla zona specificatamente interessata dalle opere in progetto;
3. raccolta ed analisi di informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico;
4. Realizzazione di indagini geognostiche indirette

In relazione ai vincoli di interesse geologico, l'area in esame:

 ricade in zona sismicamente attiva e legalmente classificata come Zona 2 così come da Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/03.

Dal punto di vista Legislativo, invece, si sono tenute in debito conto le indicazioni programmatiche e tecniche, oltre che le norme, contenute nei seguenti provvedimenti:

Decreto 17 Gennaio 2018	<i>Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni</i>
Ordinanza P.C.M. n. 3274 20/03/03 e s.m. e i.	<i>"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"</i>
Circ. Min. LL. PP. n. 30483 del 24/09/1988	<i>"Norme di attuazione del D.M. 11.03.1988";</i>



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

DM LL.PP. 11/03/88	<i>"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 delle terre e delle opere di fondazione", G.U. 01/06/88, n.127 Suppl.</i>
R.D. n° 3267/23	<i>Vincolo idrogeologico</i>
NTA del PAI –Puglia del 30/11/05	<i>Norme Tecniche di attuazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia</i>
L.R. n°11 del 12/4/2001	<i>"Norme sulla valutazione dell'impatto ambientale"</i>



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

2- INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

DELL'AREA

Il territorio del Comune di San Severo si situa lungo l'asse principale del Tavoliere Settentrionale a circa 25 Km dal litorale adriatico.

L'area di progetto ricade in Località "La Camera", identificata attraverso le seguenti coordinate geografiche: Latitudine $41^{\circ}36'10''N$, Longitudine $15^{\circ}29'21''$ (Fig. 1)

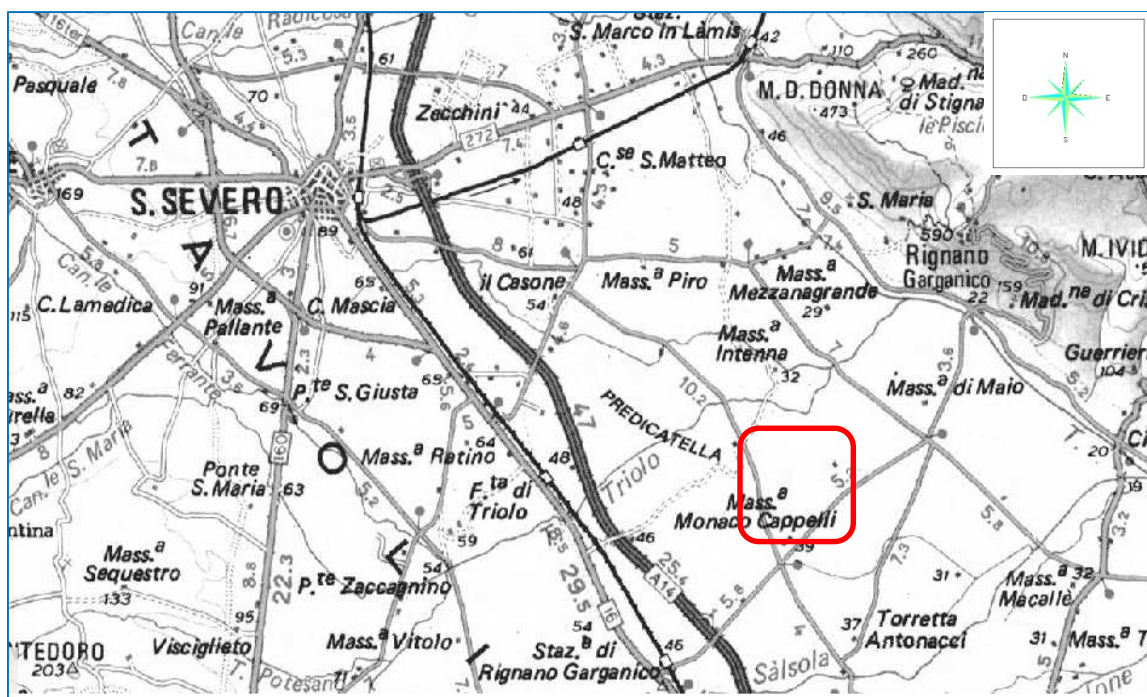


Fig. 1: Corografia IGM (non in scala) con indicazione dell'area d'intervento

Dal punto di vista catastale l'area è individuabile al NCT al Fgl di Mappa n. 121 e 138 (Fig. 2).



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

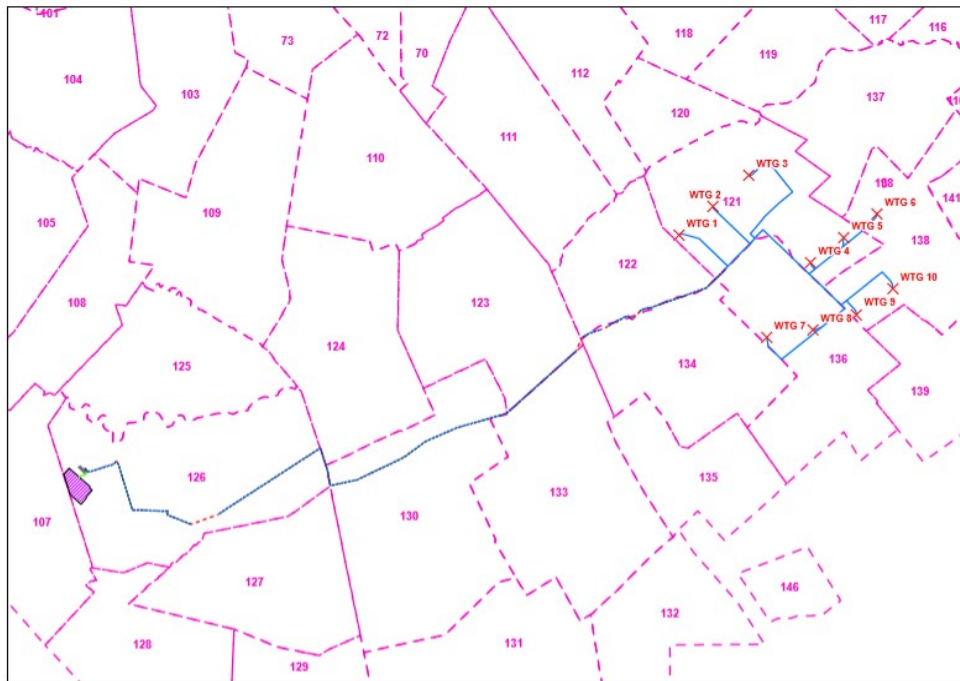


Fig. 2: Stralcio Catastale



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

3- ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

DI DETTAGLIO

3.1- Geolitologia

Dal punto di vista geologico il Comune di San Severo rientra nel Foglio n. 155 "San Severo" della Carta Geologica d'Italia a Scala 1:100.000, e nel Foglio n. 396 della Carta Geologica d'Italia a Scala 1:50.000.

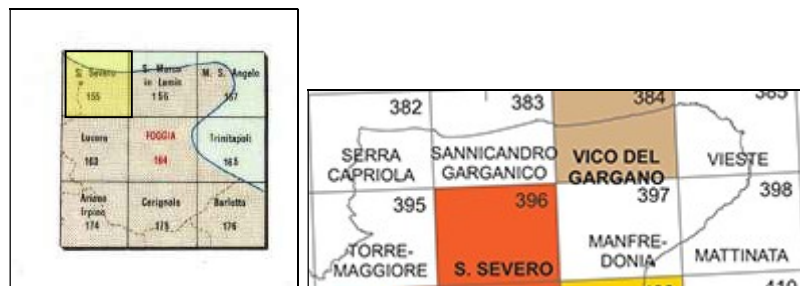


Fig. n. 3: Ubicazione geologica dell'area

La maggior parte dell'area ricadente nel foglio S. Severo è occupata da sedimenti clastici di età Pliocenica e Pleistocenica con facies piuttosto uniformi.

Nella carta geolitologica sono state distinte le seguenti formazioni:

- **f14**: alluvioni prevalentemente limo-argillose organizzate in terrazzi fluviali del IV ordine;

f12: ghiaie più o meno cementate, sabbie argillose organizzate in terrazzi fluviali di II ordine;



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

Qt: depositi fluviali terrazzati a quote superiori ai 7mt. dall'alveo del fiume;

Qc: sabbie giallastre, a grana più o meno grossa, più o meno cementate a stratificazione spesso indistinta con intercalazioni lentiformi di conglomerati e di argille (Formazione delle sabbie di Serracapriola);

Qc2: ciottolame incoerente con elementi di piccole dimensioni e medie dimensioni prevalentemente selcioso; alternanze di livelli ciottolosi e sabbiosi con sottili intercalazioni argillose

Qm2: sabbie gialle fini;

Qc1: ciottolame con elementi di medie e grandi dimensioni, a volte elementi di rocce derivanti dall'Appennino talora con intercalazioni sabbiose.

In base alle caratteristiche riscontrate durante il rilevamento geologico di dettaglio della zona, si ritiene che i terreni affioranti direttamente nell'area siano ascrivibili al Sintema di Masseria Finamondo TPF (Fig. 3)

Si tratta di argille grigie e nerastre. Il Sintema è formato, dal basso verso l'alto, da sabbie ben selezionate a laminazione piano parallela ed incrociata a basso angolo (2m) alternate a elementi ghiaioso – sabbiosi (circa 2,0 m di spessore), argille brune (13 m) con livelli sabbiosi e siltosi e presenza di matrice organica, argille nerastre molto cementate e silt con abbondanti concrezioni calcaree di origine diagenetica.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

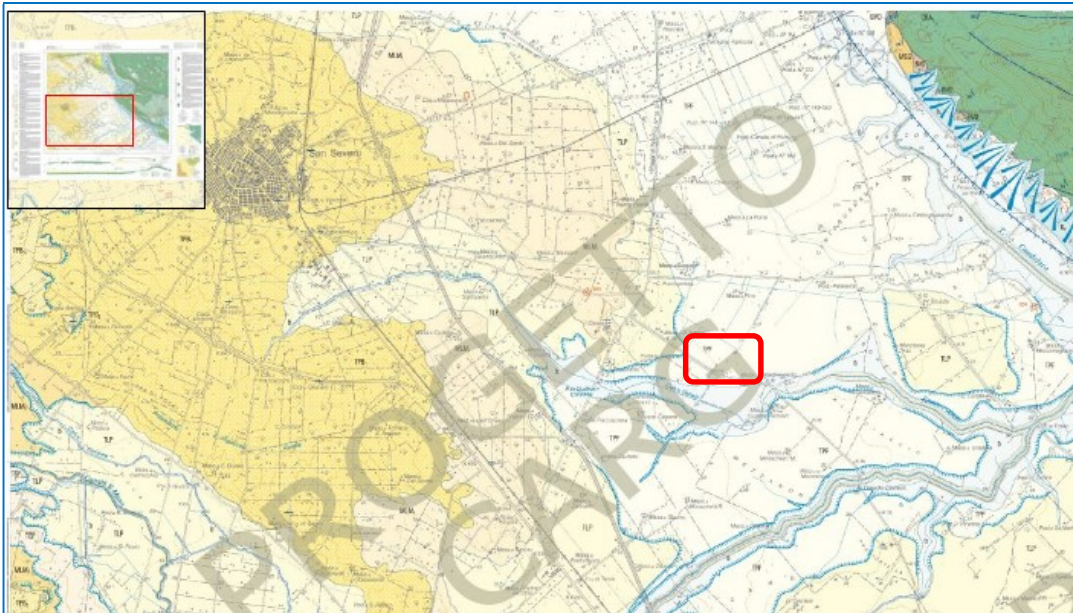



Fig. 3: Carta Geologica dell'Area – Tratta da CARG –

 *area d'interesse*

Dal punto di vista paleoambientale la base della formazione (i primi 2,0 m) sono ascrivibili ad ambienti marini di transizione (del tipo baia) mentre in erosione si rinvengono sabbie e ghiaie di ambienti alluvionali che passano verso l'alto prima ad argille nerastre di palude con abbondante contenuto di materia organica ed infine ad argille e silt di ambiente allu-



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

vionale (probabilmente connessi a marginali aree di esondazione).

L'intera formazione, che mostra in generale una debole inversione verso NE ed Est, ha uno spessore di circa 27 m e si trova in erosione sul Sintema di Motta del Lupo.

La datazione la colloca al Pleistocene Superiore.

Dal punto di vista tettonico analisi micropaleontologiche hanno evidenziato disturbi tettonici di una certa importanza e superficiali nei pressi della zona di Apricena, al confine con l'area di studio.

Per gli aspetti geomorfologici e idrologici non sussistono problemi derivanti da fenomeni connessi all'azione morfologica delle acque superficiali e d'instabilità dei terreni dovuti a movimenti franosi. Circa la precisa ubicazione degli stessi, le caratteristiche costruttive di tutte le opere previste, i fogli e le particelle catastalmente individuate, si rimanda agli elaborati allegati al progetto e più nello specifico alla documentazione tecnica a corredo della relazione generale e al layout dell'impianto ivi previsto.

L'idrografia superficiale della zona è costituita principalmente da alcuni Torrenti come il Salsola, Il Vulgano e il Triolo, entrambi caratterizzati, attualmente, da un alveo poco profondo e che generalmente presenta un deflusso idrico tipi-



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

camente occasionale con portate che assumono un valore significativo solo in seguito a precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate nel tempo.

I depositi alluvionali del territorio Comunale ospitano, in generale, una estesa falda idrica, generalmente frazionata su più livelli; si evidenzia, infatti, l'esistenza di una successione di terreni ghiaioso-ciottoloso-limosi con scarsa sabbia e/o ghiaioso-sabbiosi, permeabili per porosità (con coefficiente di permeabilità $K < 10^{-3}$ m/sec), con il ruolo di acquiferi, interstratificati con livelli limoso-argillosi, a minore permeabilità, con il ruolo di acquitardi (strati semipermeabili) o acquicludi (strati impermeabili).

La base della circolazione idrica è rappresentata dalle Argille grigio-azzurre (Argille Subappennine), praticamente impermeabili (acquicludi), con tetto presente nell'area in parola ad una profondità di circa di 20-30 mt. dal piano campagna.

Questi corpi idrici sotterranei, in virtù delle caratteristiche geologiche della stessa formazione acquifera, generalmente presentano una superficie piezometrica che rispecchia sostanzialmente quella topografica, ovvero sub-orizzontale e, quindi, con gradienti idraulici molto bassi (0,5%, direzione SW-NE).

Va peraltro rilevato che l'originaria morfologia dei luoghi sia stata in gran parte rimodellata e ulteriormente addolcita dalle pratiche antropiche. L'orografia assume così, un andamen-



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

to complessivamente dolce. Le evidenze geomorfologiche, analizzate sia attraverso l'esame di foto aeree che attraverso il rilevamento geologico, hanno consentito di accertare che l'area esaminata presenta generali condizioni di stabilità non essendo interessata da alcun sensibile fenomeno morfoevolutivo in atto né potenziale.

Anche la sovrapposizione delle caratteristiche geolitologiche con quelle dell'acclività dei versanti porta ad escludere il verificarsi di processi e fenomeni erosivi di modellamento sia profondi che superficiali.

È quindi possibile affermare che l'area è geomorfologicamente stabile ed escludere ogni possibile alterazione e/o impatto diretto e indiretto dell'opera sugli attuali equilibri geodinamici.



3.2 - Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni che affiorano nell'area esaminata sono costituite da litotipi aventi diversi gradi di permeabilità.

Dati bibliografici consentono di ricostruire per l'area del Tavoliere Centrale una situazione stratigrafica e strutturale che porta a riconoscere, trascurando l'acquifero fessurato carsico profondo, due unità acquifere principali (Maggiore et al., 1996) :

acquifero poroso superficiale

acquifero poroso profondo

L'acquifero poroso superficiale corrisponde agli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali di età Pleistocene superiore-Olocene che ricoprono con notevole continuità laterale le sottostanti argille.

Più dettagliatamente, le stratigrafie dei pozzi per acqua realizzati in zona, evidenziano l'esistenza di una successione di terreni limo-sabbioso-ghiaiosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi a minore permeabilità. Questi, tuttavia, non costituiscono orizzonti separati ma idraulicamente interconnessi e danno luogo ad un unico sistema acquifero.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

L'acqua può rinvenirsi in condizioni di falda libera, nei livelli idrici più superficiali, e solitamente in pressione, con locale carattere di artesianità, in quelli più profondi.

La base della circolazione idrica è rappresentata dalle argille grigio-azzurre (Argille subappennine), impermeabili.

Come già accennato, i diversi livelli idrici sono idraulicamente interconnessi e le diverse falde possono essere dunque ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea, giacché il particolare tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti determina l'esistenza di soluzioni di continuità tra i depositi permeabili e i depositi relativamente meno permeabili. A ciò bisogna aggiungere gli scambi di acqua in senso verticale dovuti al fenomeno di drenanza, attraverso strati semi-permeabili (acquitardi). A tale sistema acquifero, nel suo complesso, si dà il nome di "falda superficiale del Tavoliere".

Trattandosi di un acquifero costituito da una successione di terreni di diversa granulometria e spessore, la trasmissività idraulica varia da zona a zona.

A scala regionale l'andamento delle curve isopieze segue quello della topografia, rivelando una generale diminuzione delle quote piezometriche da SO verso NE, con gradienti di norma inferiori a 0,5 % (Tadolini et al., 1989).

In linea generale, si può affermare che i sedimenti più permeabili prevalgono nella zona di monte mentre, procedendo verso la costa, si fanno più frequenti ed aumentano di spes-



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

sore le intercalazioni limoso-sabbiose che svolgono il ruolo di acquitardo. Essendo le modalità di deflusso della falda fortemente influenzate da tali caratteristiche, risulta che l'acqua circola in condizioni freatiche nella fascia pedemontana e localmente in pressione nella zona medio-bassa.

La carta delle isopieze relativa all'acquifero superficiale, rileva che i massimi valori del gradiente idraulico si registrano nella parte più interna, corrispondente alla zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire nella parte centrale. La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale verso i quadranti nord orientali.

L'acquifero poroso profondo è costituito dai diversi livelli sabbiosi intercalati nella formazione pliopleistocenica delle "Argille grigio-azzurre". I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità superiori ai 150 m dal piano campagna, il cui spessore non supera le poche decine di metri. Nelle lenti più profonde, si rinvenivano acque connate che si caratterizzano per i valori piuttosto elevati della temperatura. La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità.

La produttività dei livelli idrici, pur essendo variabile da luogo a luogo, risulta sempre molto bassa con portate di pochi litri al secondo.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

In genere, la produttività tende a diminuire rapidamente a partire dall'inizio dell'esercizio del pozzo facendo registrare, in alcuni casi, il completo esaurimento della falda.

La restituzione della sezione geologica interpretativa (Fig. 4) proposta da Maggiore et alii (2004) realizzata attraverso dati stratigrafici, desunti da pozzi per acqua presenti nell'area, sia da perforazioni eseguite a scopi geognostici e per la ricerca di idrocarburi (Agip, 1971; 1994), chiarisce il modello geologico e idrogeologico presente nell'area del tavoliere centro-settentrionale (Fig. 5).

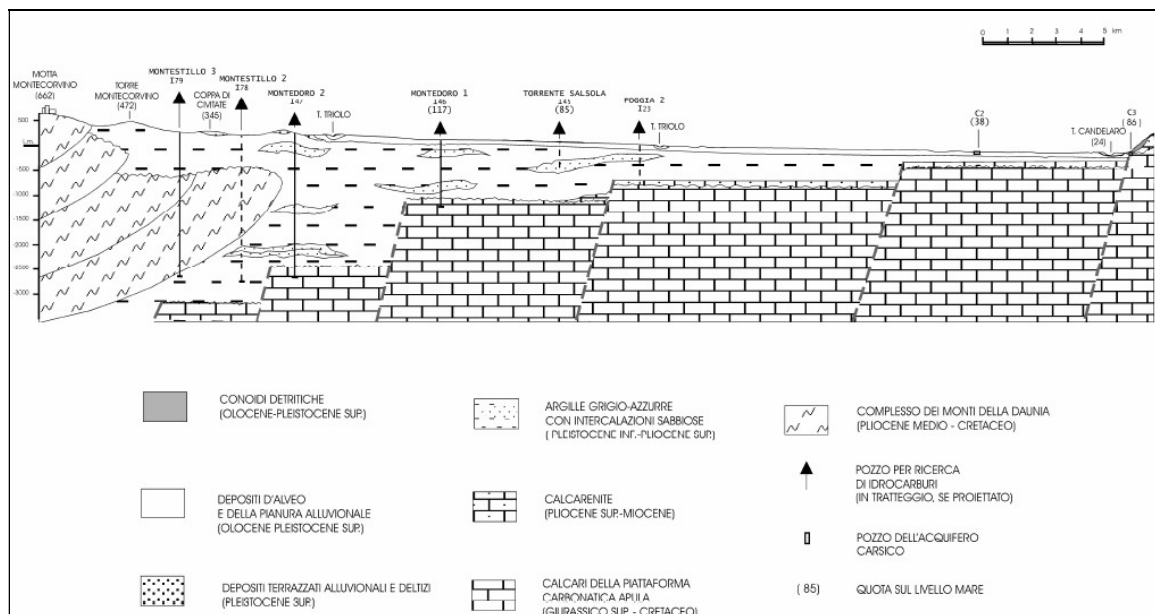


Fig. 4: Sezione geologica da Motta monte Corvino a Rignano Garganico.

(Maggiore et alii 2004)



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

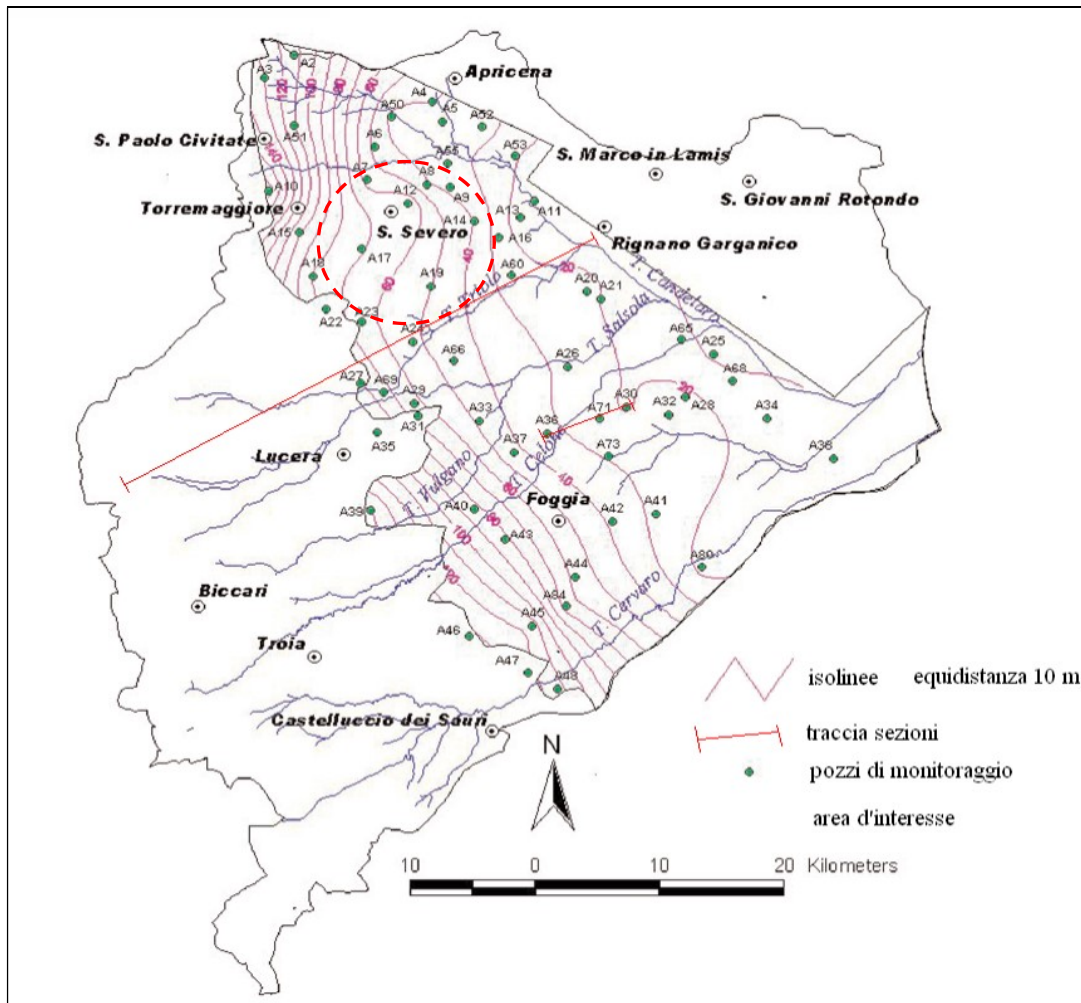


Fig. 5: Carta della piezometria gennaio-febbraio 2003 (Masciale R. 2004) modificata

Ulteriori utili dati sono contenuti nello studio “Caratteri idrogeologici del Tavoliere di Puglia e stato ambientale della falda superficiale nell’area compresa tra il T. Fortore e il T. Cervaro.” (Masciale R. 2004). Da esso sono riproposte le fig. 14 e 15. In particolare la carta della piezometria (fig. 14), relativa ad una campagna di misura del 2002, consente di valutare, l’andamento della superficie piezometrica nonché le relazioni esistenti tra l’acquifero superficiale e i principali corsi d’acqua.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

Dalla carta si rileva che i massimi valori del gradiente idraulico, evidenziati dalle isoipse ravvicinate, si registrano nella parte più interna, corrispondente alla zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire nella parte centrale e ancor più verso il T. Candelaro dove le isoipse si fanno più rade. La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, innanzitutto, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale più marcata, osservabile verso il T. Candelaro che funge da asse drenante; non si evidenzia l'esistenza di marcati spartiacque idrologici.



4 - SISMICITÀ

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 gli eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe. Essa infatti risente della vicinanza delle strutture sismo-genetiche dell'Appennino Dauno, i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici.

Oltre al terremoto dell'Irpinia (1980) l'ultimo evento significativo, in ordine temporale, è stato il terremoto con epicentro in Molise del 31/10/2002. La magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VIII della scala Mercalli.

Gli eventi sismici più forti, verificatisi in epoca storica nelle vicinanze dell'area in studio sono (Fig. 6):

- la sequenza appenninica del dicembre 1456, di cui si ricordano danni gravi a Casacalenda;
- la sequenza del 5 giugno 1688 nel Sannio;
- il terremoto dell' 8 settembre 1694 in Irpinia e Basilicata;
- il terremoto del 14 marzo 1702 in Baronia;
- l'evento del 29 novembre 1732 in Irpinia.
- l'evento del 14 agosto 1851 in Basilicata.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

- l'evento del 16 dicembre 1857 in Basilicata.
- l'evento del 23 luglio 1930 in Irpinia
- l'evento del 21 agosto 1962 in Irpinia
- il terremoto del 23 novembre 1980 in Irpinia - Basilicata.

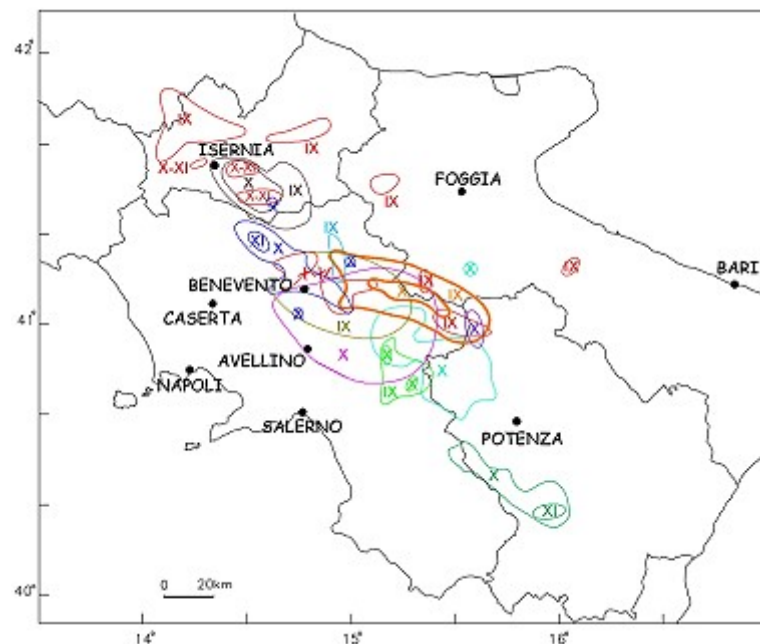


Fig. 6: Rappresentazione delle isosiste di intensità superiore al IX grado della scala Mercalli rilevate per i terremoti distruttivi avvenuti in Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni.

Ad ogni modo, il territorio del Comune di San Severo, secondo la classificazione sismica (O.P.C.M. 20.03.2003 e succ. mod. ed integr.) ricade in Zona 2.

Circa la categoria di suolo l'indagine geosismica effettuata ha consentito di ricavare i valori di VS_{30} sperimentali che



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

ci permettono di attribuire i suoli indagati alla **categoria C** ($360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800 \text{ m/s}$), ai sensi delle NTC 2018.

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente ad-densati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spes-sori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale migliora-mento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250 \text{ kPa}$ nei ter-reni a grana fina).

Pertanto, con riferimento al D.M. 17.01.2018, le azio-ni sismiche di progetto e gli spettri di risposta rappresentativi della componente delle azioni sismiche possono essere defi-nite considerando il terreno di fondazione classificabile come “Categoria C”.



5 - INDAGINI ESEGUITE

Ai fini della definizione di un quadro geologico preliminare, sono stati eseguiti numerosi stendimenti sismici ed un sondaggio geognostico spinto sino alla profondità di 30 m dal p.c.

5.1 SONDAGGIO MECCANICO

E' stato realizzato, un foro di sondaggio con requisiti tecnici conformi alle normative vigenti in materia ed adeguate alle caratteristiche dei terreni da attraversare.

Il sondaggio è stato eseguito tramite perforatrice idraulica cingolata tipo EGT MD 710 di fabbricazione EgtTechnology Parma. E stato utilizzato un carotiere semplice del diametro di 101 mm. Gli utensili e le attrezzature di perforazione adoperate sono di fabbricazione Boart-Nenzi (Segrate-MI), Geomarc S.r.l. (Monza-MI), Drill Service S.n.c. (Mosciano S. Angelo-TE), con aste di perforazione dotate di filettature tronco-coniche 3/8 API regular (ϕ_{est} 76 mm, lunghezza 3000 mm), carotiere semplice (ϕ_{est} 101 mm, ϕ_{int} 83 mm, lunghezza 3000 mm).

La percentuale di recupero è stata del 100% per tutti i terreni attraversati e la perforazione si è eseguita in assenza di rivestimento provvisorio del foro vista la presenza di materiali con buone capacità d'autosostenimento.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

Nel corso delle operazioni di sondaggio è stata compilata la scheda della stratigrafia riscontrata completa di: descrizione della natura e delle caratteristiche del terreno, data, metodo di perforazione, attrezzatura impiegata, diametro di perforazione, diametro di rivestimento, fluido di circolazione, quota assoluta del punto d'indagine, nominativo del compilatore, quote di prelievo campioni e delle SPT.

Non sono emerse problematiche particolari durante le fasi lavorative. Non si sono verificati rifluimenti di colonna, la velocità d'avanzamento è stata normale.

Per le stratigrafie e le foto si rimanda agli allegati in calce alla relazione.

5.2 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

Le prospezioni sismiche hanno visto la realizzazione di profili sismici a rifrazione, avente uno sviluppo di 36 ml ognuno, e nella realizzazione di profili sismici di tipo MASW che ha consentito la determinazione delle V_{s30} .

Per tale scopo è stato utilizzato un sismometro a rifrazione tipo M.A.E.-A6000S, in configurazione a 24 canali con acquisizione computerizzata dei dati, massa battente di 10 kg quale sorgente generatrice di onde sismiche e sensori (geofoni) con frequenza di 4,5 Hz; questo ha permesso di caratterizzare elastomeccanicamente i terreni in posto.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

Il metodo della sismica a rifrazione mediante profili a scoppi coniugati ed intermedi (e cioè con energizzazioni del terreno esterne (in andata e ritorno) ed interne relativamente alla lunghezza del profilo stesso) e l'utilizzo di software dedicato per l'interpretazione dei dati ottenuti, ha permesso di determinare la geometria degli orizzonti (sismostrati) a differente comportamento elasto-meccanico.

Il metodo consiste nella propagazione d'onde sismiche (onde rifratte prodotte artificialmente) nel sottosuolo da indagare. La velocità di propagazione delle onde così prodotte dipende dalle caratteristiche di densità dei terreni attraversati e sono rilevate per mezzo di geofoni, posti ad intervalli regolari lungo lo stendimento.

L'individuazione (mediante sismogrammi) degli arrivi delle onde rifratte, ai vari geofoni disposti a distanze uguali, e la determinazione dei tempi d'arrivo (ritardi), ha consentito di ricavare la potenza dei vari strati attraversati e la definizione della stratigrafia e delle sezioni del sottosuolo.

Inoltre con il metodo MASW è stata parametrizzata la velocità delle onde Vs in profondità ricavando un "modello di velocità del sottosuolo" correlabile con i diversi litotipi presenti in profondità.

La categoria di suolo così determinata, ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003, risulta la categoria C ($180 \text{ m/s} < VS_{30} < 360 \text{ m/s}$).



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Per i calcoli strutturali, nel caso di utilizzo della recente normativa sismica, si raccomanda di tenere tale dato in debita considerazione.

I risultati dell'indagine sismica sono riportati nella relazione sismica (allegata).



6 - CARATTERI GEOTECNICI

In relazione ai lavori previsti per la realizzazione del Campo Eolico si da evidenza di alcune caratteristiche geo-meccaniche dei terreni interessati dalle opere desunti dalle indagini preliminari eseguite e sulla base di dati bibliografici e di precedenti indagini condotte su terreni analoghi. Vengono pertanto forniti, a titolo puramente indicativo, i valori di alcuni parametri geotecnici dei diversi tipi di terreno, che comunque saranno acquisiti con la prevista espansione conoscitiva puntuale che prevede la realizzazione di opportune indagini per ciascun aerogeneratore, unitamente a considerazioni generali.

Sabbie Plioceniche

Costituite da sabbie limoso argillose o limose che presentano, talvolta, caratteri litici, Hanno generalmente comportamento non coesivo con valori dell'angolo di attrito intorno ai 25-28°.

Valori orientativi sono:

	Coesione c' t/m²	Attrito φ'	Coesione non drenata c_u t/m²
Sabbie plioceniche	< 1	25°-28°	-



Depositi alluvionali

Tali depositi sono costituiti prevalentemente da limi argillosi con locali spolverate arenitiche e locali livelli grossolani. Hanno spessori modesti, dell'ordine di 2-3 m che possono raggiungere anche valori massimi di 10-15 m. Tali terreni hanno un comportamento prevalentemente coesivo in relazione alla prevalente frazione fine che li caratterizza. Generalmente tali depositi presentano discreti valori delle caratteristiche meccaniche ma presentano una forte compressibilità.

Valori indicativi sono:

	<i>Coesione</i> $c' \text{ t/m}^2$	<i>Attrito</i> φ'	<i>Coesione non drenata</i> $c_u \text{ t/m}^2$
<i>Depositi alluvionali</i>	0,2 - 1	20°-25°	5 - 10

Argille Plioceniche

Costituite da argille e limi argilloso sabbiosi. Al di sotto della fascia più superficiale ed alterata che generalmente si estende sino a profondità di 5-7 m dal p.c., tali terreni posseggono discreti valori di coesione ed un buon grado di compattazione.

Valori orientativi sono:

	<i>Coesione</i> $c' \text{ t/m}^2$	<i>Attrito</i> φ'	<i>Coesione non drenata</i> $c_u \text{ t/m}^2$
<i>Argille plioceniche</i>	1 - 2	18°-20°	10 - 20



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

Da tali elementi, che andranno opportunamente verificati con indagini geognostiche mirate, ed in relazione agli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali degli aerogeneratori, di tipo profondo, non si evidenziano particolari problemi e/o criticità di ordine geotecnico che possano compromettere la stabilità delle opere.



7- VINCOLI ESISTENTI

Come accennato in premessa le opere in progetto non ricadono né in aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi dell'art. 1 del R.D.L. n. 3267 del 1923, né in aree a pericolosità geomorfologica o idraulica, come evidenziato nella cartografia del Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia (Fig. 7).

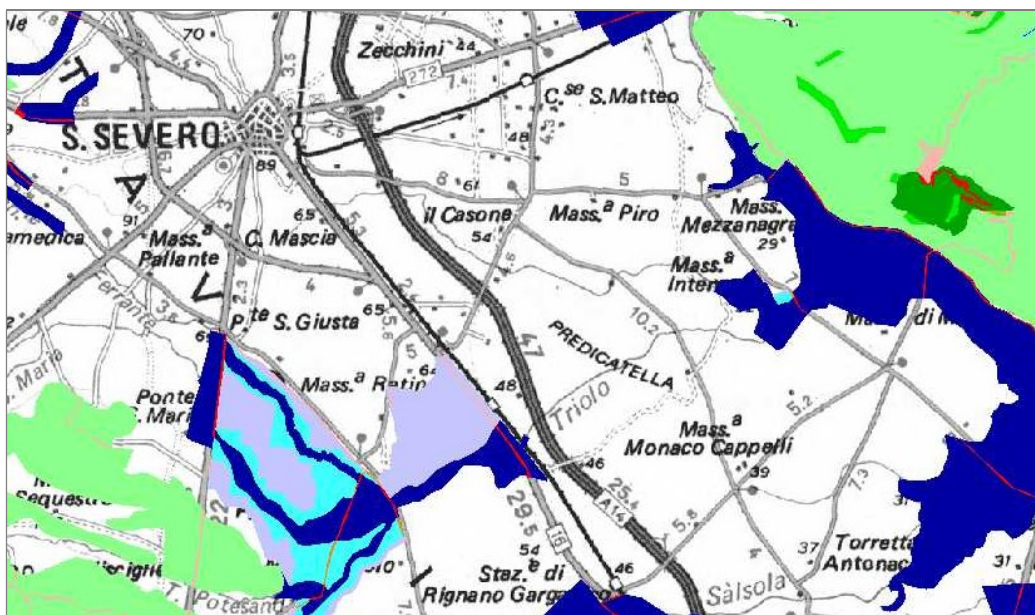


Fig 7: Aree sottoposte a vincolo P.A.I. - AdB Regione Puglia

Preme in proposito evidenziare che, in relazione alle opere previste ed in virtù delle caratteristiche geologiche, stratigrafiche e geomorfologiche descritte, oltre che delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni interessati dalle opere così come desumibili da dati di letteratura, è possibile



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

sin d'ora escludere ragionevolmente eventuali interferenze negative delle opere con il quadro geostrutturale locale.

Va in tal senso rilevato che dalla consultazione della banca dati I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) non risulta censito per le aree in esame alcun dissesto né in atto né storico.

Pertanto, sulla base delle informazioni e dei dati sinora desunti dall'analisi delle condizioni geomorfologiche, geologiche, e geostratigrafiche, dei luoghi, così come riportato nei paragrafi precedenti, è possibile affermare che le aree risultano :

- geomorfologicamente stabili;
- non interessate da fenomeni erosivi, da frane o da instabilità del suolo o del sottosuolo;
- caratterizzate dalla presenza di substrati costituiti da litotipi dotati di sufficienti caratteristiche di resistenza geomeccanica.

Infatti le uniche azioni morfologiche che si esplicano nelle aree sono costituite da deboli fenomeni di dilavamento durante i periodi di forte precipitazione che non hanno grande rilevanza geomorfologica.

Pertanto, per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali (di tipo



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

profondo) esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non incidono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area né pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico alla realizzabilità delle opere.

Come ovvio in fase di progettazione esecutiva, saranno verificate le caratteristiche geostrutturali locali attraverso una puntuale campagna di indagini geognostiche che completeranno il quadro geologico-tecnico conoscitivo, fin qui acquisito.



8- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Considerate le risultanze dell'indagine e le finalità del presente studio geologico, teso a valutare le problematiche e le implicazioni geologiche connesse con le previsioni realizzative di una progettazione definitiva, è possibile affermare la piena compatibilità dell'opera con il quadro geomorfologico e geologico locale.

In particolare, alla luce di quanto illustrato nei capitoli precedenti a cui si rimanda per ogni utile approfondimento, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

✚ In relazione agli aspetti geomorfologici e a possibili dissesti superficiali e profondi, la conformazione della zona non fa emergere situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta globalmente stabile;

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

✚ Il terreno è costituito da litologie dotate di discrete caratteristiche tecniche. Sarà comunque cura del tecnico progettista valutare le più opportune scelte tecniche ed il dimensionamento delle opere di fondazione in virtù delle



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

verifiche tecniche e dei carichi dinamici e statici trasmessi al terreno;

✚ Ai fini sismici si tenga conto, nei calcoli di verifica, che il suolo è classificabile come terreno di “Categoria C”, con una pendenza topografica media inferiore ai 15°, pertanto riferibile ad una categoria di tipo T1.

Tanto in adempimento all'incarico conferitomi

Rodi Garganico Ottobre 2019





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

BIBLIOGRAFIA

AA. VV. (1999) – *Puglia e Monte Vulture. Guide Geologiche Regionali. Società Geologica Italiana BE-A editrice*

AA. VV. *AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA* (2005) – *Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI). Relazione di Piano.*

CALDARA M. PENNETTA L. (1993) – *Nuovi dati per la conoscenza geologica e morfologica del Tavoliere di Puglia. Bonifica, VIII (3), 1993, 25-42, Foggia.*

CASNEDI R. (1988) - *La Fossa bradanica: origine, sedimentazione e migrazione. Atti 74° Cong. Soc. Geol. It., B, 98-103.*

CIARANFI N., GHISETTI F., GUIDA M., IACCARINO G., LAMBIASE S., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G., TORRE M., TORTORICI L. & VEZZANI L. (1983) - *Carta neotettonica dell'Italia meridionale. Pubbl. n° 515 del P.F. Geodinamica, Bari.*

CROSTELLA A. & VEZZANI L. (1964) - *La geologia dell'Appennino foggiano. Boll. Soc. Geol. It., 83, 121-142.*

D'ARGENIO B. (1988) - *L'Appennino Campano-Lucano. Vecchi e nuovi modelli geologici tra gli anni sessanta e gli inizi degli anni ottanta. Relazioni 74° Congr. Soc. Geol. It.*

D'ARGENIO B., PESCATORE T. & SCANDONE P. (1973) - *Schema geologico dell' Appennino meridionale (Campania e Lucania). Atti Acc. Lincei, quad. 183.*

DAZZARO L. & RAPISARDI L. (1987) - *Osservazioni geologiche sull'Appennino Dauno. Conv. Soc. Geol. It.: Sistemi avanfossa-avampaese lungo la catena appenninico- maghrebide. Naxos-Taormina/Pergusa.*

DAZZARO L., DI NOCERA S., PESCATORE T., RAPISARDI L., ROMEO M., RUSSO B., SENATORE M.R. & TORRE M. (1988) - *Geologia del margine della catena appenninica tra il F. Fortore ed il T. Calaggio (Appennino Meridionale). Atti 74° Cong. Soc. Geol.*



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

DI NOCERA S. & TORRE M. (1987) - Geologia dell'area compresa tra Deliceto e Scampitella (Appennino Foggiano). Boll. Soc. Geol. It., 106, 351-364.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000 - Foglio 174 "Ariano Irpino". II Ed. e Note Illustrative.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

RISULTATI INDAGINI

PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

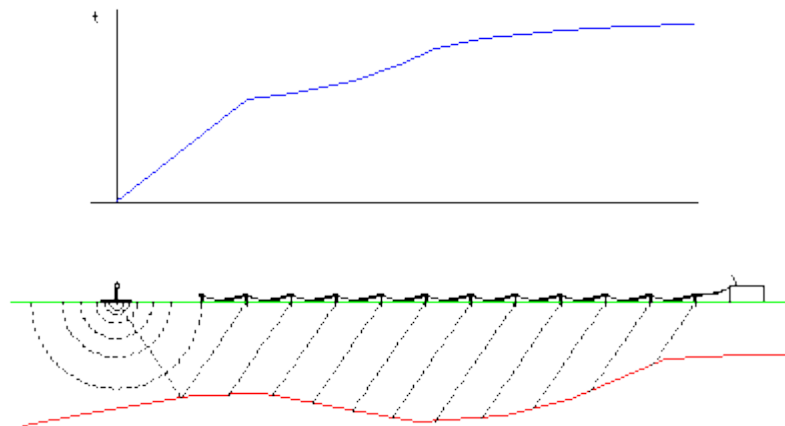
Le indagini sismiche, ubicate come da planimetria allegata, consistono nella esecuzione di 5 profili sismici a rifrazione, aventi uno sviluppo di 36 ml ognuno.

E' stato utilizzato un sismometro a rifrazione tipo MAE A6000S, in configurazione a 24 canali con acquisizione computerizzata dei dati, massa battente di 10 kg quale sorgente generatrice di onde sismiche e sensori (geofoni P) con frequenza di 4.5 Hz; questo ha permesso di caratterizzare elastomeccanicamente i terreni in posto. Il profilo ha avuto una lunghezza complessiva di 36 m, con offset di 3 m e interstanzageofonica pari a 1.5 ml.

Le indagini geosismiche vengono realizzate utilizzando il metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) e talvolta trasversali (onde S) nel sottosuolo. Tali onde sono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest'ultimo è sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale, sia artificiale (esplosioni, mazze battenti, ecc.).



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"



La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo), in corrispondenza di una molteplicità di punti disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni). Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni e la compattezza dei materiali da queste attraversati. Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondità della falda freatica. L'elaborazione dei dati sismici con un completo modello matematico bidimensionale appoggiato da procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici,



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

sono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione. Questa procedura di tipo “classico” è stata seguita per fornire un modello di velocità iniziale alla procedura d’iterazione topografica. Di seguito sono riportati i dati che sono stati elaborati con il software “*Ps Lab 2.13*” della MAE (Molisana Apparecchiature Elettroniche), relativi ai risultati delle indagini sismiche effettuata.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

REPORT SISMICO S1

- PRIMI ARRIVI -

-3.00 mt	17.00 mt [SX]	17.00 mt [DX]	36.50 mt
5.07 ms	27.60 ms		37.07 ms
11.07 ms	24.13 ms		35.87 ms
12.93 ms	22.67 ms		34.53 ms
15.20 ms	19.60 ms		33.73 ms
16.80 ms	18.13 ms		32.93 ms
18.67 ms	16.13 ms		31.87 ms
20.53 ms	14.53 ms		30.93 ms
21.87 ms	12.93 ms		29.60 ms
23.20 ms	11.47 ms		28.00 ms
24.00 ms	9.33 ms		26.40 ms
24.53 ms	7.73 ms		25.07 ms
25.60 ms	3.73 ms		22.93 ms
26.67 ms		3.73 ms	22.00 ms
28.00 ms		6.27 ms	20.67 ms
29.47 ms		10.27 ms	19.20 ms
31.07 ms		12.27 ms	17.87 ms
32.27 ms		14.67 ms	16.00 ms
33.47 ms		17.33 ms	13.60 ms
34.40 ms		18.80 ms	10.40 ms
35.60 ms		21.73 ms	9.07 ms
37.60 ms		23.20 ms	7.47 ms
39.47 ms		25.20 ms	6.53 ms
40.67 ms		27.07 ms	4.53 ms
41.60 ms		28.40 ms	2.93 ms



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

- PROFONDITA' STRATI -

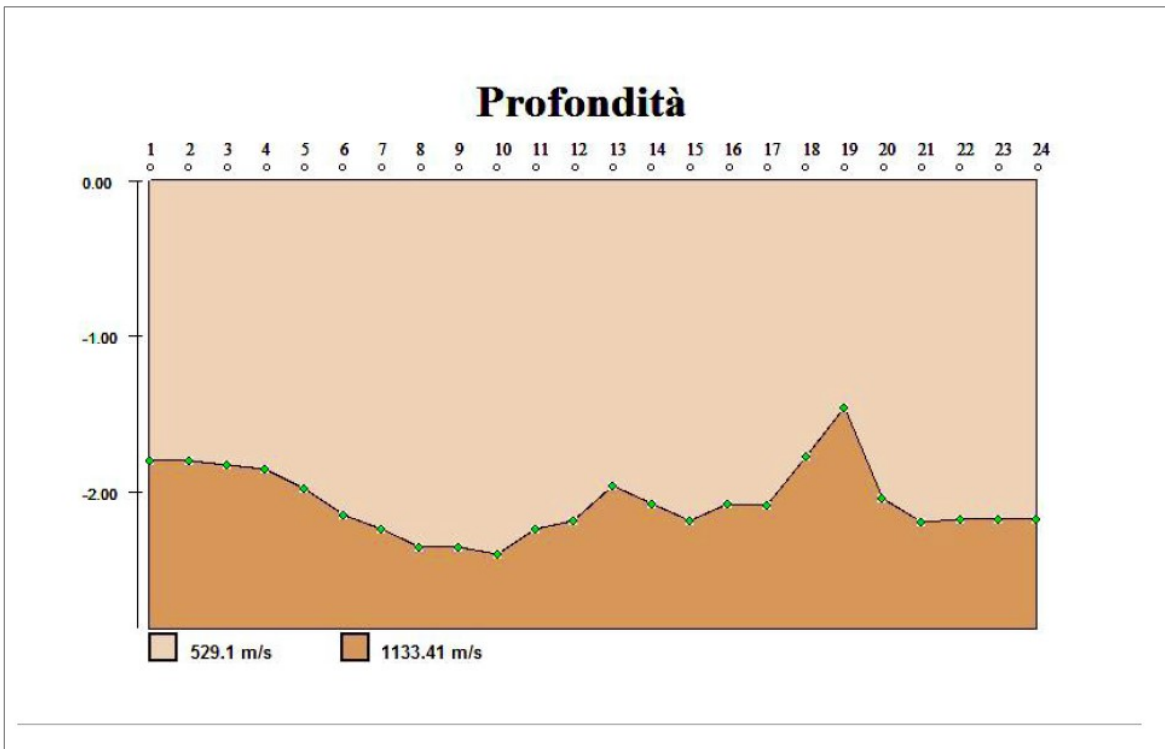
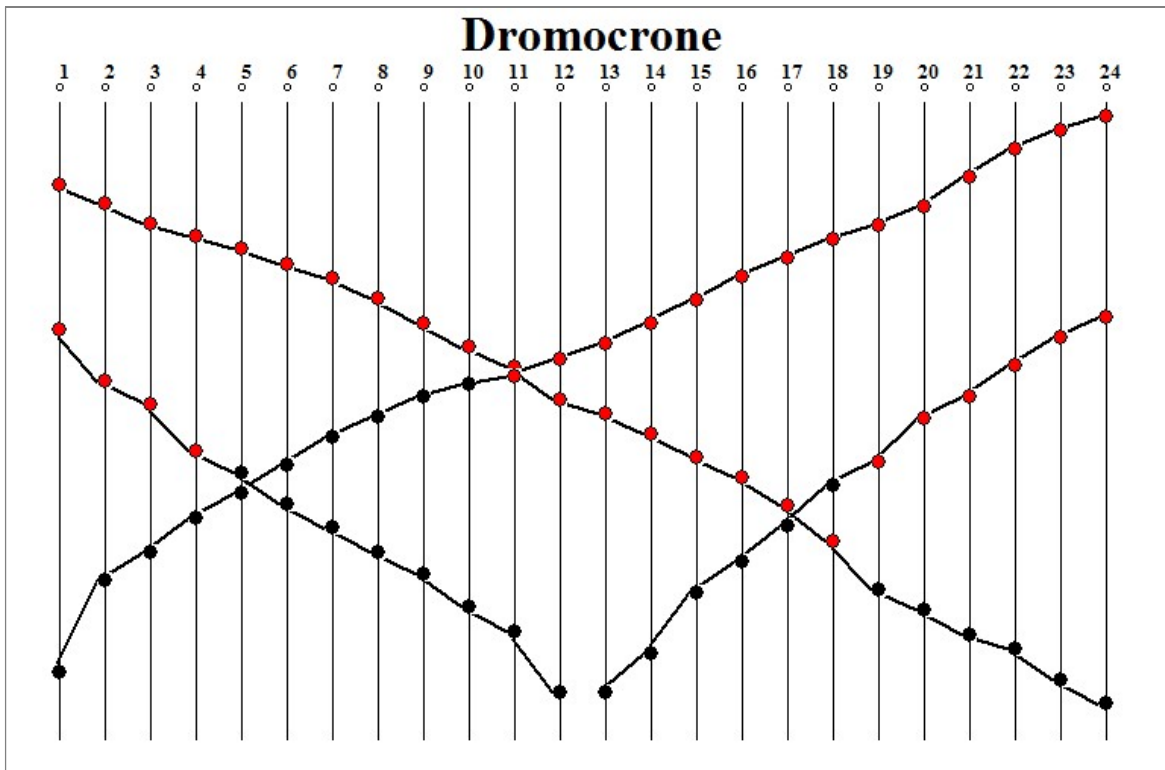
Geofoni	2° strato
1	-1.80 mt
2	-1.80 mt
3	-1.83 mt
4	-1.86 mt
5	-1.99 mt
6	-2.16 mt
7	-2.25 mt
8	-2.36 mt
9	-2.37 mt
10	-2.40 mt
11	-2.24 mt
12	-2.19 mt
13	-1.97 mt
14	-2.08 mt
15	-2.19 mt
16	-2.08 mt
17	-2.10 mt
18	-1.78 mt
19	-1.47 mt
20	-2.05 mt
21	-2.20 mt
22	-2.18 mt
23	-2.18 mt
24	-2.18 mt

- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	529.10 m/s
Velocità strato n.2	1133.41 m/s



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

REPORT SISMICO S2

- PRIMI ARRIVI -

-3.00 mt	17.00 mt [SX]	17.00 mt [DX]	37.50 mt
6.00 ms	34.00 ms		49.60 ms
14.80 ms	30.93 ms		48.67 ms
19.47 ms	28.80 ms		48.00 ms
23.20 ms	27.73 ms		46.67 ms
28.67 ms	26.67 ms		45.20 ms
30.13 ms	24.93 ms		44.27 ms
31.33 ms	23.20 ms		43.07 ms
33.47 ms	22.00 ms		41.60 ms
34.67 ms	19.20 ms		39.87 ms
36.00 ms	14.93 ms		38.27 ms
37.07 ms	9.33 ms		37.60 ms
38.40 ms	4.00 ms		37.20 ms
39.07 ms		6.00 ms	35.73 ms
40.27 ms		14.27 ms	34.67 ms
41.20 ms		17.87 ms	33.47 ms
42.67 ms		19.33 ms	32.80 ms
43.87 ms		22.27 ms	31.60 ms
45.07 ms		23.47 ms	30.53 ms
45.87 ms		26.53 ms	28.93 ms
46.53 ms		27.87 ms	26.13 ms
48.27 ms		28.93 ms	21.60 ms
49.07 ms		30.53 ms	17.60 ms
49.73 ms		31.60 ms	13.73 ms
50.53 ms		34.40 ms	8.13 ms



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

- PROFONDITA' STRATI -

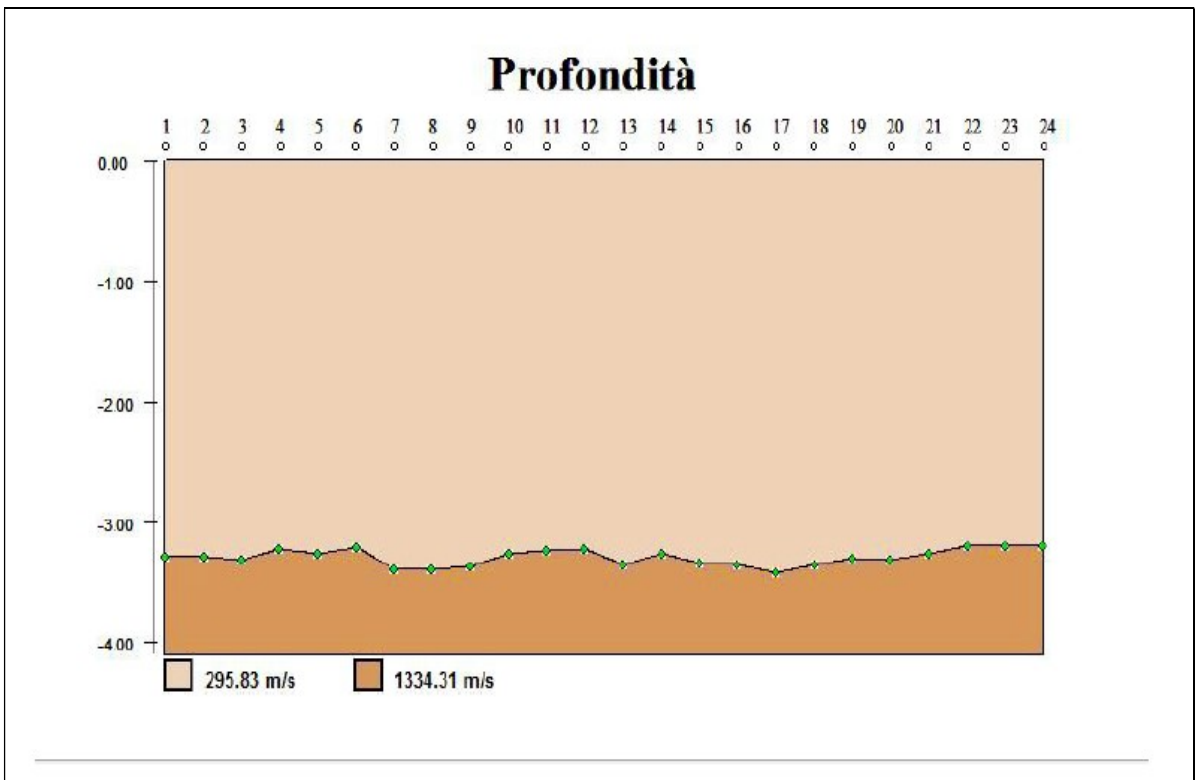
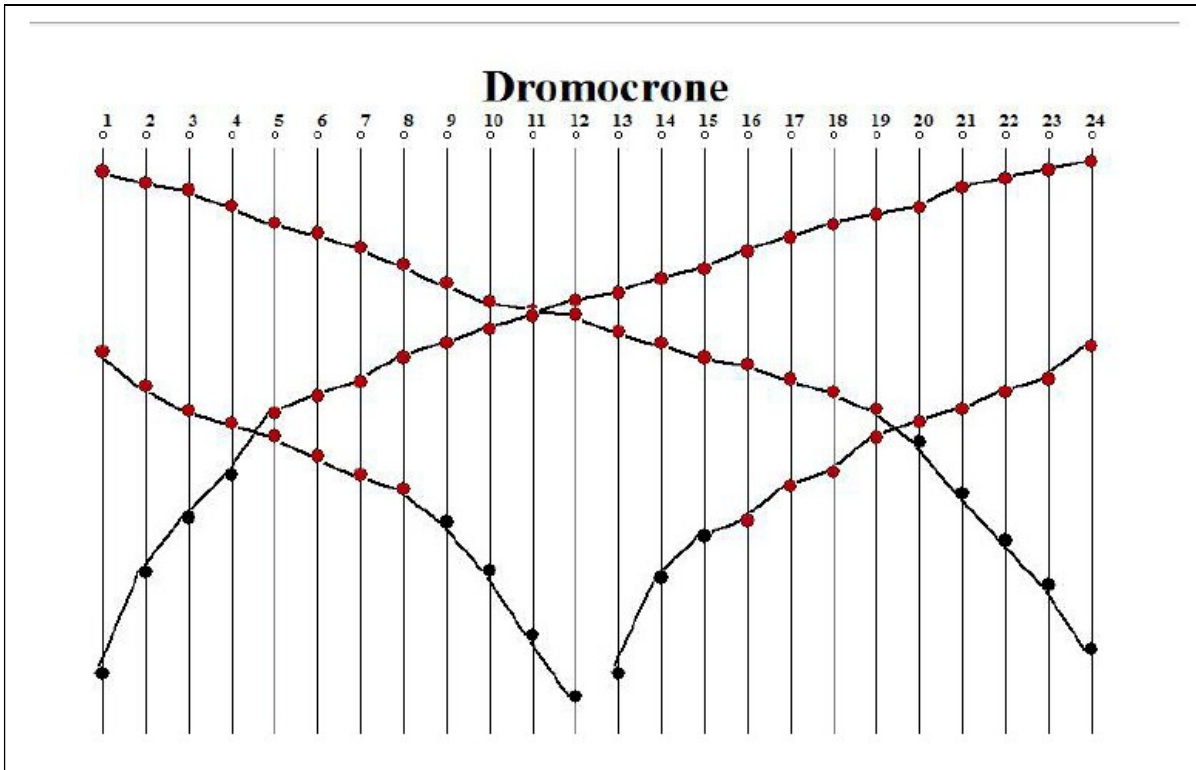
Geofoni	2° strato
1	-3.29 mt
2	-3.29 mt
3	-3.32 mt
4	-3.23 mt
5	-3.26 mt
6	-3.22 mt
7	-3.40 mt
8	-3.40 mt
9	-3.38 mt
10	-3.27 mt
11	-3.24 mt
12	-3.23 mt
13	-3.36 mt
14	-3.27 mt
15	-3.34 mt
16	-3.35 mt
17	-3.42 mt
18	-3.36 mt
19	-3.31 mt
20	-3.32 mt
21	-3.27 mt
22	-3.20 mt
23	-3.20 mt
24	-3.20 mt

- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	295.83 m/s
Velocità strato n.2	1334.31 m/s



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

REPORT SISMICO S3

- PRIMI ARRIVI -

-3.00 mt	23.00 mt [SX]	23.00 mt [DX]	49.00 mt
13.00 ms	65.00 ms		70.00 ms
18.00 ms	60.00 ms		67.00 ms
20.00 ms	52.00 ms		65.00 ms
24.00 ms	48.00 ms		63.00 ms
28.00 ms	45.00 ms		60.00 ms
32.00 ms	43.00 ms		58.00 ms
35.00 ms	41.00 ms		57.00 ms
38.00 ms	37.00 ms		56.00 ms
42.00 ms	30.00 ms		54.00 ms
46.00 ms	20.00 ms		52.00 ms
50.00 ms	11.00 ms		50.00 ms
54.00 ms	6.00 ms		49.00 ms
58.00 ms		1.00 ms	47.00 ms
63.00 ms		6.00 ms	46.00 ms
65.00 ms		16.00 ms	45.00 ms
68.00 ms		23.00 ms	44.00 ms
71.00 ms		29.00 ms	39.00 ms
75.00 ms		35.00 ms	37.00 ms
78.00 ms		39.00 ms	36.00 ms
82.00 ms		45.00 ms	34.00 ms
85.00 ms		48.00 ms	32.00 ms
87.00 ms		53.00 ms	28.00 ms
88.00 ms		57.00 ms	24.00 ms
91.00 ms		59.00 ms	19.00 ms



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

- PROFONDITA' STRATI -

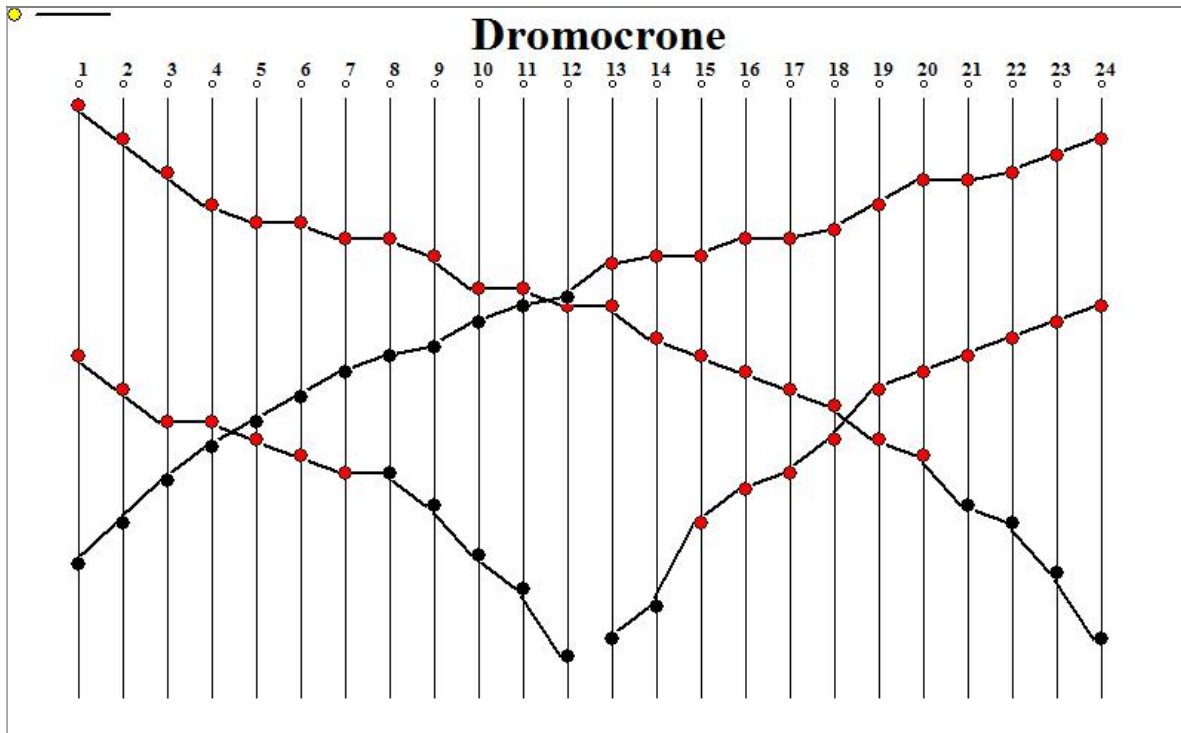
Geofoni	2° strato
1	-2.39 mt
2	-2.39 mt
3	-2.40 mt
4	-2.59 mt
5	-2.81 mt
6	-2.81 mt
7	-3.00 mt
8	-3.45 mt
9	-3.46 mt
10	-3.60 mt
11	-3.77 mt
12	-3.95 mt
13	-4.14 mt
14	-4.13 mt
15	-4.27 mt
16	-4.44 mt
17	-4.86 mt
18	-5.03 mt
19	-5.43 mt
20	-5.61 mt
21	-5.64 mt
22	-5.29 mt
23	-5.29 mt
24	-5.29 mt

- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	391.78 ms
Velocità strato n.2	780.80 ms

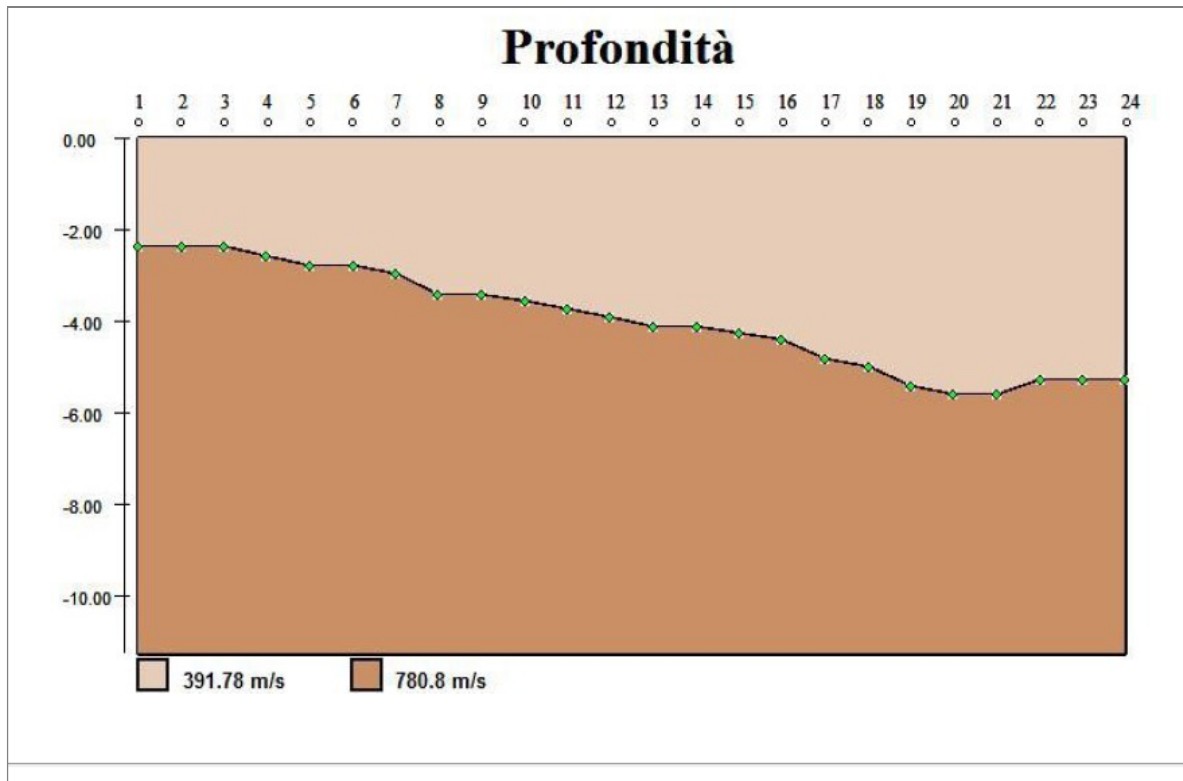


Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

SONDAGGIO SISMICO S4

- PRIMI ARRIVI -

-4.00 mt	23.00 mt [SX]	23.00 mt [DX]	49.00 mt
12.00 ms	35.50 ms		65.00 ms
13.00 ms	35.00 ms		62.00 ms
16.00 ms	33.00 ms		59.00 ms
20.50 ms	30.00 ms		57.00 ms
23.00 ms	29.00 ms		55.00 ms
25.00 ms	26.00 ms		53.50 ms
29.50 ms	24.50 ms		51.50 ms
30.50 ms	22.00 ms		48.50 ms
31.00 ms	18.00 ms		46.50 ms
32.00 ms	15.50 ms		45.50 ms
34.50 ms	13.00 ms		43.50 ms
36.00 ms	6.00 ms		42.00 ms
37.50 ms		4.50 ms	39.50 ms
40.50 ms		10.50 ms	37.50 ms
42.50 ms		14.00 ms	35.50 ms
44.00 ms		16.50 ms	33.50 ms
45.00 ms		20.50 ms	32.50 ms
46.50 ms		24.00 ms	29.50 ms
49.00 ms		27.50 ms	27.50 ms
51.00 ms		30.00 ms	25.00 ms
53.50 ms		33.00 ms	23.00 ms
55.50 ms		35.50 ms	17.50 ms
57.50 ms		36.50 ms	12.00 ms
60.50 ms		37.00 ms	10.50 ms



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

- PROFONDITA' STRATI -

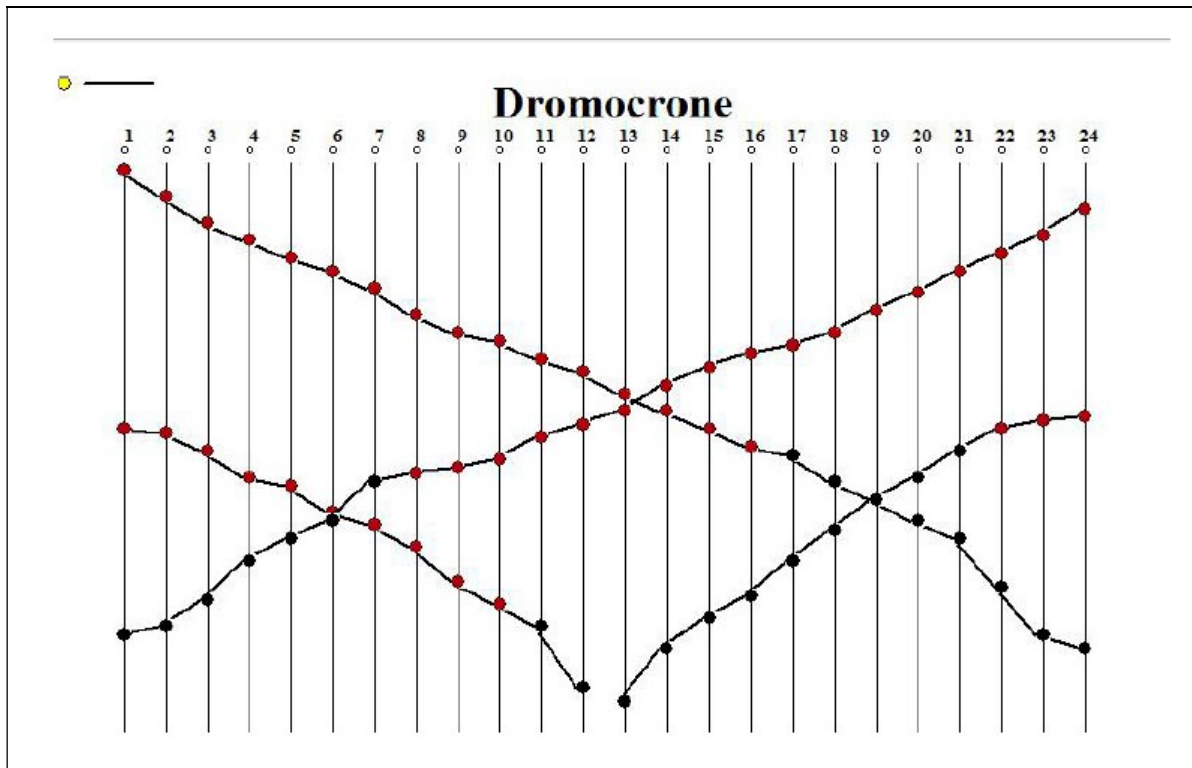
Geofoni	2° strato
1	-3.58 mt
2	-3.58 mt
3	-3.58 mt
4	-3.30 mt
5	-3.08 mt
6	-3.40 mt
7	-3.05 mt
8	-2.93 mt
9	-3.08 mt
10	-2.72 mt
11	-2.65 mt
12	-3.05 mt
13	-3.05 mt
14	-3.08 mt
15	-2.72 mt
16	-2.59 mt
17	-2.71 mt
18	-2.71 mt
19	-2.78 mt
20	-2.77 mt
21	-2.77 mt
22	-2.77 mt
23	-2.77 mt
24	-2.77 mt

- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	419.87 m/s
Velocità strato n.2	985.76 m/s

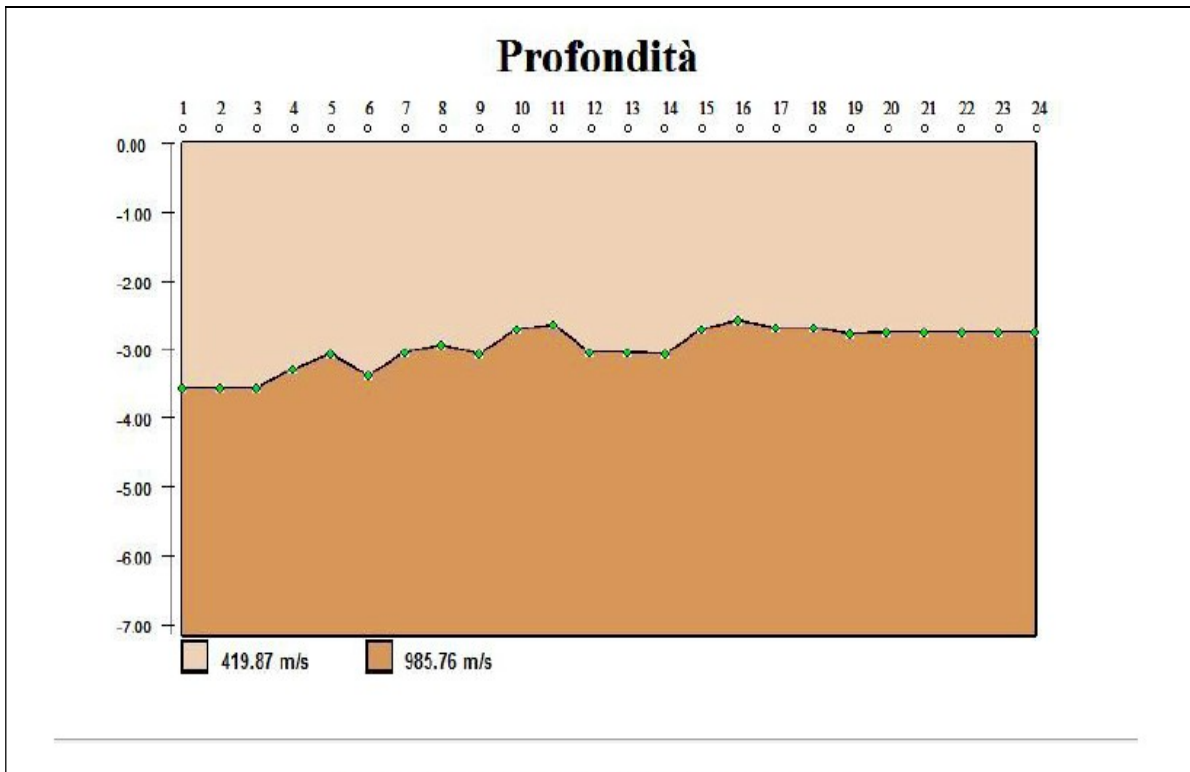


Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

SONDAGGIO SISMICO S5

- PRIMI ARRIVI -

-3.00 mt	17.00 mt [SX]	17.00 mt [DX]	37.00 mt
3.00 ms	30.50 ms		59.50 ms
5.00 ms	29.00 ms		57.50 ms
9.00 ms	27.50 ms		56.00 ms
14.00 ms	26.50 ms		53.50 ms
17.50 ms	23.50 ms		52.50 ms
21.00 ms	18.00 ms		51.00 ms
23.50 ms	15.00 ms		50.00 ms
27.50 ms	13.00 ms		48.00 ms
29.00 ms	9.50 ms		46.00 ms
30.00 ms	6.50 ms		43.00 ms
31.00 ms	3.50 ms		41.50 ms
32.50 ms		0.50 ms	39.50 ms
33.00 ms		2.00 ms	37.00 ms
33.50 ms		4.00 ms	34.50 ms
34.00 ms		6.50 ms	33.50 ms
35.50 ms		9.00 ms	30.50 ms
36.50 ms		11.00 ms	29.00 ms
37.00 ms		18.50 ms	27.50 ms
38.00 ms		25.50 ms	23.50 ms
39.50 ms		30.00 ms	21.00 ms
41.00 ms		33.50 ms	14.00 ms
42.00 ms		36.50 ms	9.50 ms
43.00 ms		39.50 ms	7.50 ms
44.50 ms		42.50 ms	3.00 ms

- PROFONDITA' STRATI -

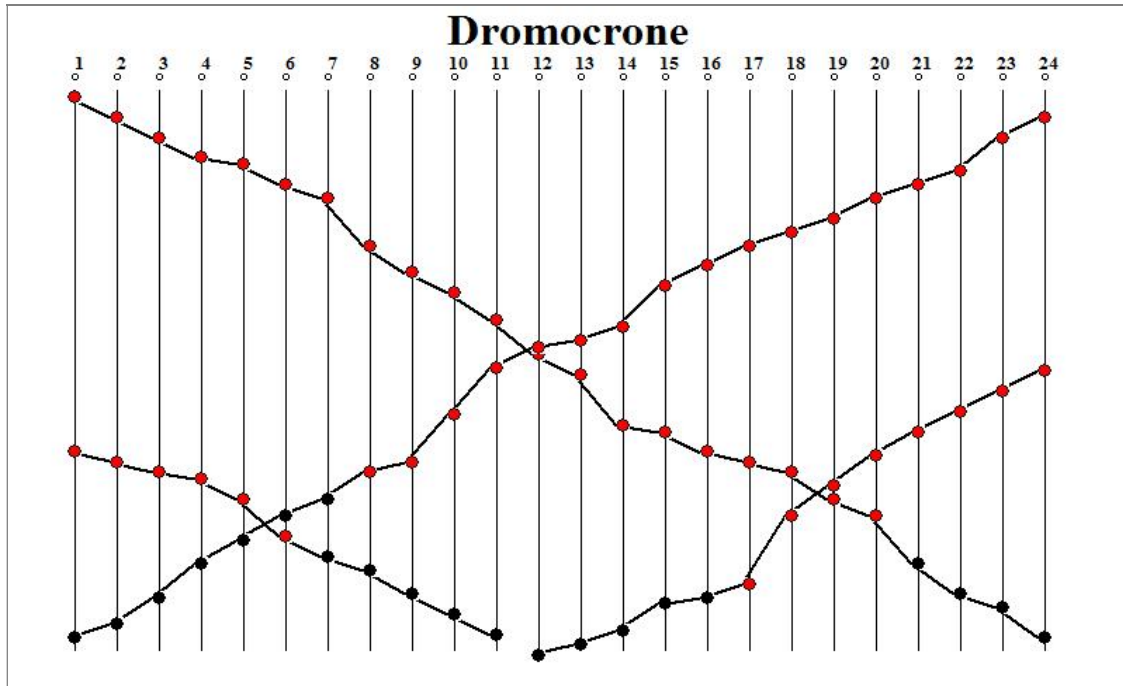
Geofoni	2° strato
1	-8.89 mt
2	-8.89 mt
3	-8.89 mt
4	-8.50 mt
5	-8.31 mt
6	-7.65 mt
7	-7.84 mt
8	-7.65 mt
9	-7.65 mt
10	-8.17 mt
11	-9.29 mt
12	-6.14 mt
13	-5.53 mt
14	-5.84 mt
15	-4.76 mt
16	-3.99 mt
17	-4.31 mt
18	-3.42 mt
19	-3.42 mt
20	-4.55 mt
21	-2.12 mt
22	-2.12 mt
23	-2.12 mt
24	-2.12 mt

- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	604.70 m/s
Velocità strato n.2	978.07 m/s

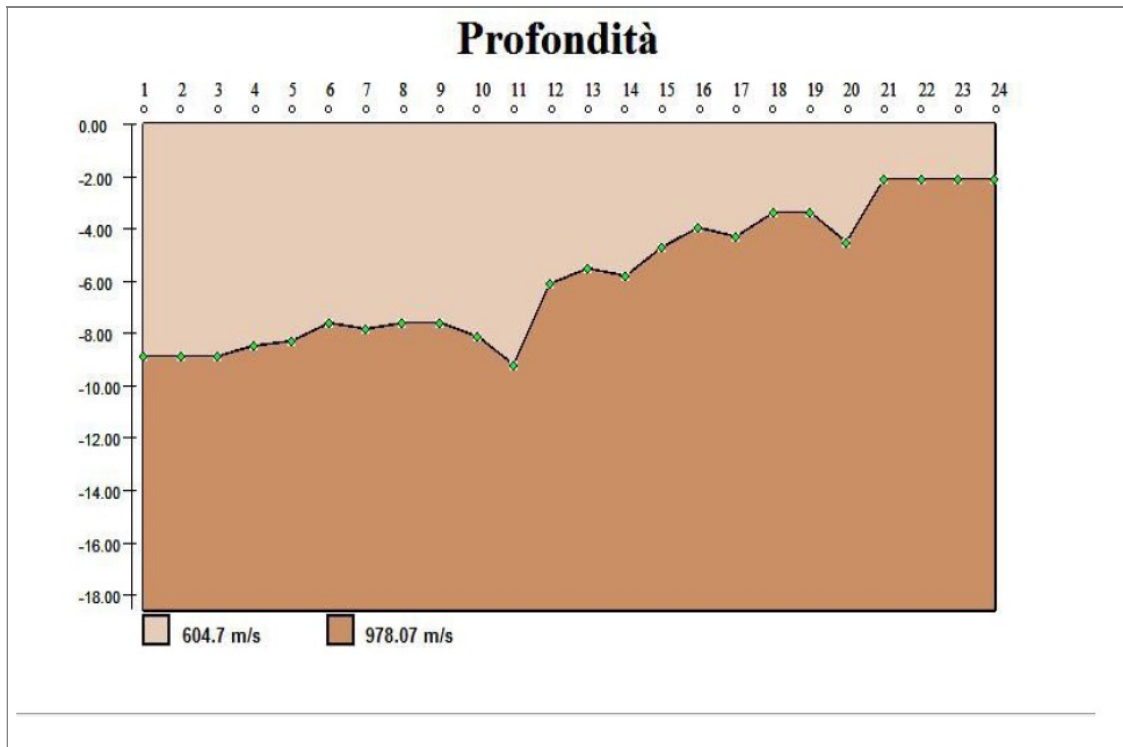


Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"





Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

PROVA SISMICA MULTICANALE MASW

Per gli stendimenti eseguiti al fine di ricavare il parametro sismico V_{s30} è stata eseguita una elaborazione dei dati con il metodo *MASW* (Multichannel Analysis of Surface Waves), che si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato.

Per ciò che riguarda l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il software

"SURF SAIS 2.05" del Kansas Geological Survey.

Strumentazione e configurazione geometrica utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale *M.A.E. A6000S*, avente le seguenti caratteristiche tecniche :

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break)
 - filtri High Pass e Band Reject
 - "Automatic Gain Control"
 - convertitore A/D a 24 bit
 - 24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
 - massa battente pesante di 10 Kg.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

La configurazione spaziale in sito è equivalente ad un dispositivo geometrico punto di scoppio-geofoni "base distante in linea". In particolare è stato utilizzato il seguente set-up:

- 24 geofoni con interspazio (Gx) di 1.5metri;
- n.1 energizzazione ad offset (Sx) -3 m ;
- passo di campionatura pari a 1000 Hz;
- lunghezza delle tracce sismiche pari a 4.096

sec.

Tale configurazione ha consentito di mitigare gli effetti near-field dovuti alle onde di volume ed ha altresì consentito di avere le seguenti risoluzioni spazio-temporali: lungo i numeri d'onda k la risoluzione è di 0.261, mentre la risoluzione in frequenza è pari a 0.488 Hz.

Le prove MASW sono molto utili per ricavare il parametro V_{s30} , richiesto dalla nuova normativa sismica (NTC-08), in maniera semplice ed economica ma decisamente affidabile. Tramite questa prova vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica. Lo scopo della prova consiste nel determinare il profilo di rigidità del sito (velocità delle onde di taglio S) tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di *Rayleigh* (VR) ed un successivo processo di inversione.



PROVA SISMICA MULTICANALE MASW *Elaborazione dati*

L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi :

- la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali (fig. 1) nel dominio frequenza $f - \text{numero d'onda } K$;

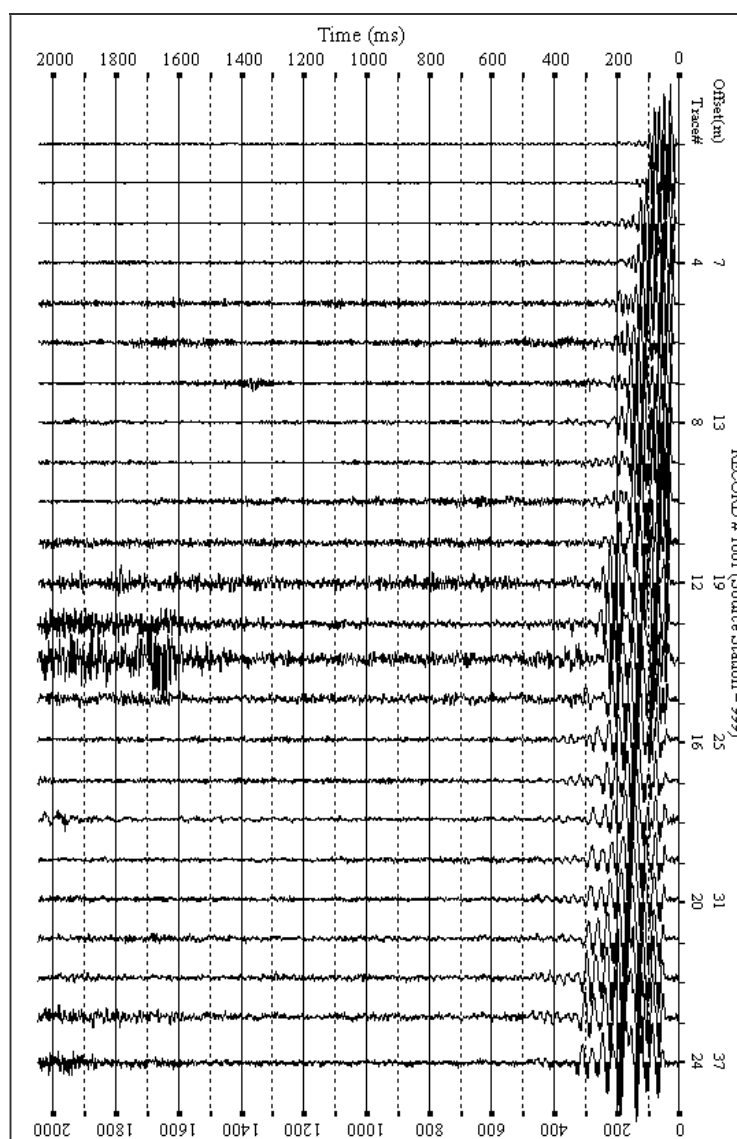


Fig. 1 – Sismogramma ottenuto.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

- la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie f-k cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) che consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano Vfase (m/sec) – frequenza (lentezza(s/m) – frequenza (Hz) (fig.2).
- la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio V_s , di compressione V_p e la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo (fig. 3);
- la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

RISULTATI

La velocità di fase risulta dispersa nel piano velocità (sec/m)-frequenza (Hz) in un intervallo di frequenza compreso tra 0 Hz e 35 Hz. La corrispondente velocità di fase apparente è compresa, rispettivamente, tra 200 m/sec e 500 m/sec (Fig.2).



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

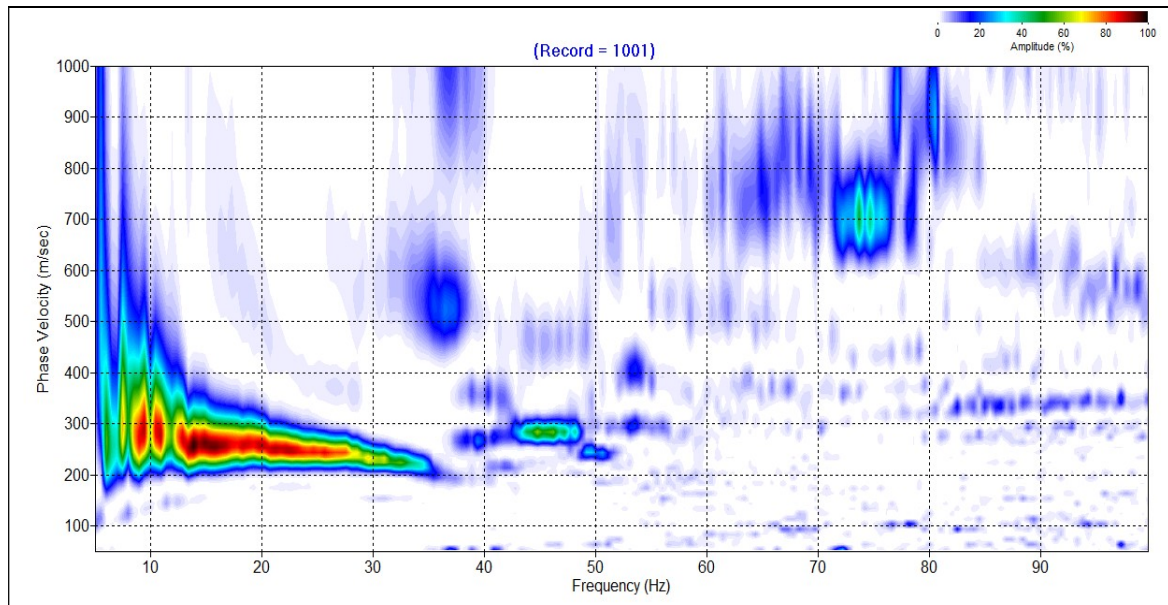


Fig. 2 – Densità spettrale normalizzata nei piani Velocità di fase apparente /frequenza e Lentezza/frequenza

La curva di dispersione teorica calcolata attraverso l'*inversione* del modello di velocità evidenzia un buon accordo con la curva di dispersione sperimentale.



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

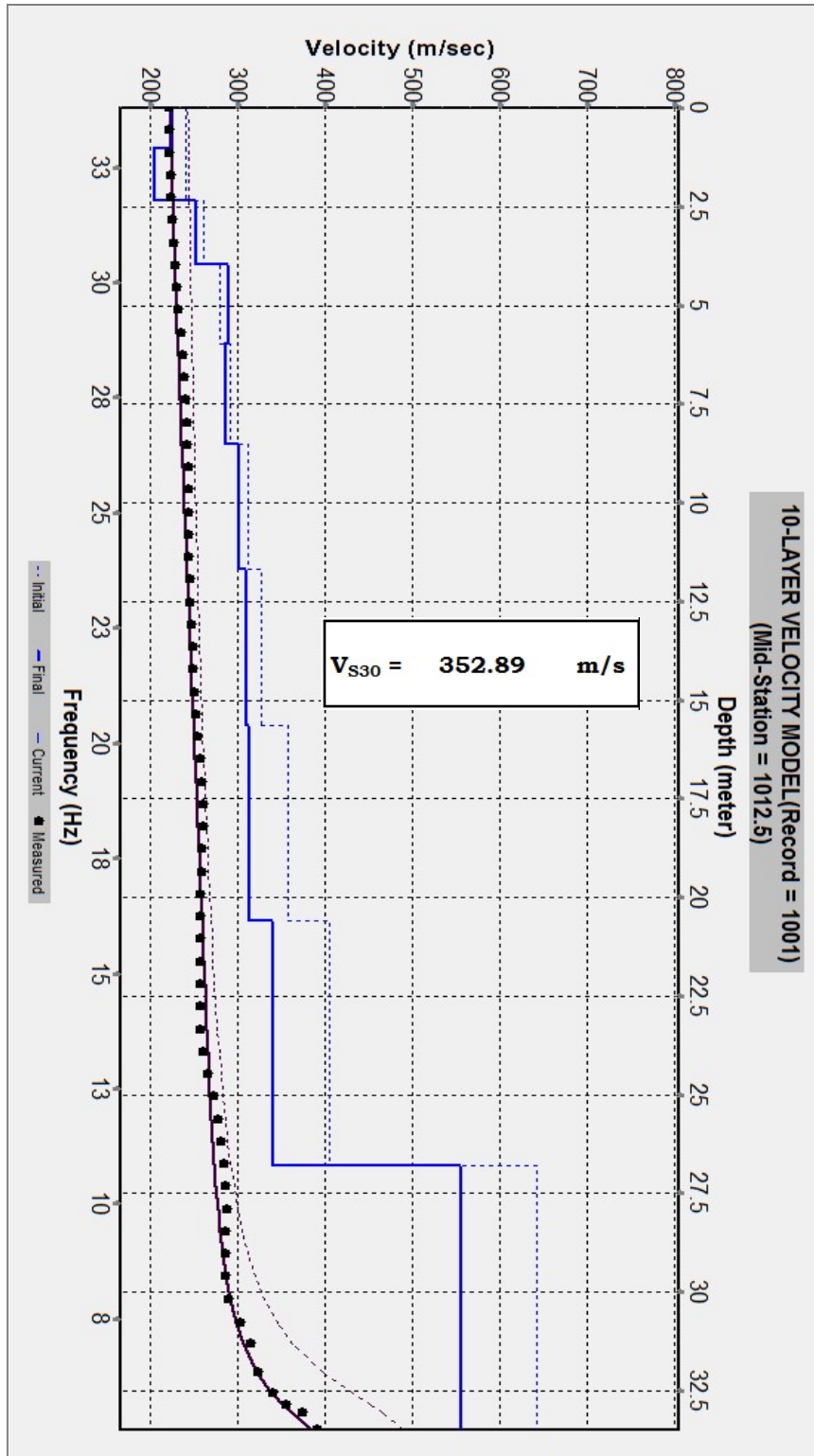


Fig. 3 – Modello di velocità del sottosuolo.



DEFINIZIONE SUOLO TIPO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in base alla nuova normativa sismica italiana descritta dal **DM del 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni"** si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.5 delle NTC-08. Per le categorie di sottosuolo, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento alla **Tab. 3.2.II** delle NTC-08 di seguito riportata.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Fig. 4 - Tabella– Categorie di sottosuolo NTC-18).

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h}{V_i}}$$

Dove:



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

V_i e h_i sono la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato i -esimo.

Per il caso in esame, utilizzando i valori del modello di velocità relativo alle onde di taglio fino alla profondità di 30 metri, risulta che il suolo è di **tipo C** (V_{s30} 352 m/s) in riferimento alle NTC-18, risulta:

Categoria C “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).*”



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

PROF. DAL P.C. (m)	POTENZA (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI			FALDA		% DI CAROTTAGGIO	CONSISTENZA	S.P.T. PROF. m n.colpi	POCKET PENETROMETER (Kg/cm ²)	VANE TEST PROF. m C _v (Kg/cm ²)
		SIMBOLOGIA A.G.I.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROF. DI PRELIEVO (m)	CAMPIONATORE	TIPO PRELIEVO	PROF. DI RINV. (m)	PROF. DI STAB. (m)					
0.0	1.00		TERRENO VEGETALE DI COLORE BRUNO NERASTRO CON CIOTTOLETTI DISPERSI						100				
1.00	2.00		SABBIE LIMOSE DI COLORE BRUNO-GIALLASTRO CON PICCOLI CIOTTOLE E FRAMMENTI DI CONCREZIONI CARBONATICHE (CROSTONE CARBONATICI)						100		2.00 m		
2.00	2.60		SABBIE LIMOSE DEBOLMENTE ARGILLOSE DI COLORE GRIGIO-GIALLASTRO DI CONSISTENZA MEDIA E UMIDE	S1					100		3(10-14)		
2.60	3.40		LIMI ARGILLOSO SABBIOSI DI COLORE GRIGIASTRO CON LOCALI SPOLVERATE PIÙ FRACAMENTE ARENITICHE E FREQUENTI CIOTTOLETTI CONCREZIONI CALCITICHE	C1 3.0/ 3.5			4.00		100				
3.40	5.00		SABBIE SOTTILI E LIMO BIANCASTRO POCO CONSISTENTE						100				
5.00	6.40		ARGILLE GRIGIO GIALLASTRE ALTERATE COMPATTE						100				
6.40	12.6		LIVELLO ARGILLOSO SABBIOSO										
12.6	13.0		ARGILLE GRIGIO GIALLASTRE COMPATTE										
13.0													
15.0													
20.0													
25.0													



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sondaggio S1



Sondaggio S1: da 0 m a 5 m



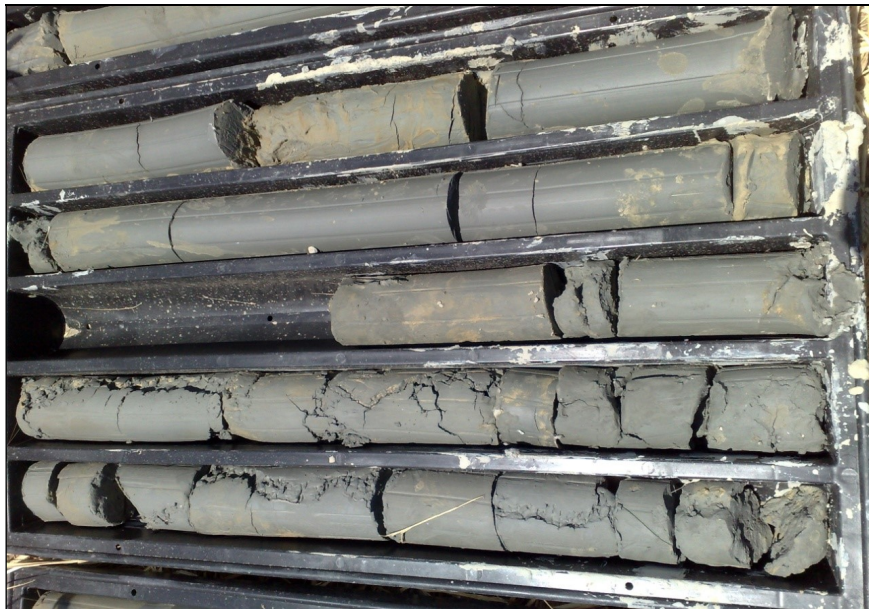
Sondaggio S1: da 5 m a 10 m



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"



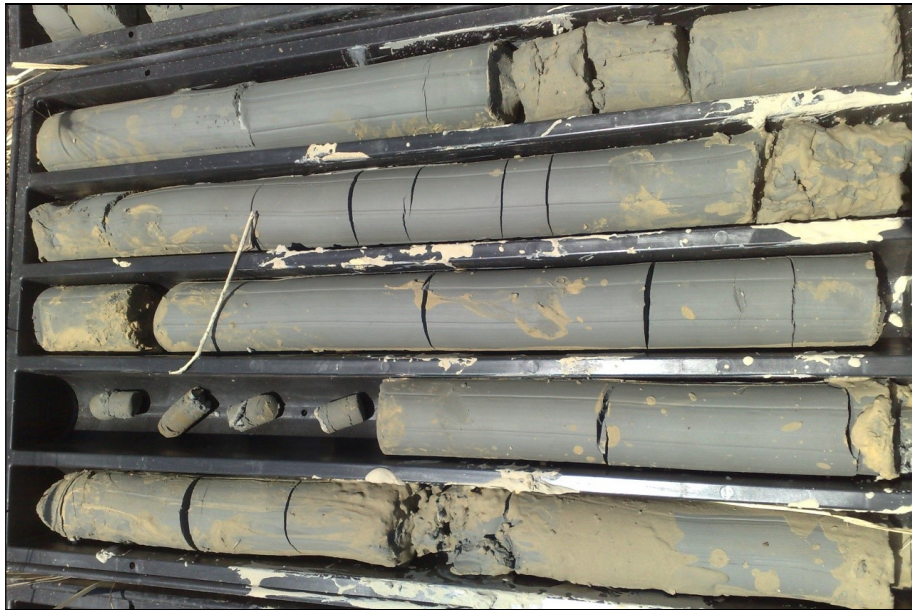
Sondaggio S1: da 10 m a 15 m



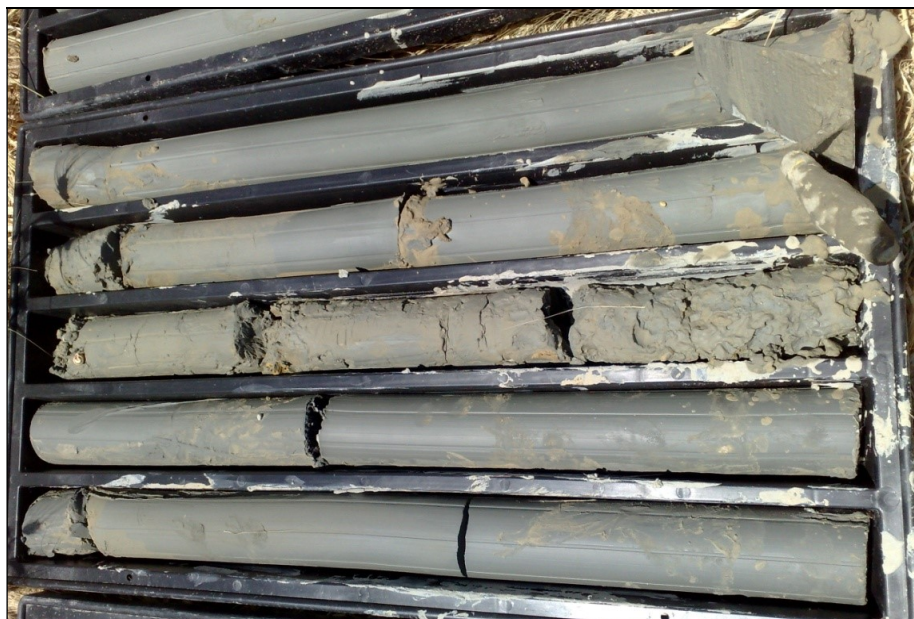
Sondaggio S1: da 15 m a 20 m



Progetto Impianto Eolico composto da n. 10 aerogeneratori - Comune di San Severo - Località "La Camera"



Sondaggio S1: da 20 m a 25 m



Sondaggio S1: da 25 m a 30 m