

Comune di  
Caraffa di Catanzaro (CZ)



REGIONE CALABRIA



Comune di  
Maida (CZ)



Committente:



**E.ON CLIMATE & RENEVABLE ITALIA S.R.L.**  
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968  
pec: e.onclimateerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO "CARAFFA DI CATANZARO"**

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Documento:

**PECA-P14.01**

ID PROGETTO:	<b>PECA</b>	DISCIPLINA:	<b>P</b>	TIPOLOGIA:	<b>R</b>	FORMATO:	<b>A4</b>
--------------	-------------	-------------	----------	------------	----------	----------	-----------

Elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

FOGLIO:

SCALA:

Nome file:

PECA-P14.01\_RELAZIONE GEOLOGICA

Progettazione:



**Ing. Saverio Pagliuso**

**Dott. Geol. Pasquale Greco**

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00:	18/07/2019	PRIMA EMISSIONE	PASQUALE GRECO	GEMSA	ECRI

## Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. CARATTERISTICHE TECNICHE .....	4
2.1 Aerogeneratori .....	4
2.2 Adeguamento della viabilità esterna e sistemazione della viabilità interna al parco .....	5
2.3 Opere elettriche .....	6
2.4 Set.....	6
3. Caratterizzazione geologica .....	7
3.1 AREA PARCO EOLICO .....	7
3.2 AREA SET.....	8
4. CARATTERISTICHE STRUTTURALI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE E VINCOLI PAI.....	9
4.1 Aspetto strutturale .....	9
.....	9
.....	9
4.2 GEOMORFOLOGIA .....	10
AREA PE.....	10
Area C1.....	11
Area C2.....	12
Area C3.....	12
Area C4.....	13
Area C5.....	13
Area C6.....	14
Area C7.....	14
AREA SET .....	15
4.3 Idrografia .....	16
4.4 Idrogeologia.....	16
5. Caratterizzazione geotecnica.....	19
5.1 Indagini eseguite .....	19
5.2 Prove Penetrometriche dinamiche continue DPM .....	20
5.3 MASW .....	22
5.4 Parametri geotecnici .....	43
6. Conclusioni.....	45

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si è eseguito uno studio geologico, sismico, e con caratterizzazione geotecnica relativo ad un'area sita nel Comune di Caraffa (CZ), dove si realizzerà il Parco Eolico Caraffa di Catanzaro e un'area sita nel comune di Maida dove sarà ubicata la nuova sottostazione (SET) di collegamento.

Per la realizzazione del Parco Eolico saranno utilizzati aerogeneratori con torre tubolare con trasformatori e apparati strumentali posti all'interno della torre, l'ubicazione dell'impianto è prossima al punto di connessione e saranno utilizzati cavidotti interrati.

Infine nella progettazione sono state privilegiate le strade per il raggiungimento dell'area parco mentre per la viabilità interna si è progettato cercando di seguire quanto più possibile l'andamento naturale del terreno al fine di contenere i movimenti terra. Le nuove strade sono progettate con cassonetto in misto stabilizzato escludendo l'ipotesi di utilizzo di strati impermeabili.

La stessa area è inclusa nel Foglio 242 IV SO – Caraffa di Catanzaro della Carta Geologica della Calabria redatta in scala 1:25.000.

Lo scopo di tale studio è stato quello di individuare le caratteristiche geologiche, tecniche, stratigrafiche e geomorfologiche della zona, inquadrata nel contesto generale del territorio; sono state inoltre osservate ed interpretate le caratteristiche di circolazione idrica superficiale e profonda del terreno che accoglierà le fondazioni degli aerogeneratori.

Per quanto riguarda la definizione della stratigrafia, della caratterizzazione dei parametri geotecnici e della capacità portante del terreno di fondazione e la caratterizzazione dei parametri sismici, sono stati effettuati sul sito del PE, tre prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro DPM30 e sette stendimenti sismici di tipo MASW.

Nell'area SET invece sono state acquisite delle prove effettuate in situ nel 2008 in occasione di un altro studio consistenti in un sondaggio geonostico a carotaggio continuo spinto fino a 10 ml con prelievo di campione indisturbato ed analizzato in laboratorio e una sismica tipo MASW

Lo studio è stato realizzato in osservanza delle seguenti leggi:

- DM 17/01/2018: Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni."
- OM 3274 del 2003;

Infine sono state consultate le tavole del P.A.I. dell'autorità di Bacino della Regione Calabria, al fine di verificare se l'area è sottoposta a vincolo di Rischio idrogeologico.

- Rilevamento Geologico del sito in oggetto e delle aree adiacenti;
- Analisi litologica del terreno di fondazione basata su indagini condotte in situ, osservazione diretta e su ricerca bibliografica;

**ALLEGATI**

- Atlante Cartografico
- Indagini Geognostiche

## 2. CARATTERISTICHE TECNICHE

### 2.1 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori in progetto si compongono dei seguenti elementi: struttura di fondazione; torre di sostegno composta da trami in acciaio, mozzo, tre lame, rotore, moltiplicatore di giri, generatore, sistemi di controllo ed orientamento, navicella, trasformatore, componentistica elettrica, impianto di messa a terra.

La torre di sostegno è del tipo tubolare idoneamente ancorata alla struttura di fondazione. All'estremità superiore sarà idoneamente ancorata la navicella contenete gli elementi tecnologici necessaria alla conversione dell'energia, il rotore (collegato all'albero di trasmissione) e le lame (o pale) per la captazione del vento.

Le opere di fondazione degli aerogeneratori sono delle strutture realizzate in opera per il trasferimento delle sollecitazioni derivanti dalle strutture in elevazione al terreno. In questa fase progettuale si rappresenta l'ipotesi progettuale nella configurazione plinto su pali realizzato in cemento armato. L'esatto dimensionamento geometrico e meccanico dell'opera di fondazione sarà possibile solo in fase di progettazione esecutiva supportata da una campagna più approfondita delle caratteristiche geo-meccaniche del terreno e da una esaustiva progettazione geotecnica.

In generale, la quota di imposta delle fondazioni è prevista ad una profondità non inferiore a 2 metri rispetto all'attuale piano campagna. Le operazioni di scavo saranno eseguite da idonei mezzi meccanici evitando scoscendimenti e frane dei territori limitrofi e circostanti.

Successivamente alla fase di scavo, si prevedranno in fase esecutiva sia fondazioni superficiali che fondazioni su pali. Dove si realizzeranno i pali saranno effettuati i fori per la posa degli stessi, lo strato di calcestruzzo magro, la carpenteria e successivo getto del calcestruzzo a resistenza meccanica adeguatamente calcolata in fase di progettazione esecutiva.

Resta inteso che gli eventuali fronti scavo saranno opportunamente inerbiti allo scopo di ridurre l'effetto erosivo dovuto alla presenza di acque meteoriche le quali saranno idoneamente canalizzate e convogliate negli impluvi naturali esistenti.

## **2.2 Adeguamento della viabilità esterna e sistemazione della viabilità interna al parco**

La viabilità necessaria al raggiungimento dell'area parco è stata verificata e/o progettata al fine di consentire il trasporto di tutti gli elementi costituenti gli aerogeneratori quali lame, trami, navicella e quanto altro necessario alla realizzazione dell'opera. Detti tracciati, valutati al fine di sfruttare quanto più possibile le strade esistenti, permettono il raggiungimento delle aree da parte di mezzi pesanti e sono progettati al fine di garantire una vita utile della sede stradale per tutto il ciclo di vita dell'opera.

Il progetto prevede tratti di viabilità di nuova realizzazione.

Detti tratti, realizzati in misto stabilizzato al fine di escludere impermeabilizzazione delle aree e quindi garantire la permeabilità della sede stradale, avranno una larghezza media di circa 5-6 metri per soddisfare tutti i requisiti richiesti dalle ditte fornitrici delle turbine in termini di percorribilità e manovra. Infatti, il trasporto delle componenti degli aerogeneratori avviene con mezzi di trasporto eccezionale le cui dimensioni possono superare i cinquanta metri di lunghezza. Per tale motivo le strade sono state progettate al fine di rispettare le caratteristiche dimensionali richieste dai mezzi di trasporto quali pendenze massime, raggi di curvatura minimi e spazi di manovra.

Anche la viabilità esterna al parco ha la necessità di adeguamenti per garantire il corretto transito dei mezzi di trasporto eccezionale, pertanto, limitatamente alle zone con maggior criticità, sono state previste le opportune opere di adeguamento, generalmente riconducibili ad allargamenti della sede stradale e/o modifiche dei raggi di curvatura delle curve. Inoltre, nella fase di progettazione esecutiva, saranno eseguite le opportune verifiche sulle opere temporanee quali rimozione temporanea della segnaletica verticale a bordo carreggiata, rimozione temporanea dei guard-rail, abbassamento temporaneo di muretti laterali alla carreggiata ecc. Tali interventi temporanei saranno successivamente ripristinati sempre previo coordinamento con il competente Ente gestore della specifica strada.

Un'altra importante considerazione è legata al soddisfacimento dei requisiti di capacità meccanica e di drenaggio superficiale.

In corrispondenza di impluvi saranno realizzate idonee opere di drenaggio e convogliamento delle acque meteoriche.

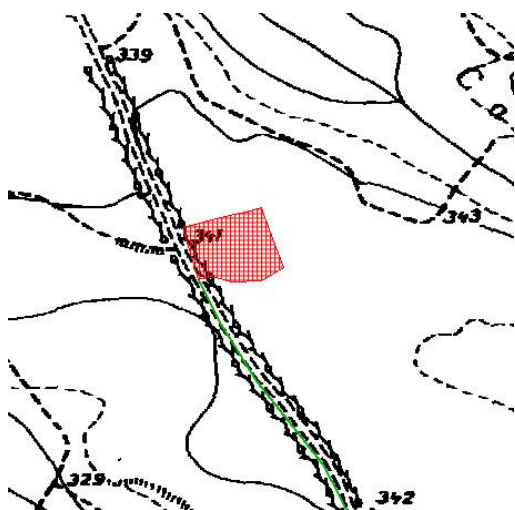
### 2.3 Opere elettriche

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata nella stazione elettrica mediante cavi interrati. Detti cavidotti, interrati a basse profondità, saranno infilati all'interno di corrugati di idonea sezione.

I cavidotti interrati saranno dotati di pozzetti di ispezione dislocati lungo il percorso. In prossimità degli attraversamenti stradali, i cavi saranno posati in tubo al fine di ridurre al minimo gli scavi a cielo aperto sulla carreggiata. Il diametro nominale interno del tubo è tale da garantire una sezione minima o del fascio di cavi in pieno rispetto della Normativa vigente.

Eventuali pose su carreggiate stradali esistenti, ogni lavorazione sarà eseguita nel rispetto delle prescrizioni degli Enti proprietari e gestori del tratto di strada interessato e comunque sarà disposta un'opportuna segnalazione a mezzo nastro segnalatore all'interno dello scavo ed un'idonea segnalazione superficiale con appositi cippi segna cavo.

### 2.4 Set



I lavori riguardano l'intera area della sottostazione (sita nel Comune di Maida) contigua ad una sottostazione più estesa presente nella stessa area (vedi immagine su foto aerea qui sopra) e consistiranno nell'eliminazione del mantello vegetale, scavo, riempimento in corrispondenza delle aree di sedime di ogni fondazione delle strutture delle apparecchiature esterne.

### 3. Caratterizzazione geologica

Dal rilevamento geologico condotto in situ e nelle aree adiacenti, dalle risultanze delle ricerche bibliografiche, dalla consultazione della carta geologica e dalle indagini condotte sul sito, risulta che le formazioni presenti sul terreno interessato sono di tipo sedimentario. La formazione in affioramento è costituita da argille grigio azzurre plioceniche calabriane con una copertura pedogenetica sabbiosa e limosa in superficie.

La colonna stratigrafica presenta, dall'alto verso il basso, la seguente successione:

#### 3.1 AREA PARCO EOLICO

- a) **Limi argillosi** questo intervallo di spessore pari mediamente a circa 2 - 4 metri è composto da un suolo caratterizzato da limi argillosi a granulometria medio-fine di colore nocciola, contenenti una bassa percentuale di ciottoli. La formazione, di origine residuale (soggetta a pedogenesi), è in deposizione sulle sottostanti argille plioceniche, possiede una media coesione ed un angolo di attrito interno medio-basso. Risulta idoneo come terreno di fondazione per carichi non eccessivi.
- b) **Argille siltose:** Questi materiali affiorano diffusamente in tutta l'area del PE e sono riconducibili ai cicli trasgressivi plio-pleistocenici (Amodio Morelli et al.,1976). Litologicamente si tratta di sequenze sedimentarie di rocce tenere a media consolidazione costituite da limi argillosi e/o argille siltose. Presentano una tipica colorazione grigio-azzurra, risultano fossilifere e generalmente poco stratificate; il loro spessore, piuttosto consistente, si aggira intorno ai 100-150 metri (Carta geologica 1 : 25.000 della Calabria). All'interno di queste litologie scarsamente permeabili possono essere presenti delle interdigitazioni e delle sacche di sabbie limose e limi sabbiosi che favoriscono l'esistenza di livelli acquiferi confinati.



### 3.2 AREA SET

#### Sedimenti quaternari marini

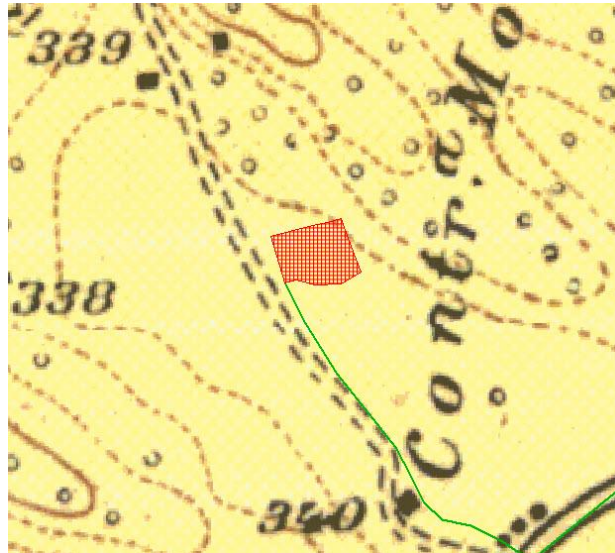
#### **Unità A: Conglomerato: (Q<sup>cl-s</sup>)**

La litologia tipica della formazione è rappresentata dai conglomerati bruno rossastri e sabbie a grana media e grossolana di facies marina poco profonda (ambiente fluvio-marino deltizio). Questi depositi sono poco addensati e facilmente disgregabili. Possiedono un'alta permeabilità.

#### Successione marina pliocenica

#### **Unità B: Sabbie ed arenarie (P<sub>2-3</sub><sup>s-ar</sup>)**

Questa unità rappresenta un orizzonte ben individuato di età calabriana. Si tratta di un complesso di sabbie a grana da media a grossolana, localmente associate ad arenarie tenere e localmente con bande di arenarie dure a cemento calcareo e di calcareniti, specialmente nell'area del sito A20. La resistenza all'erosione aumenta con il grado di coesione delle arenarie.



#### 4. CARATTERISTICHE STRUTTURALI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE E VINCOLI PAI

##### 4.1 Aspetto strutturale

Le unità di tipo marino del tardo Cenozoico (Pliocene – Medio Calabriano) presenti nell'area del PE non hanno, nel corso dei periodi geologici subito eccessivi stress tettonici dal momento della loro deposizione.

Dal punto di vista strutturale l'intera area in studio è soggetta a sforzi di tensione principalmente in direzione nord-sud con generazione di lineamenti tettonici con direzione prevalente est-ovest.

Dalla consultazione del database del catalogo delle faglie capaci del sistema ITHACA (ved. Figura sottostante) risulta evidente che l'area del parco è priva di lineazioni tettoniche attive e che la più vicina al parco è posta a circa 2,5 km a nord (Settingiano).



Estratto database ITHACA

## **4.2 GEOMORFOLOGIA**

### **AREA PE**

L'area su cui sarà realizzato il parco eolico appartiene ad una serie di locali rilievi collinari posti intorno a delle locali cime a quota compresa tra i 198 m s.l.m. di Monte Gresta (ad ovest dell'area di interesse in corrispondenza dell'aerogeneratore C1) e quota di circa 138 m s.l.m. in corrispondenza dell'aerogeneratore C6 sito all'estremo est dell'area parco, in c/da Barone.



**Area di ubicazione degli aerogeneratori**

Dall'immagine qui sopra risulta evidente che, a vasta scala, l'area del Parco Eolico è completamente distribuita in un'area collinare che mostra delle forme dei rilievi abbastanza dolci e disposti con assi degli spartiacque locali secondo una direzione prevalente nordest-sudovest.

Sempre a vasta scala non si notano particolari forme di dissesto estesi e nemmeno particolari aree ristrette importanti prossime ai siti degli aerogeneratori.

Nella carta geomorfologica è possibile notare solo tre areali dove sembra concentrata un'azione erosiva più rapida che ha determinato nel tempo forme concave con qualche scollamento superficiale a lento movimento.

Il dissesto geomorfologico, quindi, è sostanzialmente assente nell'area del parco e può dar luogo a qualche lieve fenomeno superficiale solo in aree a pendenze maggiori in corrispondenza dei versanti a nord-ovest e sud-est dell'area parco (rispettivamente nei pressi dei siti C1-C2, C5 e C6).

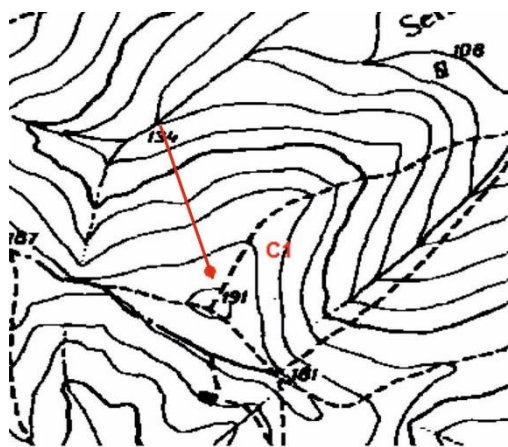
La litologia dell'area del PE può favorire, ove vi siano le condizioni legate a particolari ritenzioni di acqua superficiale e di versanti acclivi, piccoli scollamenti superficiali in quanto lo spessore di alterazione delle argille non supera generalmente i 3,5 m (ved. Prove penetrometriche).

Nell'area propria del parco non sono stati rilevati corpi frana cartografabili e non sono presenti segni di instabilità in atto o potenziali, in quanto la media delle pendenze locali sono medio-basse cioè pari al 23% (circa 13°) e solo in due casi arrivano al 40% (circa 22°).

Tale situazione geomorfologica induce a valutare un medio-basso grado di Pericolosità geomorfologica dell'area del PE (ved Carta Geomorfologica).

Dalla consultazione del sito dell'Autorità di Bacino della Calabria si evince che l'area del PE è priva di corpi frana classificati come pericolosi o rischiosi. I corpi frana cartografati dal PAI (tutti individuati nei pressi del centro abitato di Caraffa di Catanzaro) sono ad adeguata distanza dalle aree degli aerogeneratori (circa 2 km). Qui di seguito si descrive nel dettaglio ogni area dove verrà ubicato ogni aerogeneratore:

#### Area C1



— PENDENZA VERSANTE = 34% = 19°

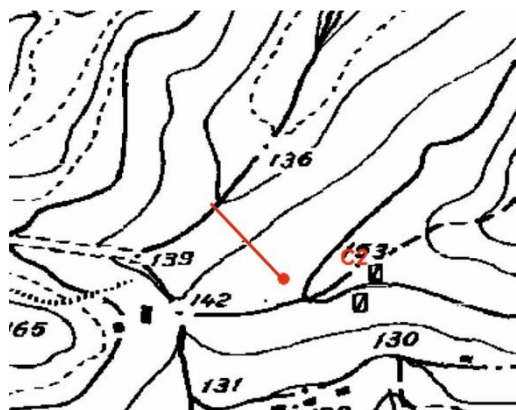
Come evidente in figura l'area dell'aerogeneratore C1 è posta a circa 30 m da una cima di un locale rilievo la cui sommità raggiunge i 191 m slm, in località Serra Ciaramella.

La linea rossa in figura corrisponde alla direzione di massima pendenza del versante che raggiunge un'inclinazione di 19° circa, 34%.

Non sono presenti in prossimità del sito C1 areali in frana.

La massima pendenza misurata in sito corrisponde alla categoria topografica T2.

### Area C2

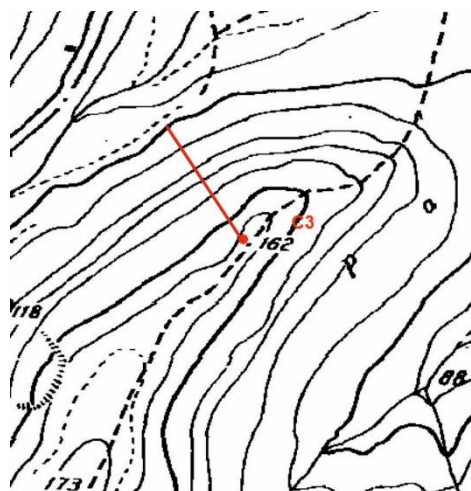


Da quanto rappresentato in figura l'area dell'aerogeneratore C2 è posta ad una quota di circa 148 m slm, in prossimità dello spartiacque che delimita il fianco nordovest dal fianco sudest ad ovest della cima del Monte Gresta. L'inclinazione del versante è pari a circa 13° in direzione Nord-nordovest, 23%.

Non sono presenti in prossimità del sito C2 areali in frana.

La massima pendenza misurata in sito corrisponde alla categoria topografica **T1**.

### Area C3

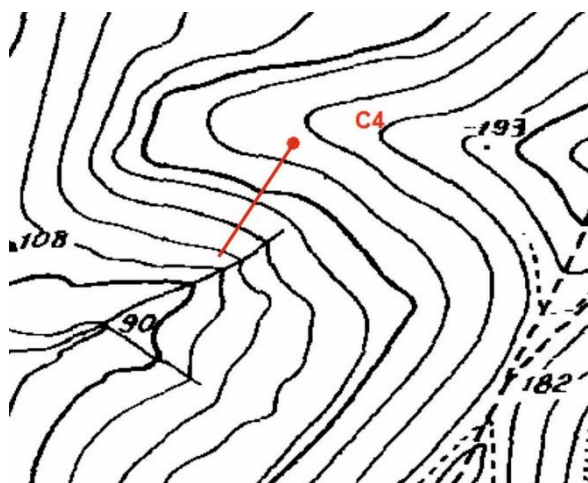


L'area dell'aerogeneratore C3 è posta ad una quota di circa 162 m slm, in corrispondenza dello spartiacque che delimita il fianco nordovest dal fianco sudest ad est della cima del Monte Gresta (posizione opposta e simmetrica rispetto alla cima del monte rispetto al sito C2). L'inclinazione del versante è pari a circa 22° in direzione Nord-nordovest, 40%.

Non sono presenti in prossimità del sito C3 areali in frana e nemmeno forme erosive di alcun tipo.

La massima pendenza misurata in sito corrisponde alla categoria topografica **T3**.

Area C4



— PENDENZA VERSANTE = 40% = 22°

L'area dell'aerogeneratore C4 è posta ad una quota di circa 165 m slm, in località Monte Napoli a media quota della cresta in direzione est ovest che costituisce lo spartiacque di due locali versanti con inclinazione di circa 22° (40%) con pendenze verso nord e sud.

Non sono presenti in prossimità del sito C4 areali in frana.

La massima pendenza misurata in sito corrisponde alla categoria topografica T3.

Area C5



— PENDENZA VERSANTE = 25% = 14°

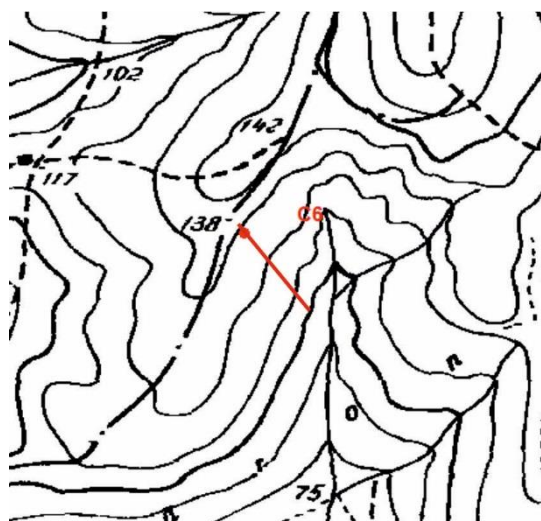
Come evidente in figura l'area dell'aerogeneratore C5 è posta su un locale versante a media pendenza (14°, 25%) ad una quota di circa 155 m slm, in località S. Alvanusa.

La linea rossa in figura corrisponde alla direzione di massima pendenza del versante che raggiunge un'inclinazione di 14° circa in direzione est.

Non sono presenti in prossimità del sito C5 areali in frana. A monte è presente un bordo morfologici di una scarpata ed ad adeguata distanza dal sito, in direzione sud è presente un'area in erosione attiva.

La massima pendenza misurata in sito corrisponde alla categoria topografica T1.

### Area C6



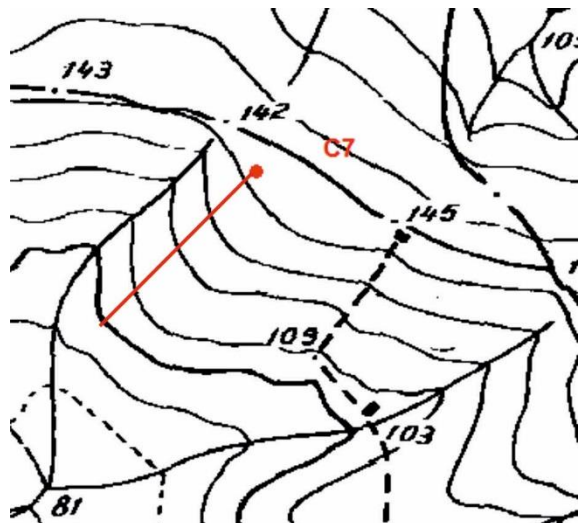
— PENDENZA VERSANTE = 32% = 18°

L'area dell'aerogeneratore C6 è posta in località c/da Barone, ad una quota di circa 130 m slm, nella parte superiore di un versante a media pendenza di circa 18° (32%) in direzione sudest.

L'area ristretta all'aerogeneratore è priva di segni di dissesti attivi o potenziali. Ad est del sito è presente una piccola area in erosione attiva di tipo superficiale.

La massima pendenza misurata in sito corrisponde alla categoria topografica T2.

### Area C7



— PENDENZA VERSANTE = 24% = 13°

Come evidente in figura l'area dell'aerogeneratore C7 è posta su un locale versante a media inclinazione (13° - 24%) ad una quota di circa 142 m slm.

La linea rossa in figura corrisponde alla direzione di massima pendenza del versante in direzione sudovest.

Non sono presenti in prossimità del sito C7 areali in frana.

La massima pendenza misurata in sito corrisponde alla categoria topografica T1.

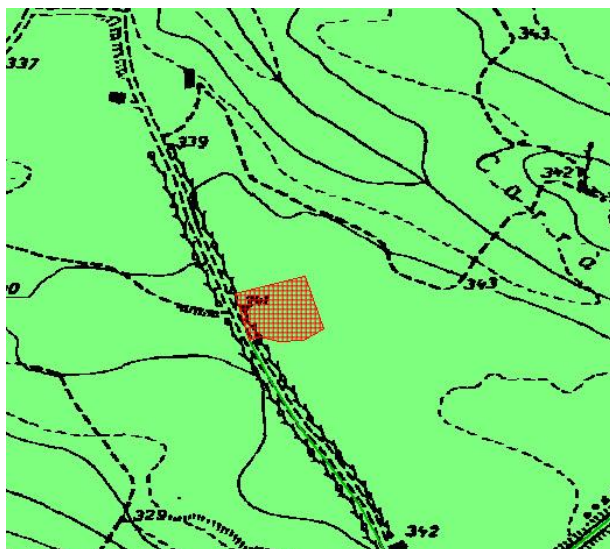
### AREA SET

L'area in studio è ubicata al centro della grande spianata dei Piani di Carrà ad una quota di circa 340 m. I Piani di Carrà, più in generale, possiedono un'altitudine compresa tra le quote di 250 e 350 m. s.l.m., con una leggera pendenza verso ovest. La stabilità geomorfologica dell'area, priva di pendenza, è molto soddisfacente e attualmente non si riscontrano particolarità morfologiche o condizioni di dissesto in atto. Il sito di interesse è generalmente caratterizzato da terreni sedimentari conglomeratici, sabbiosi e arenacei e danno quindi luogo a una morfologia tipicamente piatta, con ampie spianate, che spesso sono incise da profondi canali di erosione dove scorrono corsi d'acqua di bassa portata verso i margini della pianura.

La stabilità geomorfologica, come del resto si può evincere dallo studio eseguito dall'Autorità di Bacino della Calabria, è generalmente positiva e non si individuano corpi frana censiti dallo stesso Ente Regionale.

La situazione idrografica superficiale è limitata alle acque di genesi meteorica che cadono in seno al terreno studiato; esse per lo più, seguendo la naturale acclività verso ovest, si dirigono verso le zone topograficamente ribassate andando ad alimentare il reticolo fluviale che inizia dal Vallone Conicello andando ad alimentare l'omonimo Torrente.

Soltanto una limitata porzione delle acque di origine meteorica viene naturalmente assorbita in funzione del grado di permeabilità caratterizzante la superficiale coltre di copertura.



Area geomorfologicamente stabile



### **4.3 Idrografia**

L'area a grande scala sulla quale sarà realizzato il Parco Eolico è posto nel contesto dei versanti collinari ubicati a sud est del centro abitato di Caraffa di Catanzaro (a circa 2,2 km dall'aerogeneratore C1 più vicino). In tale area, nei dintorni delle locali cime più alte di Monte Gresta (m 196), Monte Cetta (m 210) e Monte Napoli (m 224) si sviluppa un reticolo idrografico iniziale con rami classificati nel primo e nel secondo grado di Horton. Vista la forma piuttosto irregolare del complesso dell'area, il reticolo idrografico dei corsi d'acqua presenta rispetto alle tre locali cime un andamento variabile con direzioni privilegiate nordovest-sudest e quella coniugata nordest-sudovest (ved Carta Idrogeologica).

Localmente all'area del PE, si hanno quindi dei piccoli e saltuari corsi d'acqua che confluiscono tutti nell'asta dei torrenti principali della zona posti a nord ed a sud.

Il sito del PE in oggetto, si ribadisce, essendo sulle maggiori quote locali, è prossimo, quindi a tratti di torrenti molto giovanili (allo stadio iniziale) e con un ordine di Horton compreso tra 1 e 2.

Il tipo di deflusso superficiale è molto rapido, in quanto la litologia che caratterizza l'area in esame è relativamente impermeabile.

Le linee di deflusso sono concentrate nelle direzioni di massima pendenza locale dell'area esaminata.

### **4.4 Idrogeologia**

La distinzione e il raggruppamento dei terreni affioranti sono dettati dal fatto che la litologia, unitamente a fattori morfologici, climatici ed antropici concorre a determinare l'andamento dei deflussi e conseguentemente tutto il complesso di azioni chimico-fisico-meccaniche di alterazione dei sedimenti. La determinazione delle caratteristiche idrogeologiche scaturisce da una serie di osservazioni volte alla stima di alcuni fattori idraulici ed idrogeologici caratterizzanti le proprietà delle rocce. I parametri che condizionano e regolano la circolazione delle acque nel sottosuolo sono: la permeabilità, la porosità, il grado di fratturazione, le discontinuità strutturali e l'alterazione. Il parametro più rappresentativo è senza dubbio la permeabilità, cioè la proprietà di un mezzo a lasciarsi attraversare dall'acqua. Le rocce permeabili vanno divise in due grandi categorie: rocce permeabili per porosità e rocce permeabili per fessurazione. La permeabilità per porosità è anche detta permeabilità "primaria" ed è singenetica, si genera cioè al momento della deposizione dei sedimenti. Essa interessa le rocce sedimentarie ed è dovuta alla presenza nella roccia di pori o di spazi vuoti di dimensioni idonei, che formano una rete continua, per cui l'acqua può filtrare da un meato all'altro.

Viceversa, la permeabilità per fessurazione detta anche "secondaria" è post-genetica, si realizza dopo la formazione delle rocce; essa è dovuta alla fratturazione dei litotipi a causa di stress tettonici prevalentemente compressivi ed interessa sia le rocce di origine sedimentaria che quelle di origine diversa. La circolazione delle acque, così come la costituzione di falde acquifere, è condizionata dalla distribuzione areale dei sedimenti e dalla sovrapposizione stratigrafica dei terreni a diversa permeabilità. Si rende, pertanto, necessaria, la valutazione del grado e del tipo di permeabilità dei diversi litotipi che affiorano all'interno del territorio comunale. Questa proprietà idrologica viene espressa attraverso l'analisi delle caratteristiche fisiche delle formazioni affioranti e mediante l'individuazione degli elementi che ne interrompono la continuità stratigrafica e strutturale, al fine di giungere ad una suddivisione idrogeologica dei litotipi (ved Carta Idrogeologica).

A seguito di quanto detto, per meglio comprendere le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni in studio, distinguiamo le seguenti classi di permeabilità:

- litotipi a permeabilità bassa o impermeabili;
- litotipi a permeabilità medio-alta;

Nel nostro caso la presenza prevalente di formazioni argillose e di unità sabbiose a valle, queste ultime a permeabilità di tipo primaria (porosità) inquadra i due litotipi tra:

#### **LITOTIPI A PERMEABILITÀ BASSA O IMPERMEABILI (P<sup>a</sup><sub>2-3</sub>)**

La litologia madre soggetta a debole metamorfismo è composta prevalentemente da argilla ( $10^{-7} < K < 10^{-9}$  m/sec), queste sono rocce dotate di alta porosità, ma praticamente impermeabili a causa della ridottissima dimensione dei pori, nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne risulta, quindi, una circolazione idrica nulla o trascurabile e coefficienti di deflusso superficiale molto elevati. Se ne deduce che le acque di precipitazione, dopo un ruscellamento più o meno diffuso, vengono convogliate attraverso il reticolo idrografico e condotte verso valle.

*Dal punto di vista della pericolosità vi è da dire che considerando l'assenza di vere e proprie falde freatiche all'interno di questa unità, se non locali accumuli superficiali nei primi tre metri di spessore in caso di eventi piovosi persistenti, si può ipotizzare, dove le aree sono favorite dalla pendenza, qualche limitato fenomeno gravitativo (molto superficiale, 2-3 metri di spessore al*

massimo) dovuti alla permeabilità più elevata del primo livello alterato di spessore delle formazioni che può dar luogo a locali accumuli di acqua nel sottosuolo.

#### **LITOTIPI A PERMEABILITÀ MEDIO-ALTA ( $P^{s_{2-3}}$ e af)**

A questa classe le sabbie Calabriane  $P^{s_{2-3}}$  interdigitate tra le argille coeve  $P^{a_{2-3}}$  e la formazione alluvionale recente posta a valle (af)

Queste formazioni, essendo costituite da sedimenti principalmente sabbiosi, risultano caratterizzate da una permeabilità primaria per porosità ( $10^{-3} < K < 10^{-5}$  m/sec), con buone caratteristiche di trasmissività. Tale formazione si riscontra spesso in spessori di poche decine di metri compresi tra le argille che costituisce l'unità idrogeologica principale affiorante nell'area PE. Nell'ambito di questi depositi si distinguono orizzonti molto permeabili, dati dai livelli ghiaia e sabbia grossolana ed orizzonti meno permeabili dati dai livelli a granulometria più fine. L'idrologia si sviluppa attraverso una circolazione idrica per falde sospese con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alta permeabilità. In genere però queste falde sono quasi sempre confinate nell'area di affioramento e riconducibili ad una circolazione sotterranea limitata.

Localmente questa unità idrogeologica può ospitare falde freatiche con spessore massimo di 10-20 metri limitate alle quote medio-alte dei rilievi.

#### **AREA SET**

#### **LITOTIPI A PERMEABILITÀ MEDIO-ALTA ( $Q^{cl-s}$ e $P_{2-3}^{s-ar}$ )**

Tali litologie a prevalenza conglomeratica e arenaceo sabbiosa come nel paragrafo precedente è caratterizzata da una permeabilità primaria per porosità ( $10^{-3} < K < 10^{-5}$  m/sec), con buone caratteristiche di trasmissività.

## 5. Caratterizzazione geotecnica

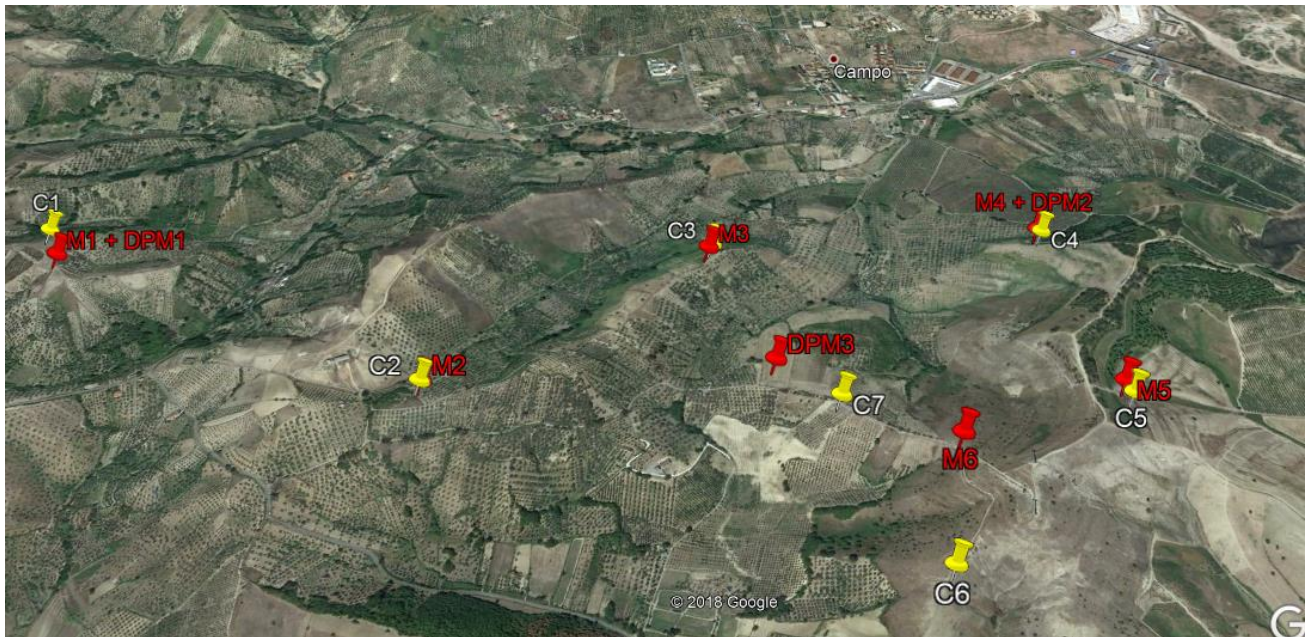
### 5.1 Indagini eseguite

#### AREA PE

Nell'area in esame sono state eseguite le seguenti indagini (indicate con segnaposto in giallo nella sottostante figura e nella Carta Indicazione indagini geologiche :

- Tre prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro DPM,
- Sette stendimenti sismici a rifrazione tipo MASW

CARAFFA DI CATANZARO	COORDINATE INDAGINI WGS84
MASW 1 + DPM 1	38.8699213,16.5103225
MASW 2	38.8664398,16.522031
MASW 3	38.8712941, 16.529161
MASW 4 + DPM 2	38.872372, 16.538873
MASW 5	38.867336, 16.540485
MASW 6	38.8656236,16.5361116
MASW 7 + DPM 3	38.867657, 16.531303



## **5.2 Prove Penetrometriche dinamiche continue DPM**

Sull'area di interesse sono state eseguite tre prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPM30.

Le prove sono state ubicate in corrispondenza di tre zone interne al parco dove affiora in modo omogeneo la litologia prevalente di tipo argillosa che caratterizza l'intera area del PE. Le prove penetrometriche, delle quali si allegano a parte il risultato, hanno fornito i diversi valori di resistenza dinamica del terreno all'attraversamento delle aste. Tale dato è di fondamentale importanza, non solo perché fornisce al progettista la portanza del terreno di fondazione alle varie profondità attraversate, ma anche perché i valori di resistenza sono utilizzabili in alcune relazioni analitiche che, attraverso una prima correlazione con lo standard delle prova SPT, ci permette di risalire a diversi valori significativi del terreno di fondazione quali:

- il modulo di Poisson,
- i parametri geotecnici principali (Angolo di attrito, Coesione e Peso di Volume),
- i moduli (Young, Edometrico, deformazione di taglio).

Da un'analisi generale delle prove, (per il dettaglio dei parametri si rimanda alla consultazione delle prove penetrometriche in allegato) risultano i seguenti dati:

### **Prova penetrometrica DPM1 (Aerogeneratori C1 e C2)**

Il terreno di fondazione per tutta l'area in studio è caratterizzato da una formazione argillosa per tutto lo spessore indagato di circa 5,3 metri, profondità oltre la quale si è avuto rifiuto delle aste alla penetrazione.

Dal punto di vista della resistenza le formazioni sono state suddivise in 2 livelli a resistenza crescente con la profondità (ved. la stima dei parametri geotecnici delle prova) ma tutti litologicamente simili. Complessivamente si hanno soddisfacenti valori di buona resistenza in entrambi i livelli fino al rifiuto alla penetrazione delle aste a circa 5.30 m di profondità.

Vista la tipologia della struttura da realizzare ed i carichi indotti, si ritiene che la resistenza offerta dal secondo spessore di terreno (oltre i 2,2 m) possa suggerire la migliore ipotesi di fondazione al progettista.

La falda non è stata individuata.

### **Prova penetrometrica DPM2 (Aerogeneratori C4 e C5)**

Il terreno di fondazione per tutta l'area in studio è caratterizzato sempre da una formazione argillosa per tutto lo spessore indagato di circa 9,2 metri, profondità oltre la quale si è avuto rifiuto delle aste alla penetrazione.

Dal punto di vista della resistenza la formazione si presenta in un unico spessore a resistenza crescente con la profondità (ved. la stima dei parametri geotecnici delle prova). Complessivamente si hanno valori medi di resistenza considerati fino al rifiuto alla penetrazione delle aste a circa 9.20 m di profondità.

Anche in questo caso, vista la tipologia delle strutture da realizzare ed i carichi indotti, si ritiene che la resistenza offerta dal terreno possa suggerire la migliore ipotesi di fondazione al progettista.

La falda non è stata individuata.

### **Prova penetrometrica DPM3 (Aerogeneratori C3, C6 e C7)**

Da un'analisi generale delle risulta che il terreno di fondazione per tutta l'area in studio è caratterizzato da una formazione argillosa per tutto lo spessore indagato di circa 7,1 metri, profondità oltre la quale si è avuto rifiuto delle aste alla penetrazione.

Dal punto di vista della resistenza le formazioni sono state suddivise in 2 livelli a resistenza crescente con la profondità (ved. la stima dei parametri geotecnici delle prova) ma tutti litologicamente simili. Complessivamente si hanno soddisfacenti valori di buona resistenza in entrambi i livelli fino al rifiuto alla penetrazione delle aste a circa 7,10 m di profondità.

Vista la tipologia della struttura da realizzare ed i carichi indotti, si ritiene che la resistenza offerta dal terreno possa suggerire la migliore ipotesi di fondazione al progettista.

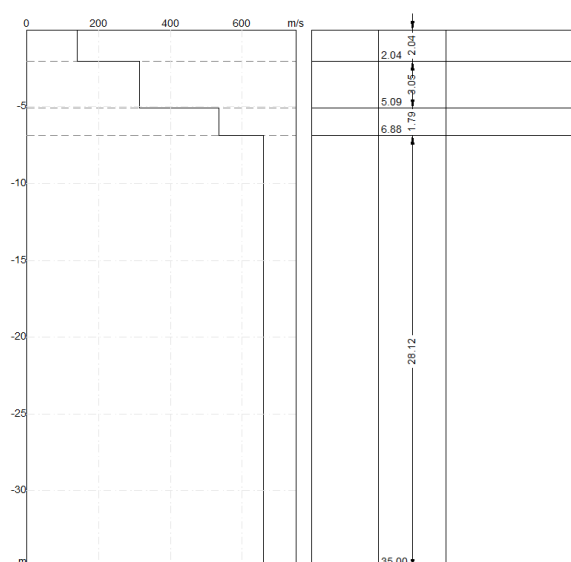
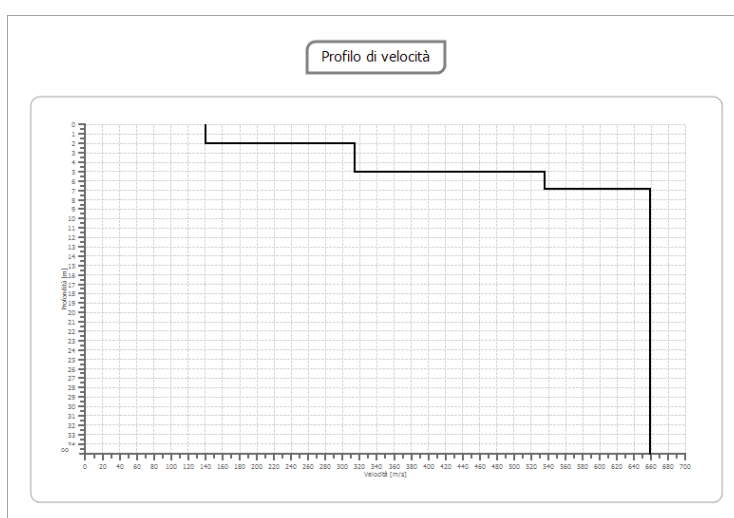
La falda (confinata nelle argille) è stata individuata a 3.0 metri di profondità.

### 5.3 MASW

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

Qui di seguito si sintetizzano gli esiti delle indagini compiute sui due siti di interesse, la relazioni complete sono allegate in fondo alla relazione.

#### MASW 1



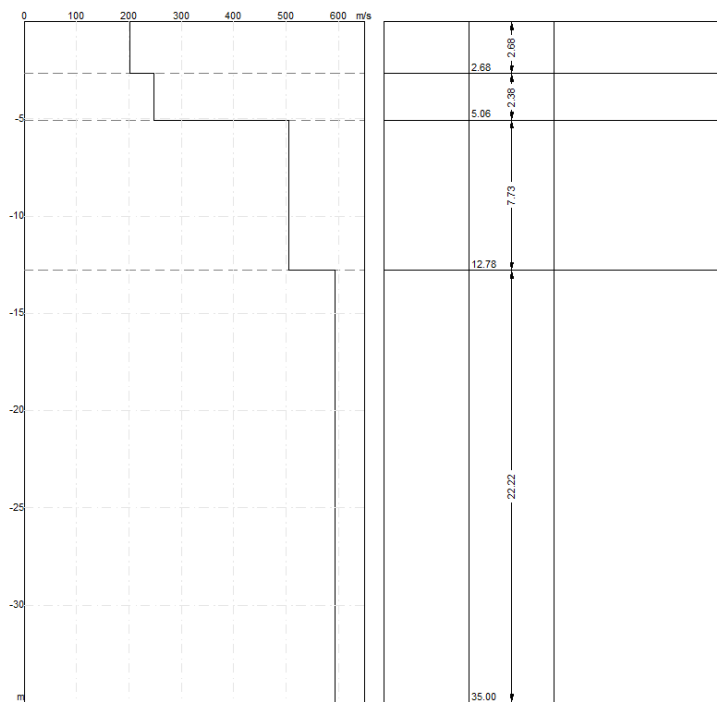
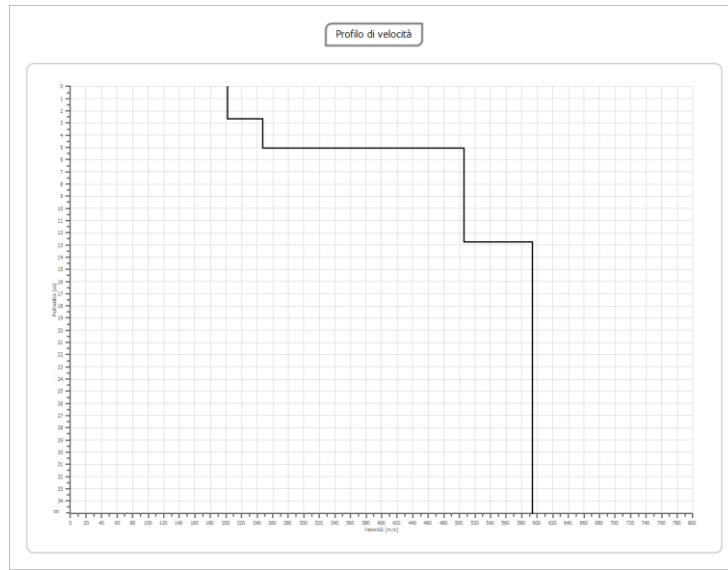
## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	3.00
<b>V<sub>s,eq</sub> [m/sec] (H=30.00 m)</b>	603.85
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	4.00
<b>V<sub>s,eq</sub> [m/sec] (H=30.00 m)</b>	624.75
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	5.00
<b>V<sub>s,eq</sub> [m/sec] (H=30.00 m)</b>	647.15
<b>Categoria del suolo</b>	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



MASW 2

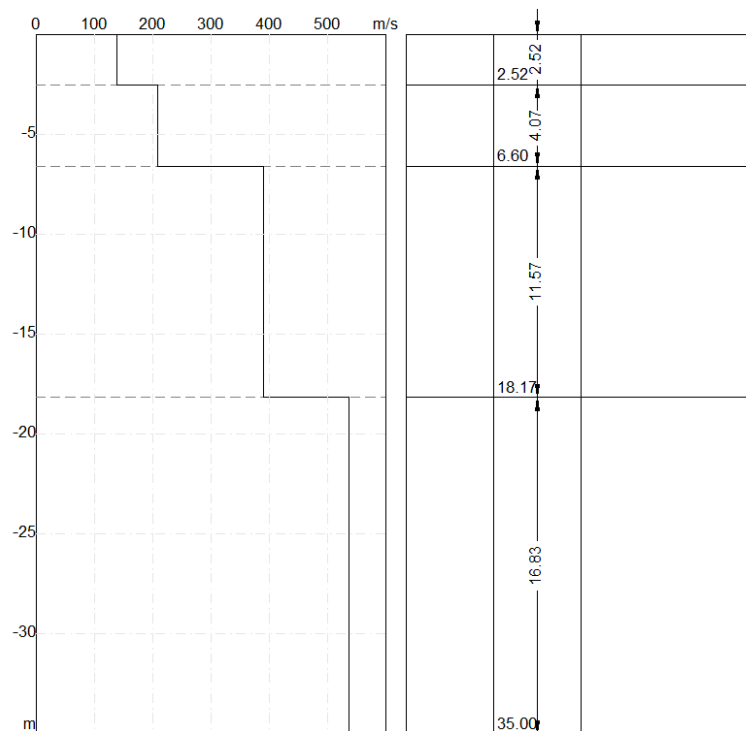
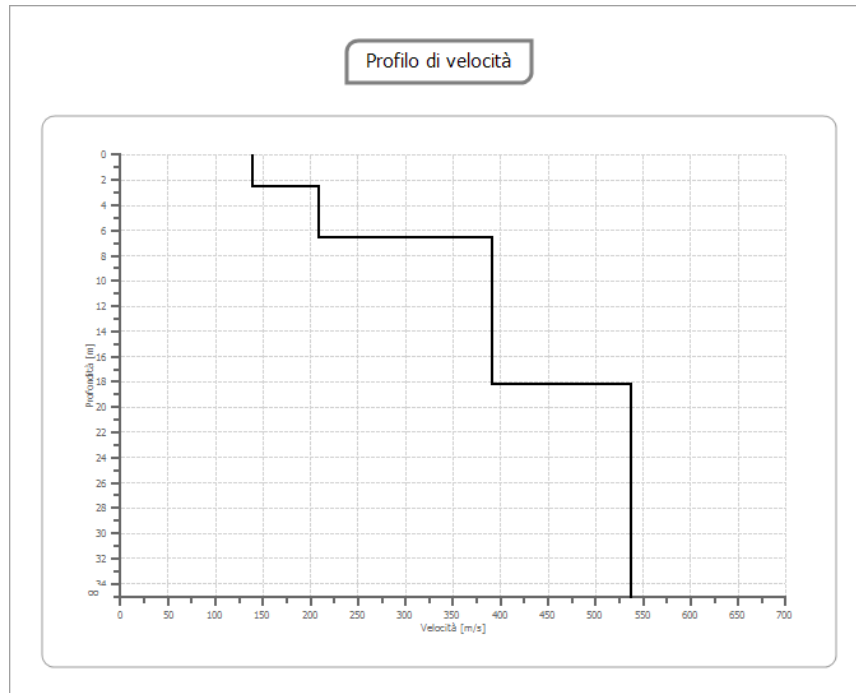


## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	3.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	520.49
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	4.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	542.74
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	5.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	566.99
<b>Categoria del suolo</b>	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

MASW 3

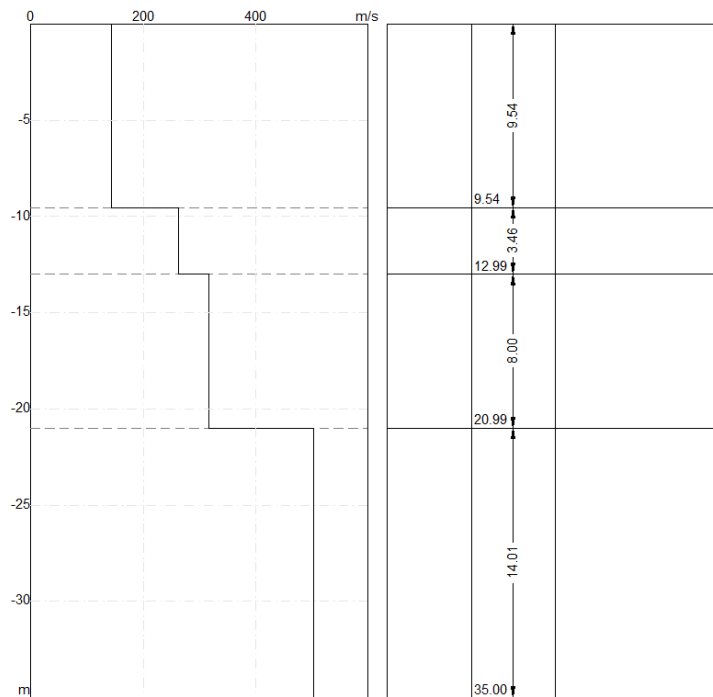
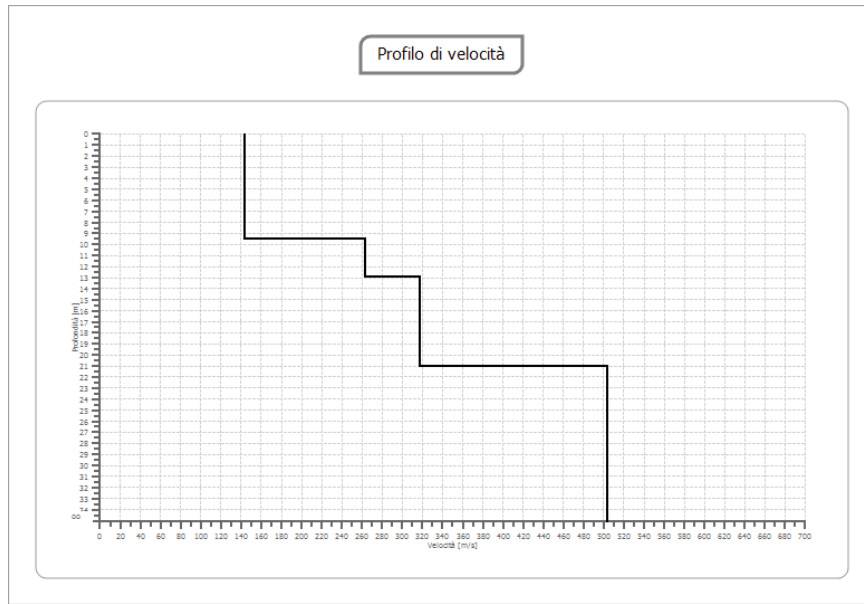


## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	3.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	402.80
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	4.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	419.26
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	5.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	437.12
<b>Categoria del suolo</b>	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

MASW 4

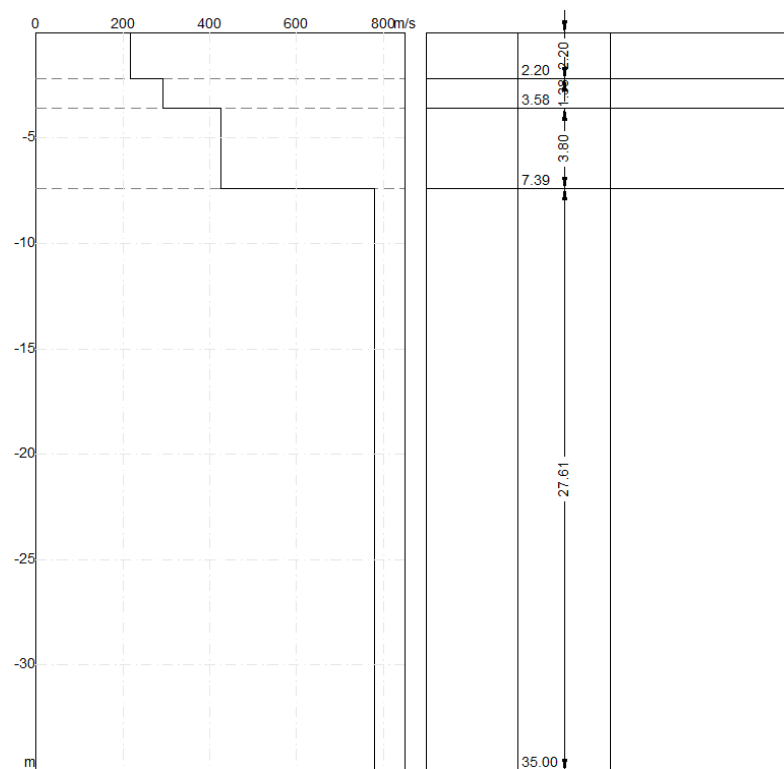
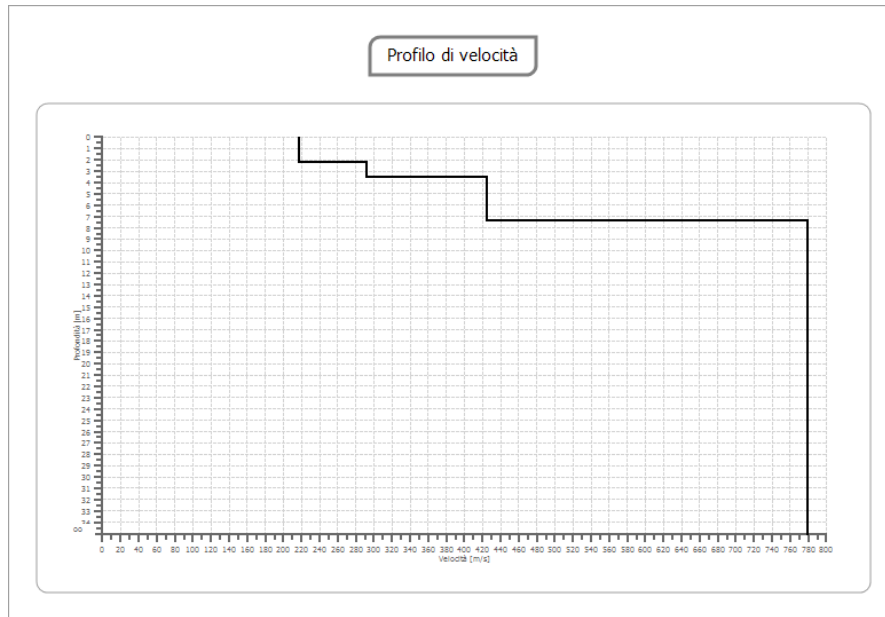


## Risultati

Profondità piano di posa [m]	3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	277.97
Categoria del suolo	C
Profondità piano di posa [m]	4.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	291.49
Categoria del suolo	C
Profondità piano di posa [m]	5.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	306.39
Categoria del suolo	C

**Suolo di tipo 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 360 m/s.

MASW 5



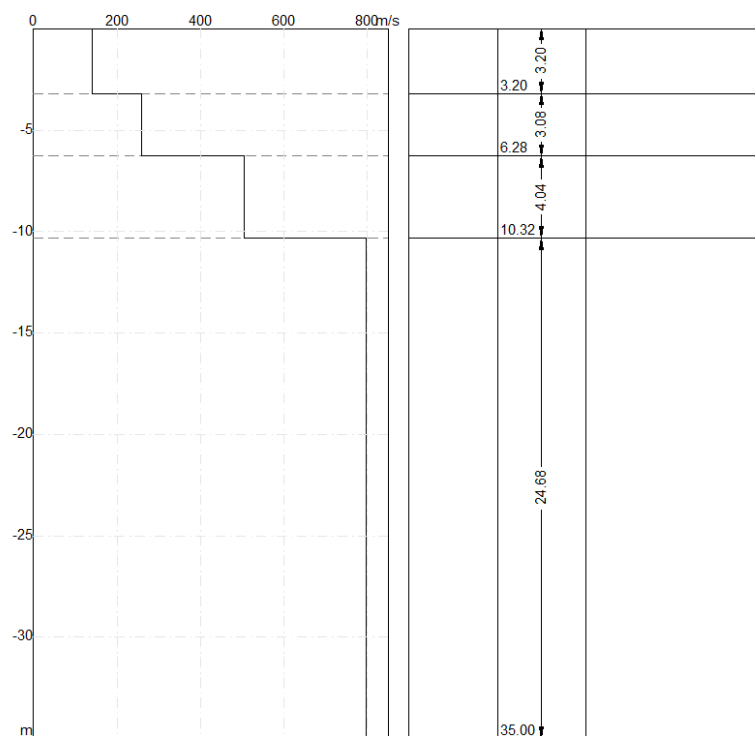
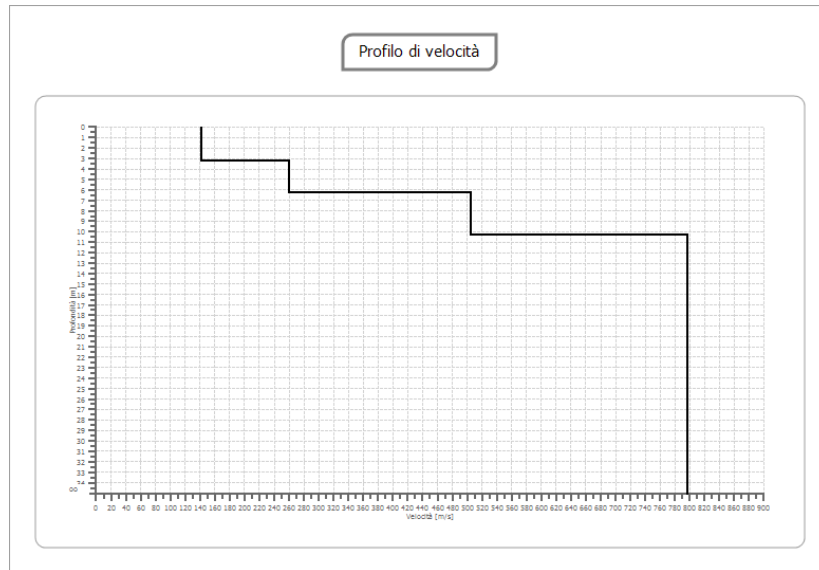
## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	3.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	684.91
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	4.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	712.51
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	5.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	731.06
<b>Categoria del suolo</b>	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



MASW 6

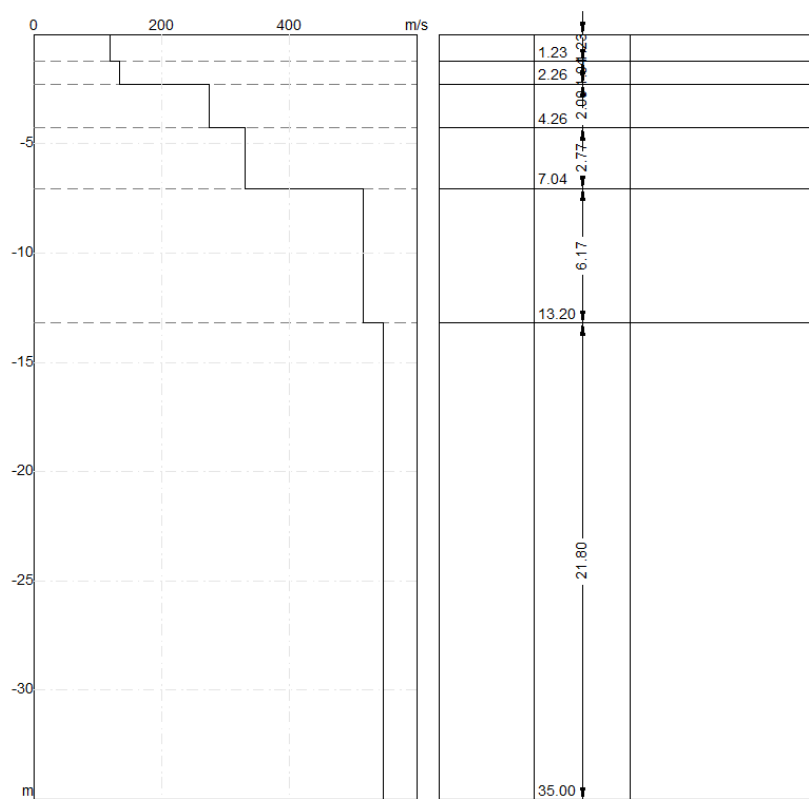
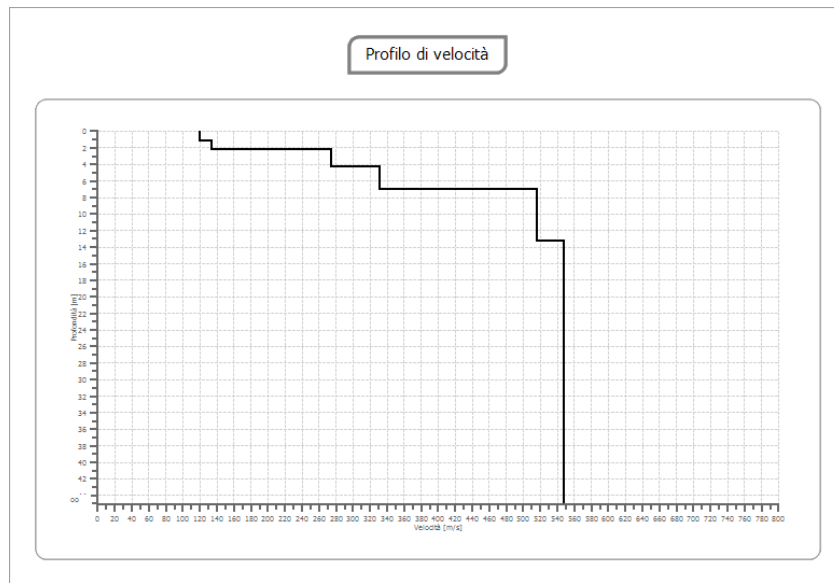


## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	3.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	603.28
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	4.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	645.29
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	5.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	683.53
<b>Categoria del suolo</b>	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

MASW 7



## Risultati

Profondità piano di posa [m]	3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	490.70
Categoria del suolo	B

Profondità piano di posa [m]	4.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	505,8
Categoria del suolo	B

Profondità piano di posa [m]	5.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	517.6
Categoria del suolo	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

## AREA SET

Nell'area in esame sono state eseguite nel 2008 ed acquisite le seguenti indagini:

- n. 1 sondaggio geognostico a rotazione, a recupero continuo di carote, per complessivi ml 10 di perforazione eseguiti dall'Impresa C.I.G.I.T. Soc. Coop. di Catanzaro. Nella tabella 1, sottostante, si riporta il dettaglio dei prelievi del campione (I = Indisturbato) e delle prove SPT (C = punta conica chiusa) con la profondità.
- prove geotecniche di laboratorio eseguite su 1 campione indisturbato prelevato nel corso delle perforazioni.
- 1 stendimento sismico superficiale tipo MASW per la modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

### **Sondaggio a carotaggio continuo**

Le perforazioni, eseguite dall'impresa C.I.G.I.T. Soc. Coop. di Catanzaro, con sonda a rotazione del tipo NENZI GELMA 2 e con relativi utensili (carotieri semplici e doppi del diametro variabile di mm. 101), hanno consentito il prelievo della campionatura ordinaria in percentuale variabile ma comunque sufficientemente rappresentativa.

La profondità a cui sono state spinte le terebrazioni sono maggiori di quelle in corrispondenza delle quali si potrebbero verificare delle variazioni significative dello stato tensionale della massa terrosa in cui si opera (volume significativo d'indagine).

La consistenza del materiale attraversato dalle perforazioni è andata aumentando con la profondità.

Le cassette catalogatrici quotate, sono state conservate dalla ditta che ha eseguito i sondaggi.

La stratigrafia del sito di interesse (per i dettagli si rimanda al contenuto dell'allegato Indagini Geognostiche) è caratterizzata, dall'alto verso il basso, da una copertura di materiale

agrario di tipo detritico immersa in abbondante matrice limoso-sabbioso-argillosa di poco consistenza e con spessore di 0.80 m. Successivamente si riscontrano sabbie limose di colore rossiccio con elementi ghiaiosi. Si passa ad un terzo ed un quarto livello sempre sabbioso ma con percentuale più abbondante di ghiaie.

La presenza d'acqua non è stata riscontrata in profondità a fine sondaggio.

### **Prove di laboratorio**

Nel corso delle perforazioni è stato prelevato 1 campione indisturbato, mediante opportune attrezzature.

Sono state, inoltre, effettuate numerose prove S.P.T. lungo tutto lo spessore di perforazione.

Dopo il prelievo, i campioni sono stati sigillati, contraddistinti, imballati e portati al laboratorio di geotecnica CIGIT di Catanzaro per le prove necessarie.

Il campione esaminato è stato utilizzato in laboratorio per le seguenti prove:

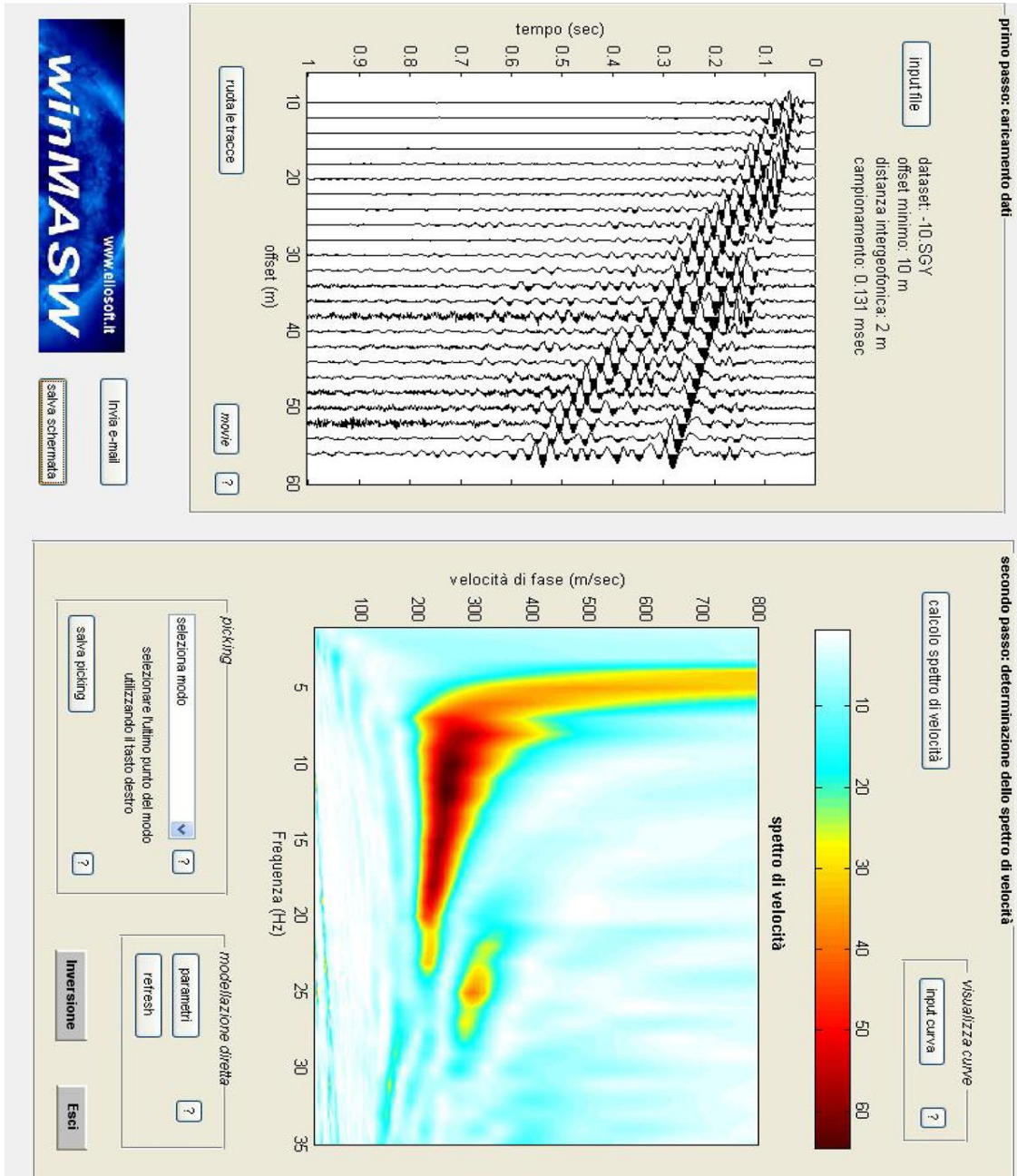
- Analisi Granulometrica e riconoscimento;
- Prova di Taglio Diretto;

Per un esame più approfondito dei parametri geotecnici si rimanda ai successivi paragrafi.

**MASW**

REPORT DI CAMPAGNA sito S st (Sottostazione)

Numero totale di punti (coppie frequenza-velocità) della curva di dispersione: 10



==o== SEZIONE#1

curva di dispersione: PICK.cdp Numero di individui: 10 Numero di generazioni: 21

Spazio di ricerca utilizzato (VS e spessori minimi):				167.726	0.7421943	186.8947	1.484389
186.9828	1.484389	191.8208	1.484389	193.8581	1.484389	195.9877	
1.484389	203.6069	1.484389	350				

Spazio di ricerca utilizzato (VS e spessori massimi): 249.1929 5.343799 297.1147 5.937554  
302.41 5.937554 316.0175 5.937554 325.4994 5.937554 335.6629 5.937554  
356.7612 5.937554 380

Poisson adottato: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.3

==o== SEZIONE#2

Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 1; misfit medio e migliore: -31.9838 -26.4063  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 2; misfit medio e migliore: -31.6083 -24.3506  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 3; misfit medio e migliore: -35.6578 -23.0431  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 4; misfit medio e migliore: -33.2775 -23.0431  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 5; misfit medio e migliore: -34.6988 -23.0431  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 6; misfit medio e migliore: -28.8398 -20.0447  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 7; misfit medio e migliore: -27.7694 -18.4045  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 8; misfit medio e migliore: -27.1286 -18.4045  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 9; misfit medio e migliore: -28.7245 -18.0782  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 10; misfit medio e migliore: -26.3163 -18.0782  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 11; misfit medio e migliore: -22.598 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 12; misfit medio e migliore: -29.2936 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 13; misfit medio e migliore: -26.3894 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 14; misfit medio e migliore: -28.9922 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 15; misfit medio e migliore: -32.3002 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 16; misfit medio e migliore: -30.0734 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 17; misfit medio e migliore: -26.7214 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 18; misfit medio e migliore: -29.0544 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 19; misfit medio e migliore: -27.0849 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 20; misfit medio e migliore: -26.8297 -16.5454  
Ottimizzazione VS e spessori - generazione: 21; misfit medio e migliore: -29.6003 -16.5454  
Ottimizzazione VP e densità - generazione: 1; misfit medio e migliore: -16.3857 -16.0954  
Ottimizzazione VP e densità - generazione: 2; misfit medio e migliore: -16.2992 -16.0632  
Ottimizzazione VP e densità - generazione: 3; misfit medio e migliore: -16.1042 -15.602  
Ottimizzazione VP e densità - generazione: 4; misfit medio e migliore: -16.0799 -15.602  
Ottimizzazione VP e densità - generazione: 5; misfit medio e migliore: -15.9671 -15.602  
Ottimizzazione VP e densità - generazione: 6; misfit medio e migliore: -15.9742 -15.602  
Ottimizzazione VP e densità - generazione: 7; misfit medio e migliore: -15.7725 -15.5668  
Ottimizzazione VP e densità - generazione: 8; misfit medio e migliore: -15.9264 -15.5668

Numero di modelli utilizzati per il calcolo del modello medio: 190

#####

RISULTATI winMASW 3.0

#####

Curva analizzata: PICK.cdp ==o== SEZIONE#3



```
=====
=====
MODELLO MEDIO
VS (m/sec):      198 244 244 276 281 320 318 366
Deviazione standard (m/sec): 17 23 18 19 20 19 25 10
Spessore (m):    2.0  2.8  2.3  4.1  2.7  3.3  2.6
Deviazione standard (m): 0.4  0.8  0.9  0.6  1.0  0.9  0.5
Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici
Stima della Vp (m/sec):      395 526 507 594 564 702 657 710
Stima della densità (gr/cm3):  1.83 1.90 1.89 1.93 1.92 1.97 1.95 1.97
Rapposto VP/VS: 1.99 2.16 2.08 2.15 2.01 2.19 2.07 1.94
Modulo di Poisson: 0.33 0.36 0.35 0.36 0.33 0.37 0.35 0.32
Modulo di Young (MPa): 191  308  304  400  404  552  532  696
Modulo di Taglio (MPa): 72  113  112  147  151  202  197  264
Costante di Lamé (MPa): 142  299  261  387  307  567  448  465
Modulo di compressione (MPa): 190  375  336  484  408  701  579  642
modo: 0 (modo fondamentale)
modello medio
f(Hz)  VR(m/sec)
 5.25  302.4972
6.18578  291.6979
8.05734  270.1772
10.3968  251.5345
12.6583  240.6632
15.7775  231.373
18.9748  225.1808
22.6399  220.0851

modo: 1 (primo modo superiore)
modello medio.
22.406  305.7065
27.2408  291.1653
=o== SEZIONE#4
=====
=
MODELLO MIGLIORE
VS (m/sec): 186.2851 238.9844 236.9973 270.421 262.769 329.3433 303.2519 373.7312
spessore (m): 2.0392 2.4917 1.7523 4.4815 1.9912 3.7185 2.8425
Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici
Stima della VP (m/sec): 405 537 533 598 590 705 681 721
```

Stima della densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.84 1.90 1.90 1.93 1.93 1.97 1.96 1.97  
Rapposto VP/VS: 2.18 2.25 2.25 2.21 2.24 2.14 2.25 1.93  
Modulo di Poisson: 0.37 0.38 0.38 0.37 0.38 0.36 0.38 0.32  
Modulo di Young (MPa): 174 299 294 386 367 580 496 727  
Modulo di Taglio (MPa): 64 109 107 141 133 213 180 276  
Costante di Lamé (MPa): 174 331 327 409 404 552 549 474  
Modulo di compressione (MPa): 216 404 398 502 493 695 669 658

curva di dispersione (frequenza - velocità di fase onde di Rayleigh)

modo: 0 (modo fondamentale)

modello migliore

F(Hz) VR(m/sec)

5.25 307.4697

6.18578 295.4617

8.05734 271.1949

10.3968 250.4399

12.6583 238.5517

15.7775 228.3448

18.9748 221.2273

22.6399 214.9741

modo: 1 (primo modo superiore)

modello migliore

22.406 302.5339

27.2408 286.1766

VS5 del modello medio: 223 m/sec

VS5 del modello migliore: 214 m/sec

VS20 del modello medio: 269 m/sec

VS20 del modello migliore: 265 m/sec

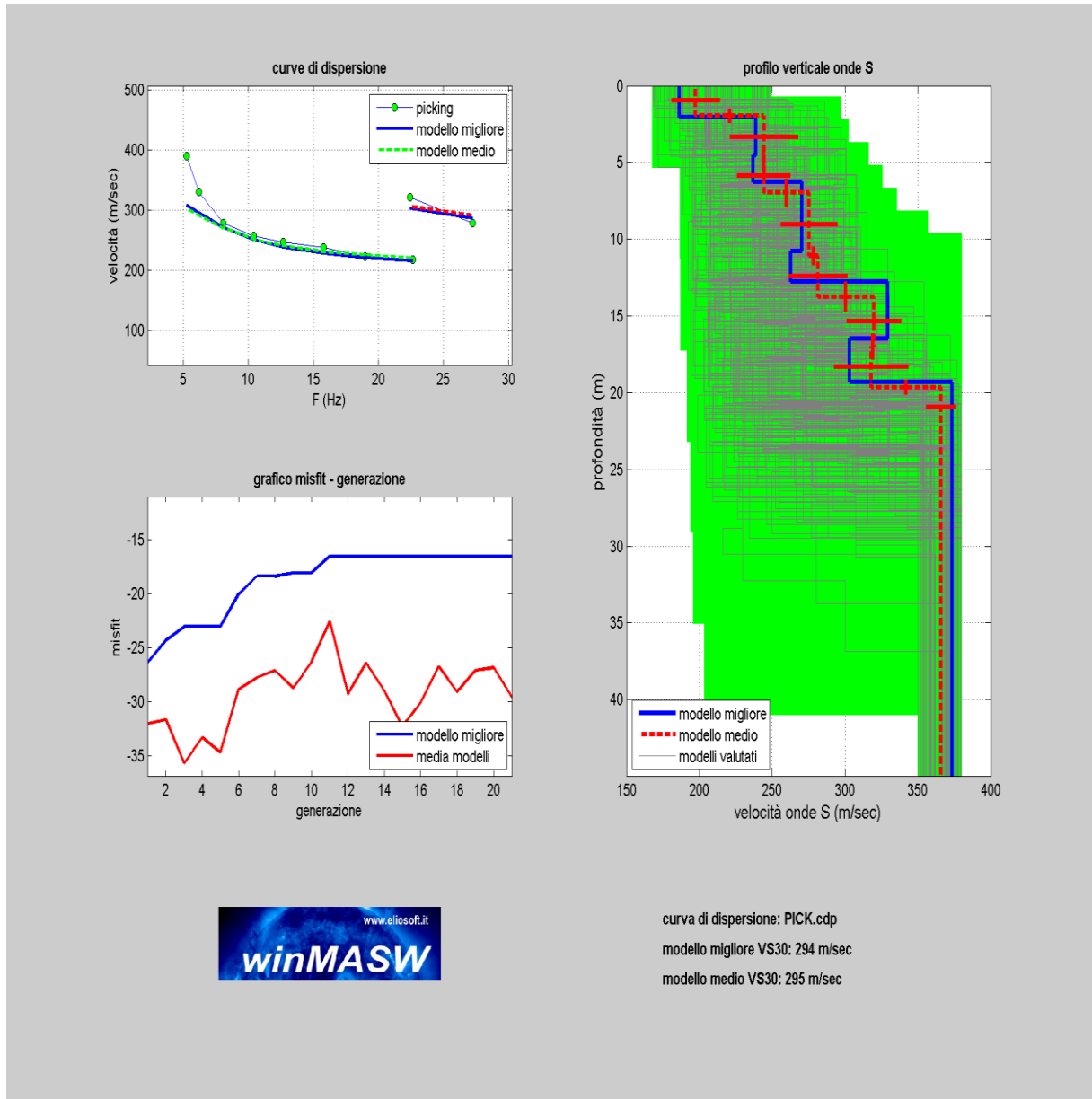
VS30 del modello medio: 295 m/sec

VS30 del modello migliore: 294 m/sec

==o== SEZIONE#6

**VS30 (m/sec): 295 Possibile Tipo di Suolo: C** (sulla base del modello medio)

**ELABORAZIONE E RICOSTRUZIONE DEL PROFILO VERTICALE DELLE VS30 SITO SONDAGGIO S st**



#### 5.4 Parametri geotecnici

Allo scopo di individuare le caratteristiche fisico - meccaniche dei materiali di fondazione, è stato fatto riferimento ai valori geomeccanici delle tre prove penetrometriche tipici dell'orizzonte stratigrafico caratterizzato dalla litologia argillosa che caratterizza l'area in oggetto di studio. I valori fisico-meccanici compatibili al terreno di fondazione, alle varie profondità sono i seguenti:

##### Siti Aerogeneratori C1 E C2

Livello argilloso	Profondità base strato	Coesione non drenata (De Beer)	Angolo di attrito (Owasaki & Iwasaki)	Peso di volume
<b>A</b>	2,20 m	0,59 Kg/cmq	$\phi = 24,7^\circ$	$\gamma = 1.74 \text{ gr/cc}$
<b>B</b>	5,30 m	1,19 Kg/cmq	$\phi = 31,6^\circ$	$\gamma = 2.05 \text{ gr/cc}$
CATEGORIA SISMICA DEI SITI				<b>B</b>

##### Siti Aerogeneratori C4 e C5

Livello argilloso	Profondità base strato	Coesione non drenata (De Beer)	Angolo di attrito (Owasaki & Iwasaki)	Peso di volume
<b>A</b>	9,20 m	0,62 Kg/cmq	$\phi = 24,9^\circ$	$\gamma = 1.76 \text{ gr/cc}$
CATEGORIA SISMICA DEI SITI				<b>C (C4) – B (C5)</b>

##### Siti Aerogeneratori C3, C6 e C7

Livello argilloso	Profondità base strato	Coesione non drenata (De Beer)	Angolo di attrito (Owasaki & Iwasaki)	Peso di volume
<b>A</b>	2,20 m	0,08 Kg/cmq	$\phi = 24,7^\circ$	$\gamma = 1.66 \text{ gr/cc}$
<b>B</b>	7,10 m	0,37 Kg/cmq	$\phi = 31,6^\circ$	$\gamma = 2.06 \text{ gr/cc}$
CATEGORIA SISMICA DEI SITI				<b>B</b>

Sito SET

Sabbie ed arenarie	Profondità base strato	Coesione non drenata (De Beer)	Angolo di attrito (Owasaki & Iwasaki)	Peso di volume
<b>A</b>	10 m	0,1 Kg/cmq	$\phi = 28,15^\circ$	$\gamma = 1.87 \text{ gr/cc}$
CATEGORIA SISMICA DEL SITO				<b>C</b>

I valori sopra citati possono servire per la verifica della portanza con il calcolo della formula di vari autori per lo studio della tipologia di fondazione più opportuna.

## 6. Conclusioni

Il sito che dovrà accogliere le strutture del Parco Eolico Caraffa di Catanzaro e della SET, previste in progetto, è stato esaminato sotto l'aspetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico.

Si è constatato che le litologie tipiche dei materiali su cui si realizzeranno le fondazioni degli aerogeneratori sono caratterizzate da materiale argilloso mentre le caratteristiche del sito SET sono di tipo conglomeratico ed arenaceo-sabbioso.

Tutte le aree, dato il loro andamento, sono risultate essere indenni da qualsiasi fenomeno di instabilità geomorfologica, così come è stato possibile verificare dalla consultazione degli elaborati del PAI, dove non è emerso per la stessa area in studio, alcun tipo di vincolo idrogeologico e geomorfologico.

La circolazione idrica sotterranea è molto rapida, segue la naturale pendenza del terreno ed è presente in uno spessore molto limitato (2-4 m).

Per quanto riguarda le acque meteoriche superficiali, le stesse dovranno essere regimate e smaltite lontano dal sito di interesse.

Concludendo viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del terreno di fondazione, si ritiene di esprimere un parere favorevole alla fattibilità del progetto in oggetto.

Cerisano lì 18.07.2019

Dott. Geol. Pasquale GRECO