



## PARCO EOLICO CAMPOMARINO

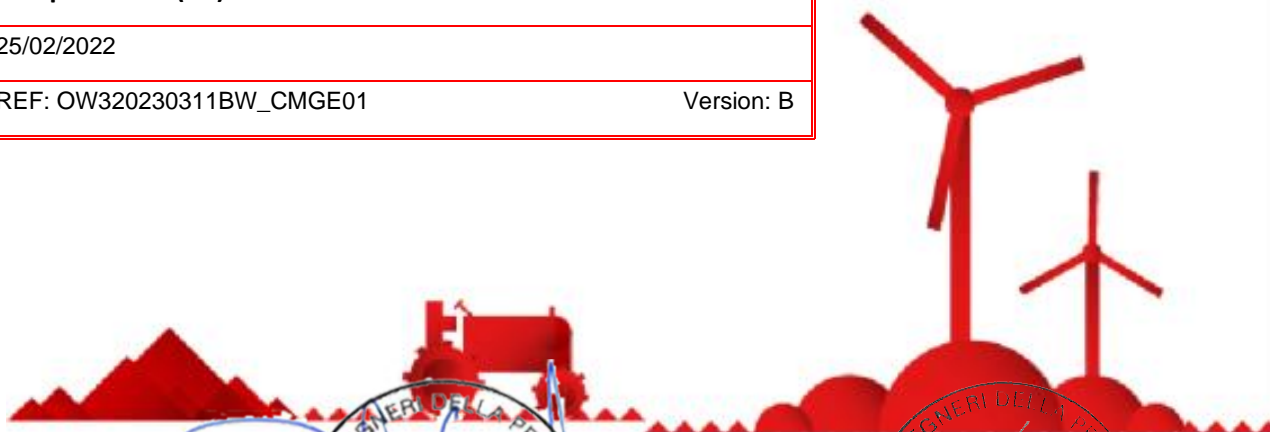
### RELAZIONE GEOLOGICA

Campomarino (CB)

25/02/2022

REF: OW320230311BW\_CMGE01

Version: B



renewables

RePlus S.r.l.



Amministratore Unico  
Francesco Di Maso

Progettista  
Ing. Nicola Galdiero  
Ing. Pasquale Esposito

Geologo  
Geologo Fulvio Mastantuono



Viale Michelangelo n. 71  
80129 Napoli  
Tel.: 0815797998  
Mail: tecnico@insersrl.it



	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB)</b> Relazione geologica	Feb 2022
---	---	----------

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE ED UBICAZIONE DELL'AREA.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>EASY MASW.....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>SONDAGGI GEOGNOSTICI .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E LITODINAMICA DEL SITO INTERESSATO .....</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICHE .....</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA : .....</b>	<b>19</b>
<b>11</b>	<b>PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO .....</b>	<b>23</b>
<b>12</b>	<b>LIQUEFAZIONE.....</b>	<b>27</b>
<b>13</b>	<b>CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI INTERVENTI.....</b>	<b>28</b>

**ALLEGATI:**

- *COROGRAFIA*
*(tav. 1)*
- *CARTA GEOLOGICA*
*(tav. 2)*
- *PLANIMETRIA UBICAZIONE SONDAGGI*
*(tav. 3)*
- *DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*
*(tav. 4)*
- *DPSH*
*(all. 1)*
- *MASW*
*(all. 2)*
- *STRATIGRAFIE*
*(all. 3)*
- *ANALISI DI LABORATORIO*
*(all. 4)*

	PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB) Relazione geologica	Feb 2022
---	--	----------

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto definitivo dei lavori di realizzazione di un parco eolico sito alla localita' campomarino (cb), è stato affidato dalla societa' di Ingegneria & Servizi INSE S.R.L. incarico allo scrivente dott. geologo Fulvio Mastantuono con iscrizione n° 471 albo dei geologi della Regione Campania, di condurre sondaggi geognostici con prove geotecniche in sito (SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO-DPSH-MASW) , come prescrivono i DM 14/01/2008 e DM 17/01/2018 sull'area interessata dal progetto.

Scopo dello studio è la definizione delle condizioni geoidrologiche e geostatiche dell'area e delle caratteristiche meccaniche e dinamiche dei terreni costituenti il substrato fondazionale dei terreni interessati dal progetto in titolo.

I lavori sono stati così articolati:

- n° 2 SONDAGGI
- n° 2 ANALISI DI CAMPIONI IND.
- N° 2 DPSH
- n° 2 MASW
- interpretazione e correlazione di tutti i dati raccolti e conseguente ricostruzione del quadro litostratigrafico, geotecnico e idrolitodinamico del substrato relativo all'area di diretta competenza.

 <b>edp renewables</b>	<p style="text-align: center;">PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB) Relazione geologica</p>	<p style="text-align: center;">Feb 2022</p>
---	--	---

## **2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE ED UBICAZIONE DELL'AREA**

L'area in esame (V. TAV. 1) e' sita nel territorio del comune di CAMPOMARINO (CB) alla località MADONNA GRANDE , ricade nel Foglio N° 155 della Carta Geologica d'Italia "S. SEVERO" 1:100.000; essa si sviluppa tra quote che vanno dai 60 ai 150 metri s.l.m. La morfologia collinare è in stretta relazione con la natura dei terreni e del loro assetto strutturale.

L'area in studio, a largo raggio, presenta la morfologia legata alle formazioni affioranti, principalmente marine e continentali, che determinano un paesaggio fatto di colline di media e elevata altezza. Il territorio come già detto in precedenza è caratterizzato da una pendenza media, a cui fa contrasto, nelle porzioni più orientali, delle ampie spianate che degradano dolcemente verso il mare Adriatico. In particolare l'area interessata presenta alcune scarpate morfologiche dopodichè le pendenze si stabilizzano procedendo verso Est, mentre verso SW e NE le pendenze aumentano uniformemente fino al ciglio della falesia a cui corrisponde nella carta geologica allegata anche il cambiamento di litologia. Fra i sedimenti argillosi e la loro copertura la differenza di erodibilità dà luogo, infatti, ad un gradino subverticale abbastanza pronunciato, corrispondente agli affioramenti sabbioso-ghiaiosi; ad esso segue, in basso, una scarpata meno ripida, localmente franosa che caratterizza le argille sottostanti.

La natura litologica dei terreni e la distribuzione degli allineamenti tettonici, hanno favorito l'incisione delle valli in direzione NNW-SSE e con dei profili generalmente molto morbidi.

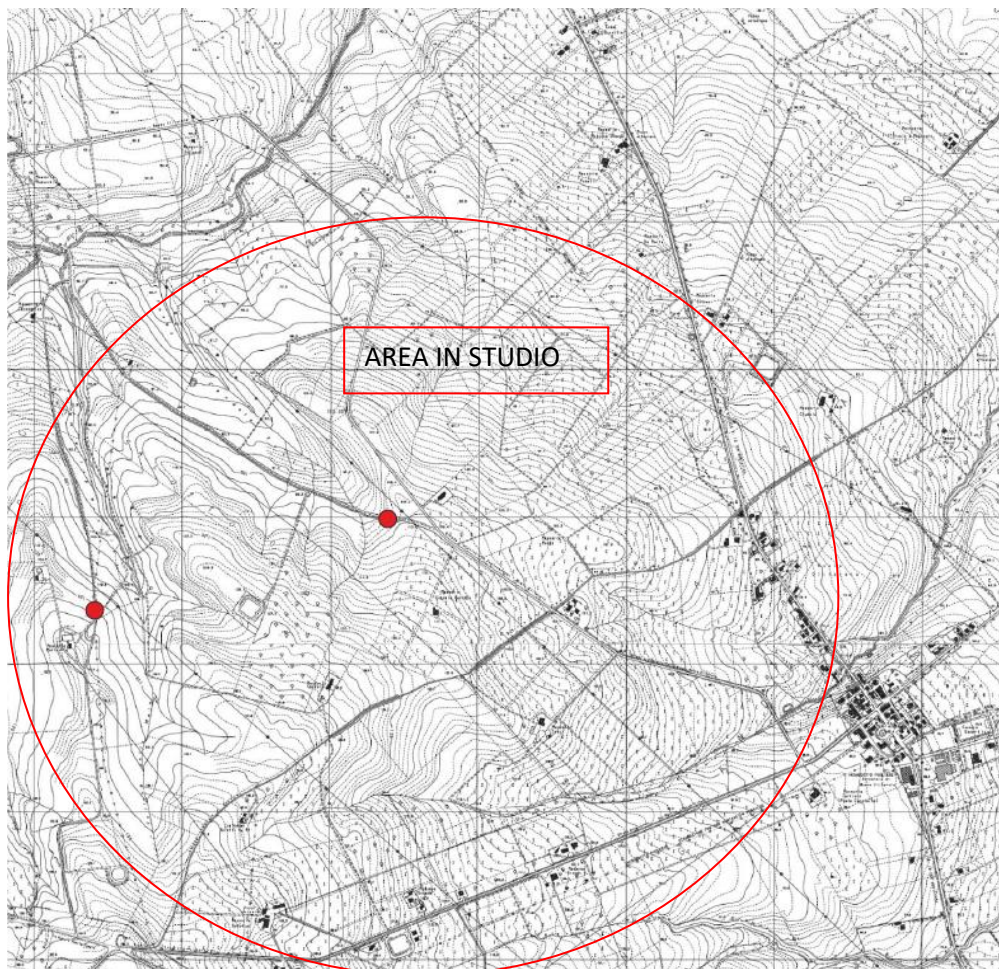
L'area in studio è ubicata ad Sud del centro abitato di CAMPOMARINO, alla localita'Madonna Grande lungo la strada Statale N° 16 ter; alla sinistra rispetto al mare Adriatico.

L'orografia del territorio è quella tipica della fascia costiera dell'area abruzzese e molisana, caratterizzata da un paesaggio collinare lentamente digradante verso i quadranti sudorientali. I rilievi collinari presentano morfologia eterogenea nei diversi settori del Foglio. Nel settore settentrionale (Campomarino) e nel settore sudoccidentale (Portocannone) si individuano due rilievi tabulari con quote che superano i 150 m, orlati da nette scarpate o falesie della costa alta; il primo degrada dolcemente verso nord-est

fino al mare, il secondo verso ovest fino alla valle del F. Biferno. Da uno sguardo d'insieme della parte di territorio compreso nell'area di intervento é possibile notare che non vi sono elementi geomorfologici significativi ad eccezione di alcuni gradini di scarpata di altezza modesta, legati all'innalzamento marino, e di principi di soliflusso nelle aree più acclivi e in adiacenza agli affioramenti prettamente argillosi.

Il sistema idrografico superficiale é rappresentato da alcuni corsi d'acqua a carattere stagionale (valloni Cisterna, Sassano, Transure e Reale) che hanno profondamente inciso la topografia secondo un sistema appenninico, tutti affluenti del Torrente Saccione.

Le correlazioni tra la geologia, la morfologia, la idrologia, l'analisi degli eventi sismici verificatisi nel tempo nella zona, consentono di valutare l'area in esame, allo stato attuale, in condizioni di stabilità.





### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in oggetto si colloca nella porzione più esterna della catena dell'Appennino centro-meridionale passante verso est all'avampaese adriatico. Qui i fronti più esterni, sia affioranti che sepolti, coinvolgono le unità alloctone molisane poste ad oriente della zona assiale della catena dove le pieghe ed i sovrascorrimenti coinvolgono le unità carbonatiche meso-cenozoiche laziali-abruzzesi e sabine. In particolare, le aree a terra del Foglio "Campomarino" sono caratterizzate dalla estesa presenza in affioramento della successione silicoclastica del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore (formazione di Mutignano), in concordanza, nel settore orientale di avampaese, al di sopra dei depositi del Pliocene medio e discordante sulle strutture della catena nel settore sudoccidentale del Foglio.

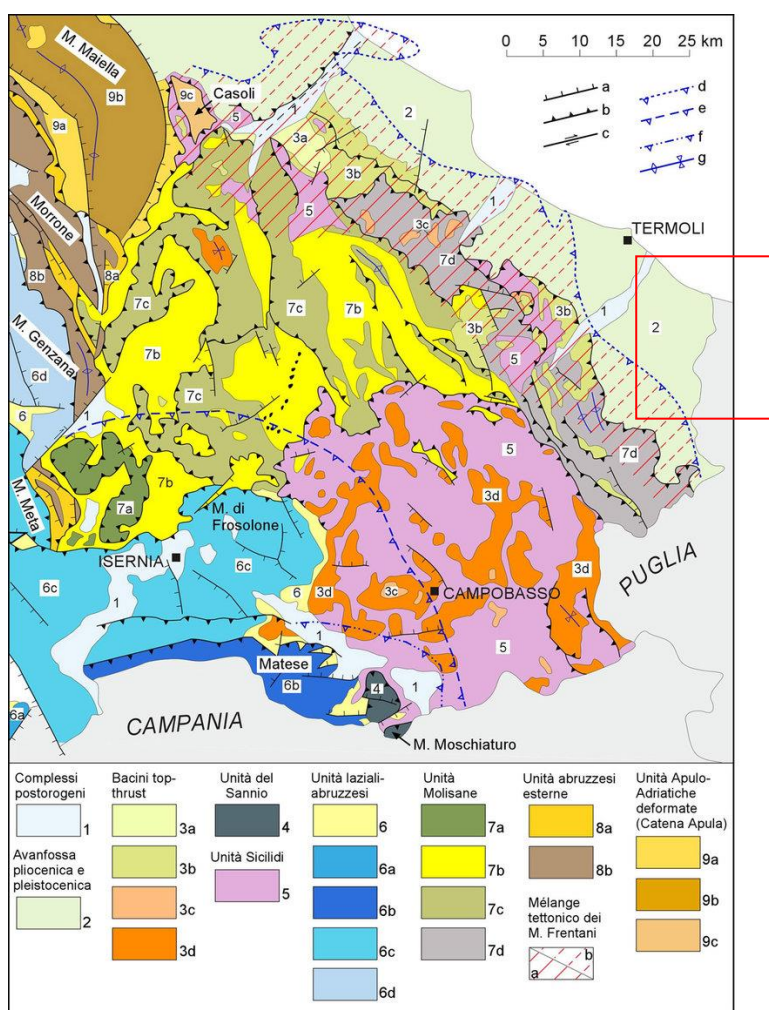


Figura 1: Schema geologico-strutturale dell'Appennino centro-meridionale

 <b>edp renewables</b>	<p style="text-align: center;">PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB) Relazione geologica</p>	<p style="text-align: center;">Feb 2022</p>
---	--	---

Nella porzione sud-occidentale del Foglio, infatti, affiorano terreni di età cretacio-miocenica la cui età, attribuzione paleogeografica e dinamica di messa in posto risulta, anche allo stato attuale delle conoscenze, fortemente dibattuta. Negli ultimi quarant'anni i numerosi dati di sottosuolo acquisiti per la ricerca degli idrocarburi hanno permesso di meglio definire l'assetto geologico-strutturale del settore esterno dell'Appennino centro-meridionale e dell'antistante avampaese periadriatico. Tuttavia, l'assetto tettonico e la conseguente ricostruzione palinspastica dell'area ricadente nel Foglio 372 "Campomarino" costituisce tuttora una tematica ampiamente dibattuta.

Dal quadro geologico d'insieme dell'area, si evidenzia la presenza di sedimenti prevalentemente clastici, riferibili al Pliocene e al Pleistocene, che presentano ovunque facies uniformi. Dal basso verso l'alto si susseguono:

- **argille marnose e siltoso-sabbiose (Argille di Montesecco);**
- **sabbie più o meno cementate, con lenti conglomeratiche ed argillose (Sabbie di Serracapriola);**
- **ghiaie e conglomerati (Conglomerati di Campomarino);**
- **coperture fluvio lacustri dei pianali e dei vari ordine dei terrazzi marini.**

I vari sopralluoghi effettuati nell'area, hanno permesso di esaminare la situazione stratigrafica e geomorfologia in corrispondenza degli scavi esistenti e delle rotture di versante in corrispondenza degli impluvi e successivamente mediante la campagna di indagine eseguita.

Il substrato dell'area é costituito dalla formazione delle Argille di Montesecco e localmente dalle Sabbie di Serracapriola, ma per gran parte sono presenti depositi di terrazzo marino di natura sabbiosa e soprattutto limo argilloso.. Localmente sono presenti banchi di sabbia potenti anche alcune decine di metri nella parte media della formazione. Nel parte topograficamente più elevata del sito in esame sono presenti sabbie siltose con locale presenza di argilla marnosa grigiastra. Le sabbie sono di colore giallastro, quarzose e in grossi banchi, a grana più o meno grossa e in genere poco

	<p style="text-align: center;">PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB) Relazione geologica</p>	<p style="text-align: center;">Feb 2022</p>
---	--	---

cementate con stratificazione non sempre netta e con intercalate piccole lenti di conglomerato ad elementi arenacei e calcareo-marnosi.

Man mano che si procede verso Est e Sud Est gli affioramenti lacustri e fluviali divengono via via più recenti, a granulometria più fine e hanno un minor grado di cementazione.

La falda idrica, considerate le caratteristiche idrogeologiche dell'area e la successione stratigrafica la si può individuare in corrispondenza dei livelli delle "Argille di Montesecco" che corrisponde, così, l'orizzonte tamponante, mentre un notevole effetto drenante è rappresentato dai corsi d'acqua della zona. Solo nelle aree più a SE, laddove il versante degrada verso il letto del Vallone delle Canne, la falda si è attestata ad un livello più superficiale, ma comunque intorno ai 12 m dal p.c..

L'aspetto idrografico è caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua a carattere torrentizio affluenti del torrente Saccione ad est e da un diffuso ruscellamento dovuto alle acque di corrivazione che, non possedendo linee di deflusso preferenziali, scorrono in superficie in rivoli, esercitando così locali azioni erosive.

Le due formazioni geologiche principali presenti, essendo costituite da litologie caratterizzate da un diverso grado di permeabilità, hanno comportato un diverso sviluppo idrografico del territorio, infatti mentre laddove affiorano termini prettamente sabbiosi il reticolo idrografico è pressoché del tutto assente, questo diventa abbastanza diffuso e ramificato in presenza degli affioramenti della formazione delle "Argille di Montesecco".

I termini dei depositi fluvio lacustri presentano una permeabilità compresa tra  $10^{-5}$  e  $10^{-7}$  a seconda della prevalenza della frazione ghiaioso-sabbiosa o limo-sabbiosa, mentre le "Argille di Montesecco" hanno un valore del coefficiente di permeabilità superiore a  $10^{-8}$  quindi impermeabili e facilmente erodibili.

**Coperture fluvio-lacustri** dei pianalti e dei terrazzi: *ghiaie più o meno cementate, livelli lentiformi travertinosi con impronte di piante e di gasteropodi, argille sabbiose, sabbie, calcari pulverulenti bianchi ricoperti in generale da « terre nere » ad alto tenore humico (paleosuolo forestale).*



	<p style="text-align: center;">PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB) Relazione geologica</p>	<p style="text-align: center;">Feb 2022</p>
---	--	---

Questi terreni non rappresentano verosimilmente un'unica fase di deposizione; la distribuzione e la diversa altezza degli affioramenti fanno pensare che la rete idrografica che li ha determinati non presentasse grande analogia con l'attuale o che comunque non fosse ancora bene impostata.

Probabilmente si tratta di una successione di fasi di accumulo e di erosione caratterizzate dalla presenza di depressioni interne ove, a depositi di natura essenzialmente lacustre, si alternavano episodi di facies deltizia e fluviale.

Essi poggiano sulla superficie erosa della serie marina pliocenico-calabriana o, nelle aree più vicine alla costa, sui Conglomerati di Campomarino.

Nell'area del foglio S. Severo i terrazzi più alti ascritti a fl 1si trovano nella zona a Sud di Ururi e superano i 300 m di quota. Essi sono costituiti da argille grigio-giallastre con ciottolame di media dimensione, croste travertinose e straterelli di calcare bianco pulverulento; da questa zona essi degradano rapidamente verso E in direzione del corso del T. Saccione, assumendo un carattere più decisamente fluviale e disponendosi ad andamento longitudinale, specie lungo il versante sinistro dei fiumi; essi non sono sempre chiaramente delimitabili dagli affioramenti dei Conglomerati di Campomarino. La deposizione morfologica è caratterizzata da un marcato fenomeno di terrazzamento, il ripiano del terrazzo è particolarmente evidente ed esteso e degrada progressivamente fino a fondersi con i ripiani dei terrazzi inferiori verso l'alveo del Torrente Saccione. Questi terreni costituiscono l'area di sedime di tutte le torri eoliche e della stazione elettrica.

**Argille di Montesecco** *Argille marnose, siltoso-sabbiose, grigio-azzurre, con abbondante macrofauna a prevalenti lamellibranchi e gasteropodi; microfauna, nella parte alta, a Valvulineria bradyana. Calabriano?-Pliocene medio.*

Si tratta di argille marnose, siltoso-sabbiose, grigio-azzurre, giallastre in superficie per alterazione, con veli di silt e rare intercalazioni sabbiose. Queste ultime diventano più frequenti alla sommità della formazione, che passa quindi gradualmente alle soprastanti Sabbie di Serracapriola. Banchi di sabbia potenti qualche decina di metri sono stati osservati anche nella parte media della formazione.

 <b>edp renewables</b>	<p style="text-align: center;">PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB) Relazione geologica</p>	<p style="text-align: center;">Feb 2022</p>
---	--	---

Lo spessore è di difficile valutazione per la mancanza del letto o del tetto: dai dati di perforazione si desume che sia molto notevole nelle zone più interne, per ridursi a valori dell'ordine dei 500 metri nella zona fra Serracapriola e S. Paolo di Civitate.

Nella parte superiore della formazione, al passaggio con le Sabbie di Serracapriola, la macrofauna è abbastanza abbondante.

#### **4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA**

L'idrografia è contraddistinta da un corso d'acqua principale, il Fiume Biferno e da una serie di corsi d'acqua minori (valloni Cisterna, Sassano, Transure e Reale), tutti con decorso circa NO-SE perpendicolare alla linea di costa. Gli alvei presentano generalmente un andamento rettilineo. L'alveo del Fiume Biferno è ubicato in un'ampia piana alluvionale e si presenta attualmente rettilineo, o con una debolissima sinuosità, e marcatamente incassato nella piana; presenta, tuttavia, i segni di una complessa evoluzione in epoca molto recente, in parte legata agli interventi antropici realizzati lungo il suo corso. Lo studio dell'idrogeologia dell'area interessata dal progetto ha evidenziato una Unità idrogeologica costituita dal complesso conglomeratico affiorante nell'area in studio. Un Complesso Idrogeologico può essere definito come *l'insieme di termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variabilità piuttosto ristretto* (CIVITA,1973). Il complesso conglomeratico è costituito prevalentemente dalle formazioni clastiche generate dal disfacimento da parte delle onde marine dei versanti della morfostruttura carbonatica. Le acque di infiltrazione nei terreni conglomeratici dell'area percolano verso la falda di base presente alla quota del livello del mare. La falda di base ha il principale recapito nella dodesta coltre conglomeratica. L'infiltrazione delle acque nel substrato conglomeratico è rallentata, in alcuni casi, dalla presenza di interstrati, dalla granulometria molto fine, presenti all'interno della copertura umifera.



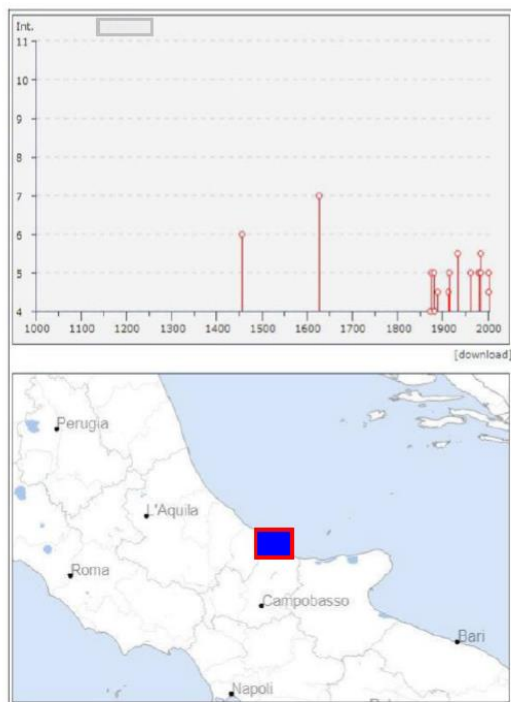
**5 TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA**

Sismicità Storica – I dati di sismicità storica sono stati reperiti dall'archivio DBMI08aq<sup>5</sup> edito dall'Istituto Nazionale Di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.). L'archivio contiene i dati storici, dall'anno 1000 al 2006, degli eventi sismici che hanno causato danni nel territorio Italiano. Nella tabella (vedere illustrazione 4) è riportato l'elenco dei terremoti che hanno interessato il territorio comunale di Campomarino. Nella tabella sono indicati numerosi eventi sismici superiori o uguali al quinto grado della scala Mercalli (MCS) corrispondente ad un effetto del terremoto sulla popolazione e sui manufatti che si può definire "forte" cioè avvertita da tutti con danni alle strutture. Tra questi sono indicati con le massime intensità: il terremoto del Molise del 1456 con magnitudo 6 della MCS, quello del Gargano del 1627 (7 MCS). Dallo stesso Catalogo si deduce che la maggior parte degli eventi sismici che hanno provocato danni alla città hanno come zone epicentrali quella della fascia Garganica-Molisana e quella dell'Appennino Abruzzese.

Il grafico Intensità/Tempo degli eventi sismici (illustrazione 5) illustra i principali terremoti su descritti mettendo in evidenza come la maggior parte di essi ha magnitudo attorno a cinque ( $I_s \approx 5$ ).

Numero di eventi: 38

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I(MCS)	Data	Az	Ip	Io Mw
6	1456 12 05	MOLISE	199	11 7.22 ±0.13
7	1627 07 30 10:50	Gargano	65	10 6.66 ±0.20
MC	1730 05 12 05:00	Valnerina	115	9 5.92 ±0.16
3	1857 12 16 21:15	Basilicata	340	11 7.03 ±0.08
4	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10
5	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8 5.95 ±0.16
5	1881 09 10 07:00	Abruzzo meridionale	29	8 5.59 ±0.32
3-4	1882 02 12	CHIETI	8	7 5.21 ±0.77
4	1882 06 06 05:40	Monti del Matese	52	7 5.27 ±0.25
4-5	1889 12 08	APRIGNA	122	7 5.69 ±0.13
3	1892 06 06	TREMITI	72	6 5.06 ±0.18
MF	1904 04 08 09:22	Gargano	32	6 4.91 ±0.42
3-4	1907 01 23 00:20	Adriatico centrale	93	5 5.06 ±0.15
4-5	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8 5.37 ±0.11
5	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11 7.00 ±0.09
F	1925 09 24 13:33	Molise occidentale	50	7 5.20 ±0.17
2	1930 10 30 07:13	SENGALLIA	263	8 5.51 ±0.09
3-6	1933 09 26 03:33	Maiella	326	9 5.95 ±0.09
3	1937 07 17 17:11	SAN SEVERO	40	6 5.05 ±0.19
3	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9 6.13 ±0.10
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
MF	1984 04 29 05:02	GUBBIO/VALFERRICA	709	7 5.65 ±0.09
5-6	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
5	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342	5 5.50 ±0.09
3-4	1995 09 30 10:14	Gargano	145	6 5.15 ±0.09
5	2002 11 01 15:09	Subapp. Deuno	645	5 7.72 ±0.09
4-5	2002 11 12 09:27	Subapp. Deuno	177	5-6 4.64 ±0.09
3-4	2003 06 01 18:45	Molise	516	5 4.50 ±0.09
MF	2005 03 01 05:41	Monti del Frentani	137	5 3.97 ±0.18
3	2006 05 29 02:20	Frontonorio del Gargano	384	5-6 4.63 ±0.09



Mappe interattive di pericolosità Sismica – Le mappe di pericolosità sismica fornite dall'INGV<sup>6</sup> consentono di visualizzare la distribuzione spaziale dello scuotimento atteso in termini di accelerazione al suolo rigido e di avere informazioni sui dati disaggregati di pericolosità sismica (illustrazione 7). **Il comune di CAMPOMARINO è tra i comuni dichiarati sismici in zona 3** (Classif. 2015).

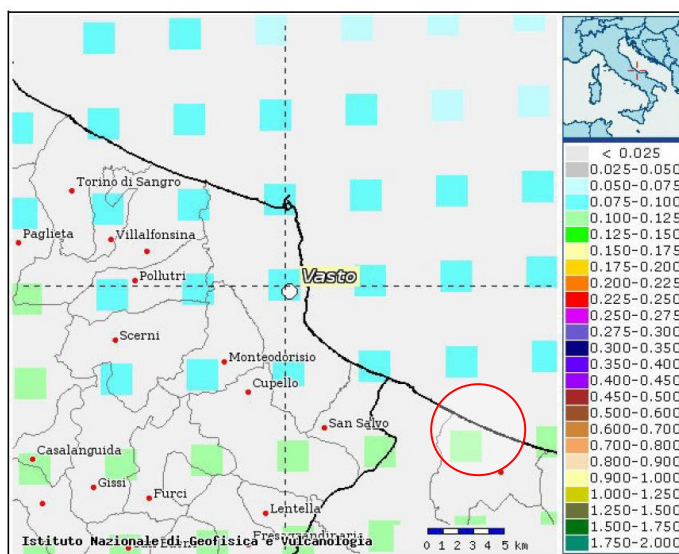


Illustrazione 7: Mappa dello scuotimento atteso in termini di accelerazione con tempo di ritorno di 50 anni e probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni - valore di  $a_g$  compreso tra 0,075 - 0,100.

	<p>PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB)</p> <p>Relazione geologica</p>	<p>Feb 2022</p>
---	---	-----------------

## 6 EASY 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.

### **Moto del segnale sismico**

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

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

### **Onde di Rayleigh – “R”**

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

### **Analisi del segnale con tecnica MASW**

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi



 <b>edp renewables</b>	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB)</b> Relazione geologica	Feb 2022
---	---	----------

lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### **Modellizzazione**

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

$$v = \lambda \times v$$

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

### **Modi di vibrazione**

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

### **Profondità di indagine**

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

	<p style="text-align: center;">PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB) Relazione geologica</p>	<p style="text-align: center;">Feb 2022</p>
---	--	---

## 7 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Nella prima decade del mese di marzo 2020 sono stati eseguiti due sondaggio geognostici denominati con la sigla **S1 e S2** ; l'ubicazione è riportata nell'allegata documentazione planimetrica. Al fine di poter bene evidenziare le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni investigati si è adottata la tecnica di perforazione di avanzamento a rotazione e percussione con circolazione d'acqua, adoperando utensili che permettessero il prelievo di carotaggio in soluzione continua della CMV MK 600 avente come coppia massima 7,63 KNm, velocità di rotazione rpm 46, corsa rotary mm 3300, velocità di manovra rotary m/min 38, tiro/spinta 7850/5000 Kg; l'attrezzatura di perforazione presenta le seguenti caratteristiche e dimensioni:

aste di manovra del diametro di	Φ 76 mm	
aste di manovra lunghezza	metri 3.00	
carotiere da	Φ 101 mm	m
carotiere da doppio da	Φ 101 mm	
carotiere lunghezza	metri 3.00	
corona con denti in Widia da	Φ 101 mm	
tubi di rivestimento	Φ 127/140	

### Standard Penetration Test

Le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. sono state praticate nel foro di sondaggio per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni in attraversamento. Queste prove consentono di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore RAYMOND battendo sulle aste di manovra per mezzo di un maglio normalizzato che cade da un'altezza standard.

### Caratteristiche della attrezzatura

Maglio in acciaio da Kg 63.5

Dispositivo di sgancio automatico del maglio

Altezza di caduta del maglio cm 76

Campionatore Raymond diametro cm 3.5

Scarpa standard a punta aperta

Punta conica standardizzata con angolo di apertura 60°.

 <b>edp renewables</b>	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB)</b> Relazione geologica	Feb 2022
--	---	----------

Il numero di colpi N necessario ad una penetrazione del campionatore pare a 30 centimetri dopo 15 centimetri di infissione dinamica per il posizionamento, è il dato assunto come indice di resistenza alla penetrazione  $N_{spt}$ .

Effettuando la prova con la punta a scarpa aperta a stato possibile prelevare un campioncino non indisturbato del terreno interessato per il controllo della granulometria.

Nella tabella che segue si riportano le prove S. P. T. eseguite in ogni sondaggio, le relative profondità e il numero di colpi registrati.

<b>TABELLA RIASSUNTIVA PROVE S.P.T. <u>sondaggio S1</u></b>				
<b>Prof. (m)</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>
<b>Sondaggio S1</b>				
<b>9,00</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>53</b>
<b>12,00</b>	<b>23</b>	<b>40</b>	<b>Rif.</b>	
<b>22,00</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	<b>61</b>

<b>TABELLA RIASSUNTIVA PROVE S .P.T <u>sondaggio S2</u></b>				
<b>Prof. (m)</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>NSPT</b>
<b>Sondaggio S2</b>				
<b>5,50</b>	<b>25</b>	<b>Rif.</b>		
<b>12,00</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>53</b>
<b>18,00</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>52</b>

 <b>edp renewables</b>	PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB) Relazione geologica	Feb 2022
--	--	----------

## 8 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E LITODINAMICA DEL SITO INTERESSATO

Le risultanze delle terebrazioni meccaniche sono state riportate graficamente nell'allegato 1 "colonne litostratigrafiche"; le stesse sono state utilizzate per la ricostruzione del profilo litologico e geosismico del substrato, sino alla profondità indagata; emerge la seguente situazione geologica locale:

**Integrando i dati raccolti da indagini svolte si evince che i terreni investigati, sono caratterizzati dalla presenza dei seguenti orizzonti litostratigrafici (O1, O2, O3 e O4) vedi stratigrafia allegato n° 3:**

### **ORIZZONTE O1**

*MASSICCIATA STRADALE COSTITUITA DA SABBIE E CIOTTOLI CALCAREI ARROTONDATI.*

**Profondità [0,00 – 1,50] metri**

### **ORIZZONTE O2**

*SABBIOSE LIMOSE GIALLASTRE, SABBIE FINI CON LIMO GIALLASTRE POCO ADDENSATE, LIMO ARGILLOSO SABBIOSO DI COLORAZIONE GIALLASTRO. SI RINVENGONO A VARIE QUOTE STRATI DI SPESSORE CENTIMETRICO DI ELEMENTI DI NATURA CALCAREO-MARNOSA IN ABBONDANTE MATRICE ARGILLOSO-LIMOSA.*

**Profondità: [1,50 - 8,00] m**

### **ORIZZONTE O3**

*LIVELLI DI GHIAIA GROSSOLANA GRIGIO GIALLASTRA ALTERNATI A LIVELLI DI LIMO ARGILLOSO MARRONE CHIARO.*

**Profondità: [8,00 - 19,00] m**


### **ORIZZONTE O4**

*LIMO ARGILLOSO GRIGIO VERDASTRO A BUONA CONSISTENZA. PRESENZA A VOLTE DI LIVELLI DECIMETRICI DI SABBIA LIMOSA.*

**Profondità: [19,00 - 25,00] m**

La potenza non è stata accertata ma che comunque dalle indagini si riscontra fino alla profondità di 25 metri.

**PRESENZA DI FALDA A – 20,00 DAL P.C.**

 <b>edp renewables</b>	<p style="text-align: center;">PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB)</p> <p style="text-align: center;">Relazione geologica</p>	<p style="text-align: center;">Feb 2022</p>
--	---	---

## 9 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICHE

I vari orizzonti , per il calcolo della portanza e dei cedimenti, possono essere caratterizzati dai valori dei parametri litotecnici appresso riportati, con valori riferiti ovviamente alla frazione fine :

### ORIZZONTE 01 DA -0,00 a -1,50 metri

$\gamma_n$ =	15,7 KN/m <sup>3</sup>	(peso dell'unità di volume)
c =	0,00 KN/m <sup>2</sup>	(coesione)
$\varphi$ =	18°	(angolo di attrito interno)
Med=	3000 KN/m <sup>2</sup>	(modulo edometrico)

### ORIZZONTE 02 DA -1,50 a -8,00 metri

$\gamma_n$ =	18,00 KN/m <sup>3</sup>	(peso dell'unità di volume)
c =	11.64 KN/m <sup>2</sup>	(coesione)
$\varphi$ =	24°	(angolo di attrito interno)
Med =	4562 KN/m <sup>2</sup>	(modulo edometrico)

### ORIZZONTE 03 DA -8,00 a -19,00 metri

$\gamma_n$ =	19,6 KN/m <sup>3</sup>	(peso dell'unità di volume)
c =	16,20 KN/m <sup>2</sup>	(coesione)
$\varphi$ =	27°	(angolo di attrito interno)
Med =	5500 KN/m <sup>2</sup>	(modulo edometrico)

### ORIZZONTE 04 DA -19,00 a -25,00 metri

$\gamma_n$ =	20,1 KN/m <sup>3</sup>	(peso dell'unità di volume)
c =	22,50 KN/m <sup>2</sup>	(coesione)
$\varphi$ =	30°	(angolo di attrito interno)
Med =	7445 KN/m <sup>2</sup>	(modulo edometrico)

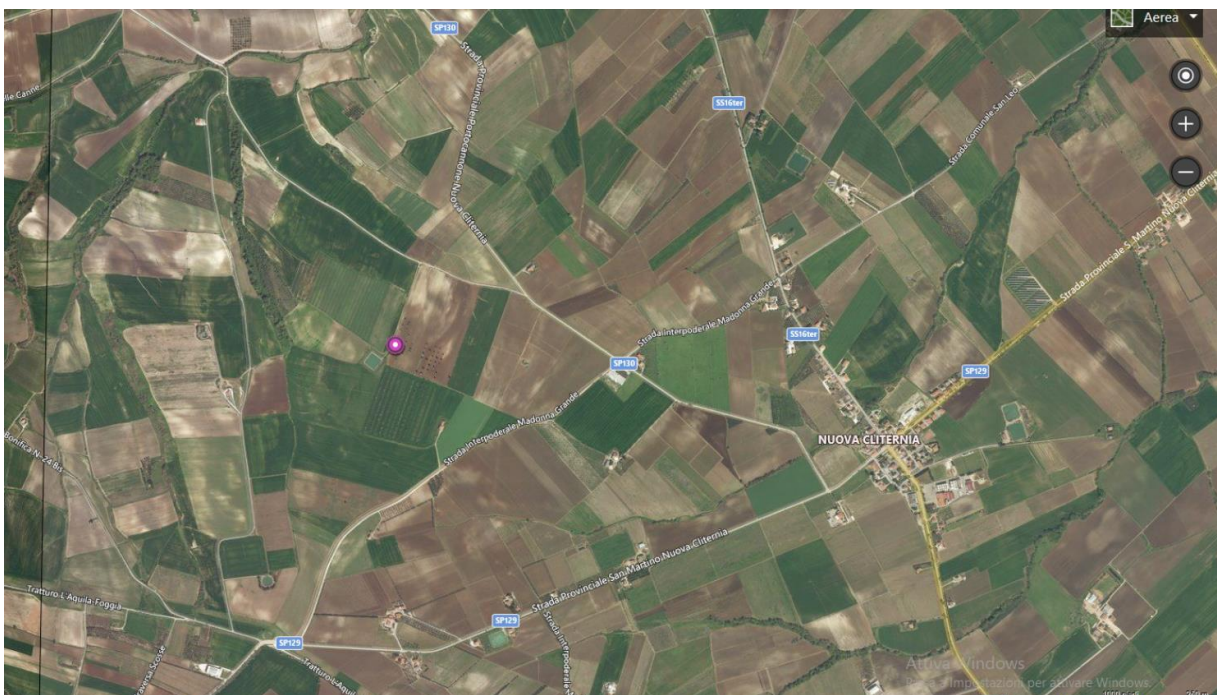



## 10 CARATTERIZZAZIONE SISMICA :

Le indagini effettuate sono state finalizzate alla determinazione della giacitura e potenza degli strati del sito fino ad una profondità di 30 m; alla caratterizzazione sismica dei terreni presenti, intesa come determinazione della velocità delle onde sismiche trasversali Vs dei singoli sismostrati, per il calcolo della media pesata ( $V_s.EQ$ ) dei i primi 30 metri di sedime per l'assegnazione, di questi ultimi, ad una delle categorie di suolo; l'ordinanza in parola identifica 5 categorie di terreno A, B, C, D, E, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta, per la verifica della significatività, in senso orizzontale, di tale attribuzione; per la definizione dello spettro di risposta (FAD), si è tenuto conto, pertanto, delle caratteristiche dei terreni di fondazione. In riferimento alle prove MASW eseguite, ai valori medi VS3-EQ di 400,00m/s il sottosuolo indagato è ascrivibile alla CATEGORIA "B" (Decreto del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni) corrispondente a: (DEPOSITI DI SABBIE O GHIAIE MOLTO ADDENSATE O ARGILLE MOLTO CONSISTENTI, CARATTERIZZATI DA VALORI DI VS30 COMPRESI TRA 360 M/SEC E 800 m/sec)

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 27/04/2020



 <b>edp renewables</b>	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB)</b> Relazione geologica	Feb 2022
--	---	----------

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: IV  
 Coefficiente d'uso (Cu): 2  
 Periodo di riferimento (Vr): 100 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 60 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 101 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 949 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1950 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41,9006691 [°]  
 Longitudine (WGS84): 15,0519285 [°]  
 Latitudine (ED50): 41,9016380 [°]  
 Longitudine (ED50): 15,0527964 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	28328	41,924640	15,035950	2912,95
2	28329	41,923730	15,103110	4834,00
3	28551	41,873740	15,101830	5108,63
4	28550	41,874660	15,034740	3351,55

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,046	2,384	0,293
	50	0,058	2,458	0,320
SLO	60	0,063	2,476	0,321
	72	0,069	2,494	0,323
SLD	101	0,080	2,552	0,328
	140	0,092	2,550	0,337
	201	0,107	2,558	0,341
	475	0,149	2,552	0,356

 <b>edp renewables</b>	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB)</b> Relazione geologica	Feb 2022
--	---	----------

SLV	949	0,193	2,544	0,363
	975	0,195	2,544	0,363
SLC	1950	0,251	2,510	0,368
	2475	0,274	2,499	0,370

### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,046	2,373	0,292
	50	0,060	2,456	0,315
SLO	60	0,065	2,480	0,316
	72	0,071	2,503	0,317
SLD	101	0,082	2,543	0,324
	140	0,095	2,549	0,331
	201	0,110	2,550	0,336
	475	0,155	2,542	0,350
SLV	949	0,204	2,514	0,356
	975	0,206	2,513	0,356
SLC	1950	0,266	2,484	0,362
	2475	0,290	2,475	0,363

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,051	2,361	0,291
	50	0,066	2,455	0,307
SLO	60	0,072	2,477	0,309
	72	0,079	2,499	0,311
SLD	101	0,093	2,508	0,319
	140	0,107	2,519	0,323
	201	0,126	2,528	0,327
	475	0,182	2,488	0,339
SLV	949	0,239	2,455	0,346
	975	0,242	2,454	0,346
SLC	1950	0,312	2,443	0,354
	2475	0,341	2,439	0,357

### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,050	2,336	0,301
	50	0,065	2,456	0,310

	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO (CB)</b> Relazione geologica	Feb 2022
---	---	----------

SLO	60	0,071	2,477	0,312
	72	0,077	2,499	0,313
SLD	101	0,091	2,510	0,323
	140	0,105	2,530	0,326
	201	0,122	2,536	0,331
SLV	475	0,176	2,501	0,344
	949	0,231	2,466	0,350
	975	0,234	2,465	0,350
SLC	1950	0,301	2,453	0,357
	2475	0,329	2,449	0,359

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	60	0,068	2,477	0,315
SLD	101	0,086	2,530	0,324
SLV	949	0,215	2,499	0,355
SLC	1950	0,280	2,476	0,361

**11 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**

 Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

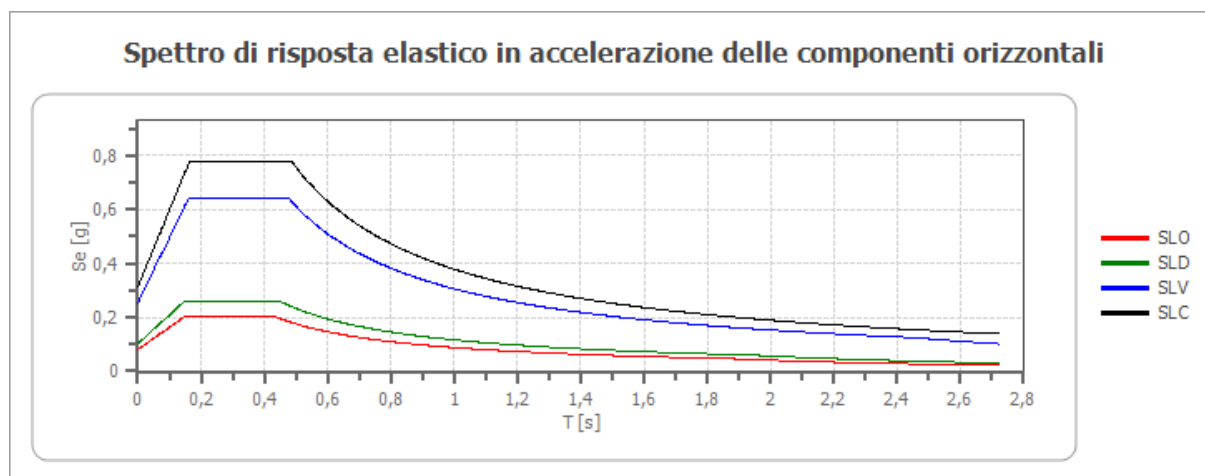
Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

**Stabilità di pendii e fondazioni**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,021	0,072	0,088
kv	0,008	0,010	0,036	0,044
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,795	1,009	2,504	3,073
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2,0	0,068	2,477	0,315	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,146	0,438	1,870	0,081	0,201
SLD	2,0	0,086	2,530	0,324	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,149	0,447	1,943	0,103	0,260
SLV	2,0	0,215	2,499	0,355	1,190	1,350	1,000	1,190	1,000	0,160	0,479	2,458	0,255	0,638
SLC	2,0	0,280	2,476	0,361	1,120	1,350	1,000	1,120	1,000	0,162	0,487	2,719	0,313	0,776

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

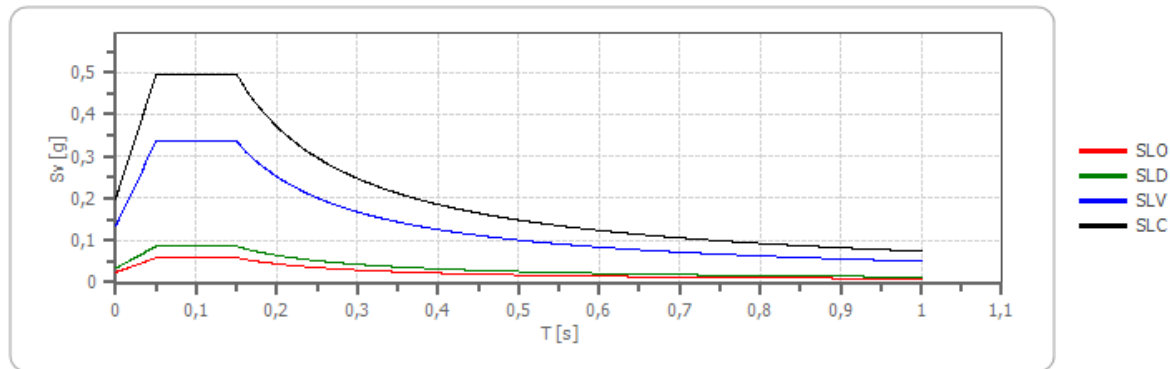
 Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000





**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2,0	0,068	2,477	0,315	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,059
SLD	2,0	0,086	2,530	0,324	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,034	0,086
SLV	2,0	0,215	2,499	0,355	1	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,134	0,335
SLC	2,0	0,280	2,476	0,361	1	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,200	0,495

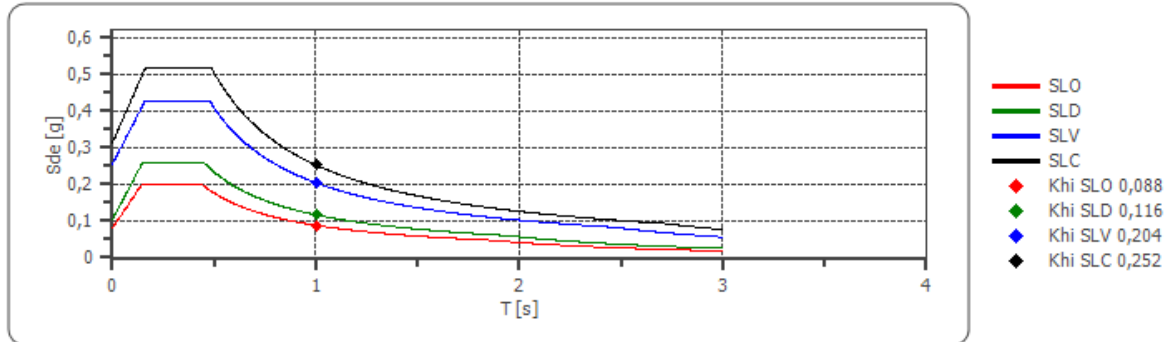
**Spettro di progetto**

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50  
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50  
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

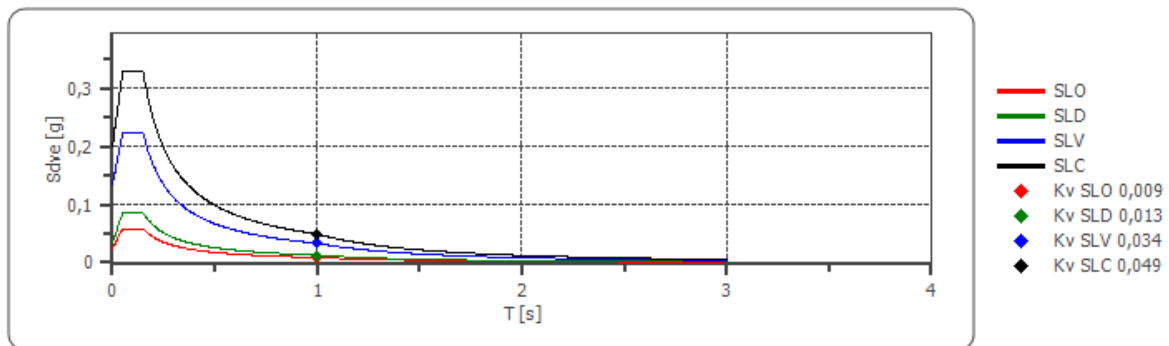
	SLO	SLD	SLV	SLC
k <sub>hi</sub> = S <sub>de</sub> (T) Orizzontale [g]	0,088	0,116	0,204	0,252
k <sub>v</sub> = S <sub>dve</sub> (T) Verticale [g]	0,009	0,013	0,034	0,049



**Spettro di progetto delle componenti orizzontali**



**Spettro di progetto delle componenti verticali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizz ontal e	2,0	0,068	2,477	0,315	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,146	0,438	1,870	0,081	0,201
SLO vertic ale	2,0	0,068	2,477	0,315	1,200	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,059
SLD orizz ontal e	2,0	0,086	2,530	0,324	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,149	0,447	1,943	0,103	0,260
SLD vertic ale	2,0	0,086	2,530	0,324	1,200	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,034	0,086
SLV	2,0	0,215	2,499	0,355	1,190	1,350	1,000	1,190	1,500	0,160	0,479	2,458	0,255	0,425

 <b>edp renewables</b>	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO</b> GEOLOGO FULVIO MASTANTUONO	Aprile 2020
---	---	-------------

orizzontale														
SLV verticale	2,0	0,215	2,499	0,355	1,190	1,350	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,134	0,224
SLC orizzontale	2,0	0,280	2,476	0,361	1,120	1,350	1,000	1,120	1,500	0,162	0,487	2,719	0,313	0,517
SLC verticale	2,0	0,280	2,476	0,361	1,120	1,350	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,200	0,330

	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO</b> GEOLOGO FULVIO MASTANTUONO	Aprile 2020
---	---	-------------

## 12 LIQUEFAZIONE

La liquefazione avviene più frequentemente in depositi sabbiosi e/o sabbioso [limosi](#) sciolti, a granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi. Durante la fase di carico, le [sollecitazioni](#) indotte nel terreno, quali possono essere quelle derivanti da un [evento sismico](#), possono causare un aumento delle [pressioni](#) interstiziali fino a eguagliare la tensione soprastante. Viene così annullata la [resistenza al taglio](#) del terreno secondo il principio delle [pressioni efficaci](#) di [Terzaghi](#), e si assiste così a un fenomeno di fluidificazione del suolo. In pratica, si può osservare che gli edifici costruiti al di sopra di un terreno soggetto a tale fenomeno subiscono affondamenti e ribaltamenti in quanto il terreno non è più in grado di opporre resistenza vincolare alla spinta/peso proveniente dall'alto. I depositi più soggetti a liquefazione sono sabbie e limi la cui deposizione è avvenuta nell'[Olocene](#) (si tratta cioè di terreni generalmente non più antichi di 10 000 anni) a granulometria uniforme (ben classati) che si trovano in strati con spessori nell'ordine dei metri e in condizioni sature. Questi depositi possono trovarsi lungo letti [fluviali](#), [spiagge](#), [dune](#) e altre aree di accumulo di sabbie e silt di trasporto eolico ([Loess](#)). Fenomeni di liquefazione sono le [sabbie mobili](#), [quick clay](#), correnti di torbida e liquefazioni da [terremoti](#).

Dallo studio condotto sui siti interessati vedi [LITOSTRATIMETRIA LOCALE](#)



### ORIZZONTE O1

MASSICCIATA STRADALE COSTITUITA DA SABBIE E CIOTTOLI CALCAREI ARROTONDATI.

**Profondità [0,00 – 1,50] metri**



### ORIZZONTE O2

SABBIOSE LIMOSE GIALLASTRE, SABBIE FINI CON LIMO GIALLASTRE POCO ADDENSATE, LIMO ARGILLOSO SABBIOSO DI COLORAZIONE GIALLASTRO. SI RINVENGONO A VARIE QUOTE STRATI DI SPESSORE CENTIMETRICO DI ELEMENTI DI NATURA CALCAREO-MARNOSA IN ABBONDANTE MATRICE ARGILLOSO-LIMOSA.

**Profondità: [1,50 - 8,00] m**



### ORIZZONTE O3

LIVELLI DI GHIAIA GROSSOLANA GRIGIO GIALLASTRA ALTERNATI A LIVELLI DI LIMO ARGILLOSO MARRONE CHIARO.

**Profondità: [8,00 - 19,00] m**



### ORIZZONTE O4

LIMO ARGILLOSO GRIGIO VERDASTRO A BUONA CONSISTENZA. PRESENZA A VOLTE DI LIVELLI DECIMETRICI DI SABBIA LIMOSA.

**Profondità: [19,00 - 25,00] m**

## CONCLUSIONI

Data la litologia tale fenomeno di liquefazione non può avvenire

	<b>PARCO EOLICO CAMPOMARINO</b> GEOLOGO FULVIO MASTANTUONO	Aprile 2020
---	---	-------------

### 13 CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI INTERVENTI

Da quanto sin qui redatto, si evince che l'area in studio è sotto il profilo idro-geomorfologico e del rischio sismico idonea alla destinazione di progetto, in rispetto delle seguenti prescrizioni:

- ◆ stretta osservanza delle normative vigenti per le costruzioni in zona sismica (D.M. 17.01.2018);
- ◆ Allo scopo di definire con precisione e con puntualità le peculiarità geologiche, idrologiche, geotecnico-geomeccaniche e sismiche dei terreni interessati dal parco eolico, il sottoscritto Geologo consiglia nella fase esecutiva di progettazione di realizzare sotto ogni torre eolica almeno n° 1 sondaggio a carotaggio continuo attrezzato a piezometro, esecuzione di SPT in foro, prelievo ed analisi di campioni indisturbati, prove penetrometriche e sismiche.
- ◆ in conclusione l'opera da realizzare, date le positive condizioni litomorfologiche, non va a gravare negativamente sulla stabilità globale della zona.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto

dott. Geologo Fulvio Mastantuono

