

# Regione Puglia

COMUNE DI MESAGNE - COMUNE DI TORRE SANTA SUSANNA

PROVINCIA DI BRINDISI

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,  
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA  
PREVISTA IMMESSA IN RETE PARI A 49,60 MW  
ALIMENTATO DA FONTE EOLICA DENOMINATO "APPIA ENERGIA"**

OPERE DI CONNESSIONE E INFRASTRUTTURE PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN:  
Comuni di Erchie (Br)-San Pancrazio Salentino (Br)

PROGETTO DEFINITIVO

PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"

Codice Impianto: TB9U001

Tavola :

Titolo :

R23

RELAZIONE GEOLOGICA- SISMICA- IDROGEOLOGICA

Cod. Identificativo elaborato :

TB9U001\_DocumentazioneSpecialistica\_R23

Progettista:

**ENERSAT s.r.l.s.**

Via Aosta n.30 - cap 72023 TORINO (TO)  
P.IVA 12400840018 - REA TO-1287260 - enersat@pec.it  
Responsabile progettazione: Ing. Santo Masilla



Committente:

**PARCO EOLICO BANZI s.r.l.**

Via Ostiense 131/L - Corpo C1 - Cap 00154 ROMA  
P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - peolicobanzi@legalmail.it

SOCIETA' DEL GRUPPO



Indagine Specialistiche :

Dott. Geologo Marcello Dedonatis

Data

.....

Revisione

Prima Emissione

Redatto

SM

Approvato

GM

Data: Novembre\_2021

Scala :

File: TB9U001\_DocumentazioneSpecialistica\_R23

Controllato:

Formato: **A4**

*Ai sensi e per gli effetti degli art.9 e 99 della Legge n.633 del 22 aprile 1941, SIEMENS GAMESA si riserva la proprietà intellettuale e materiale di questo elaborato e facciamo espresso divieto a chiunque di renderlo noto a terzi o di riprodurlo anche in parte, senza la nostra preventiva autorizzazione scritta.*

## **INDICE**

PREMESSA .....	2
INDIVIDUAZIONE DEL SITO.....	3
CARATTERI MORFOLOGICI.....	3
RISCHIO SISMICO DEL COMUNE DI INDAGINE .....	6
CARATTERI GEOLOGICI.....	8
IDROGEOLOGIA E PERMEABILITA’ DEL SEDIME DI FONDAZIONE .....	14
CARTA IDROGEOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA .....	18
COMPATIBILITÀ CON IL PAI.....	20
COMPATIBILITÀ CON IL PPTR.....	21
INDAGINE GEOGNOSTICA.....	25
Sondaggi geognostici a carotaggio continuo .....	25
Standard Penetration Test (Spt) .....	40
Piezometri.....	42
Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio.....	45
Sismica con metodologia Masw.....	55
STABILITA’ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE.....	67

## **PREMESSA**

Su incarico di Enersat srls, per conto di Società Eolico Banzi srl (gruppo Siemens Gamesa) il sottoscritto, nel mese di ottobre 2021, ha eseguito dei rilievi in campo ed uno studio geologico, morfologico ed idrogeologico di supporto ad un progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte eolica “Appia Energia” di potenza pari a 49,60 MW (costituito da 8 aerogeneratori) in agro di Mesagne (Br) e Torre San Susanna (Br) a circa 2.5-5.0 km a Sud dell’abitato e da una Stazione elettrica in agro di Erchie a circa 3.0 km a Sud dell’abitato.

Il lavoro svolto a tal fine si è articolato attraverso:

- a) un rilievo geo-morfologico finalizzato alla ricostruzione delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell'area interessata dal progetto e censimento di tutte le forme morfologiche di particolare interesse paesaggistico;
- b) rilievo idrogeologico dell’area;
- c) consultazione delle cartografie che meglio permettano di inquadrare il contesto idrogeomorfologico e vincolistico dell'area, e quindi il PAI, la Carta Idrogeomorfologica ed il PPTR.

Si riportano inoltre risultanze delle indagini geognostiche eseguite nell’area (sebbene parte integrante dell’elaborato “Relazione geotecnica”).

Al termine delle consultazioni delle cartografie geo-idro-morfologiche esistenti e dei rilievi geo-idro-morfologici di superficie, è stata redatta la presente relazione dove viene valutata la compatibilità del progetto con il contesto vincolistico e territoriale.

## INDIVIDUAZIONE DEL SITO

L'area indagata è ubicata nel territorio comunale di Mesagne a circa 2.5-5.0 km a sudovest dell'abitato.

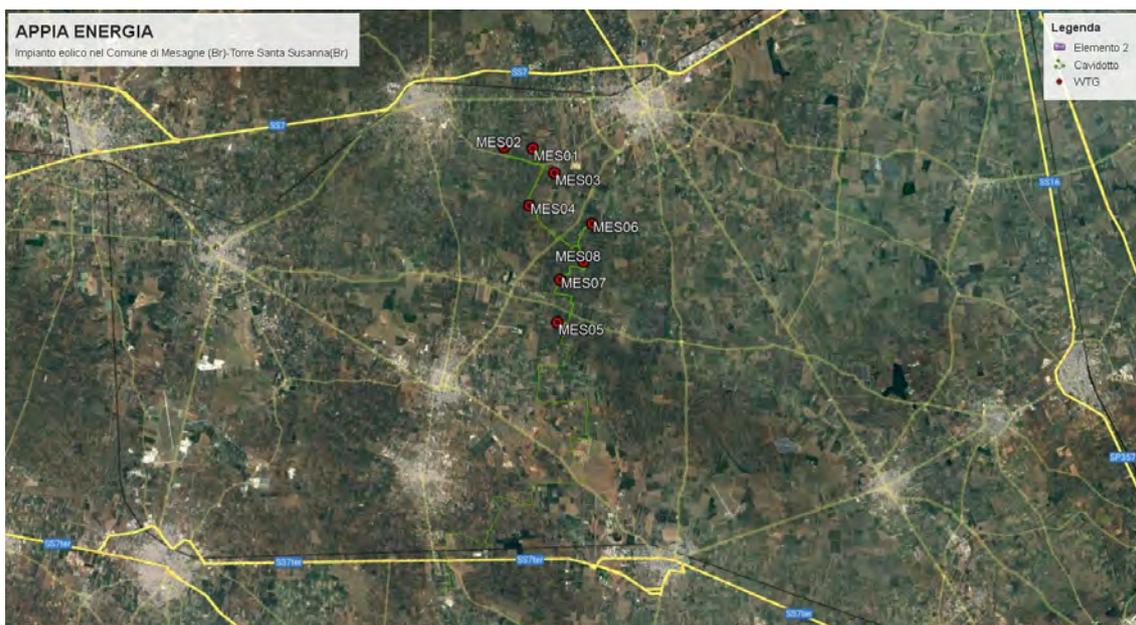
La quota topografica è variabile da 90 a 69 m s.l.m.; la morfologia è pianeggiante, degradante verso sud.

Considerando una posizione centrale all'impianto, l'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

– Latitudine : 40° 31' 19'' N    Longitudine : 17° 46' 43'' E

Le coordinate della stazione elettrica invece sono:

– Latitudine : 40°24'4.13"N    Longitudine : 17°44'53.20"E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## CARATTERI MORFOLOGICI

L'area indagata rientra nel foglio 203 tavoletta Brindisi, della Carta Geologica d'Italia scala 1: 100.000 e si trova ad una quota topografica variabile da 90.0 a 69.0 metri s.l.m..

A partire dalla fine del Mesozoico l'area in esame è stata interessata da più fasi di sedimentazione con la deposizione di sedimenti oligocenici, miocenici e pliocenici.

La morfologia dell'intera area risulta nel complesso sub-pianeggiante

Da un punto di vista geologico-strutturale, l'area risulta essere stata soggetta a fenomeni di tipo distensivo, con un sistema di faglie ad andamento prevalentemente NW-SE, le quali hanno dislocato i *Calcari* dando luogo a strutture tipo Horst e Graben e delineando così dorsali (note con il nome di Serre) e depressioni tettoniche.

Dal rilievo eseguito, risulta che nell'area di progetto non sono presenti emergenze morfologiche rilevanti, infatti siamo in presenza di superfici pianeggianti e sono assenti orli di scarpata o versanti; inoltre, data la natura litologica caratterizzate da sabbie sciolte con intercalati livelli concrezionati, le aree non sono interessate da fenomeni carsici (inghiottitoi, cavità e voragini) che sono tipici di aree rocciose di natura calcarea. Solo un aerogeneratore è situato su della roccia calcarea, ma che comunque non intercetta nessuna forma carsica rilevante.

Alla luce di quanto detto, le aree di progetto non sono interessate da emergenze morfologiche da far pregiudicare l'assetto naturale delle aree e strutturale del progetto.

### **Categorie topografiche**

Le categorie topografiche individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante "Norme Tecniche per le costruzioni" sono le seguenti:

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

*NTC 2017 – Tab. 3.2.III – Categorie topografiche*

L'area di interesse ricade nella categoria T1 di Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

## RISCHIO SISMICO DEL COMUNE DI INDAGINE

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di indagine, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2.03.2004.

<b>Zona sismica</b> <b>4</b>	Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido o pianeggiante **ag**, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

*INDAGINI GEOGNOSTICHE E RELAZIONE GEOLOGICA A SUPPORTO DI UN PROGETTO DI  
REALIZZAZIONE DI PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"  
IN AGRO DI MESAGNE (BR) E TORRE SANTA SUSANNA (BR)*

<i>Zona sismica</i>	<i>Fenomeni riscontrati</i>	<i>Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni</i>
<b>1</b>	Zona con pericolosità sismica <b>alta</b> . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$ag \geq 0,25g$
<b>2</b>	Zona con pericolosità sismica <b>media</b> , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq ag < 0,25g$
<b>3</b>	Zona con pericolosità sismica <b>bassa</b> , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq ag < 0,15g$
<b>4</b>	Zona con pericolosità sismica <b>molto bassa</b> . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$ag < 0,05g$

## CARATTERI GEOLOGICI

Il rilevamento di dettaglio eseguito su tutto il territorio comunale, integrato dallo studio delle foto aeree, ha permesso di ricostruire la stratigrafia dell'area che dal basso verso l'alto risulta essere rappresentata dalle seguenti formazioni:

- *Calcari di Altamura* (Cretaceo)
- *Calcareniti Del Salento* (Pleist.inf)
- *Formazione di Gallipoli:*
  - *Argille grigio-azzurre (Pleistocene medio);*
  - *Sabbie (Pleistocene medio-sup)*

### *Calcarea di Altamura*

E' la formazione affiorante in corrispondenza degli aerogeneratori MES05.

Questa formazione è caratterizzata attraverso i sondaggi geognostici a carotaggio continuo e le analisi di laboratorio, si presenta con una stratificazione variabile ed è interessata da una fratturazione sub-verticale, con diaclasi e leptoclasidi che, avendo un andamento normale ai piani di strato talvolta rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica che conferiscono alla formazione suddetta un generale permeabilità in grande.

Sono presenti inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccature riempite di materiale residuale (Terra Rossa).

La Formazione di Altamura è costituita da calcari e calcari dolomitici: calcari bioclastici, bianchi o grigiastri di norma sub-cristallini e tenaci, a

luoghi laminari, nei quali si intercalano livelli di calcari dolomitici e dolomie grigio-scure o nocciola. La percentuale di dolomia aumenta in genere gradualmente con la profondità.

Essa si presenta con un grado di fratturazione e carsificazione da elevato a basso.

Il contenuto di carbonato di calcio nei calcari subisce in genere deboli oscillazioni e può arrivare al 98-99%, mentre nelle dolomie calcaree la percentuale scende a 60% circa.

Da un punto di vista petrografico questi calcari sono costituiti in prevalenza da micriti più o meno fossilifere ed intraclastiche, raramente da biomicriti.

In queste ultime il contenuto in macrofossili è rappresentato da frammenti di molluschi e da Rudiste anche di notevole dimensioni.

In alcuni campioni, nella massa di fondo micritica sono evidenti plaghe chiare dovute a calcite cristallina a grana fine o finissima.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm, talora si rinvengono banchi fino a 1.5 metri, mentre le pendenze sono estremamente basse con angoli che raramente superano i 10°. Lo stile è caratterizzato da un andamento a pieghe ad ampio raggio di curvatura.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

Per quanto riguarda il suo ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo o più esattamente di piattaforma continentale. Inoltre, data la presenza di spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato nel tempo per effetto di una costante subsidenza.

### ***Calcareniti del Salento***

Si rinviene in corrispondenza degli aerogeneratori MES01, MES02, MES04 e MES07 e della Stazione elettrica.

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio chiara, cui si associano sabbioni calcarei (bianchi e giallastri) talora parzialmente cementati. Verso la base dell'unità si rinvencono alle volte delle brecce e conglomerati con estensione e potenza variabile.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa verso le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le brecce e i conglomerati che troviamo alla base di essa.

Le microfaune rinvenute nella formazione sono abbastanza indicative: alla presenza di individui planctonici si aggiunge quella dei bentonici, che indicano un ambiente neritico, passante localmente e soprattutto verso l'alto al litorale.

Nella parte alta, le calcareniti sono costituite da sabbie poco cementate e con intercalati orizzonti centimetrici di calcareniti ben diagenizzate.

I depositi colluviali ricoprono le calcareniti e mascherano la primitiva morfologia.

### ***Argille grigio-azzurre e Sabbie (Pleistocene medio)***

Si rinviene in corrispondenza degli aerogeneratori MES03, MES06 e MES08.

Il deposito sabbioso è presente in superficie e si correla sia dal punto di vista stratigrafico che litologico con le formazioni sabbiose del Ciclo plio-pleistocenico su menzionato.

In quest'ultima area, l'articolazione e la frammentazione dei bacini di sedimentazione, ha prodotto la differente costituzione litologica, con riferimento alla presenza e alla frequenza di livelli arenacei, limosi e/o argillosi, calcarenitici, nell'ambito dei depositi sabbiosi.

Per quanto riguarda specificatamente l'area rilevata, tale deposito è costituito da sabbie sciolte con frequenti intercalazione di orizzonti di sabbia ben cementata.

Il colore è giallo-paglierino, la grana prevalentemente fine ed uniforme.

In profondità si passa a delle argille, che sia dal punto di vista litologico che stratigrafico sono correlabili alle argille subappennine plio-pleistoceniche o alle argille grigio-azzurre Calabriane, rinvenibili in diverse zone della Puglia, dal Tavoliere alla fascia premurgiana della Fossa, alle Murge e al Salento.

Sostanzialmente i caratteri di tali argille sono largamente confrontabili lungo tutte le aree di affioramento.

Stratigraficamente si pongono nella parte mediana del Ciclo sedimentario Plio-pleistocenico.

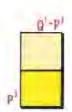
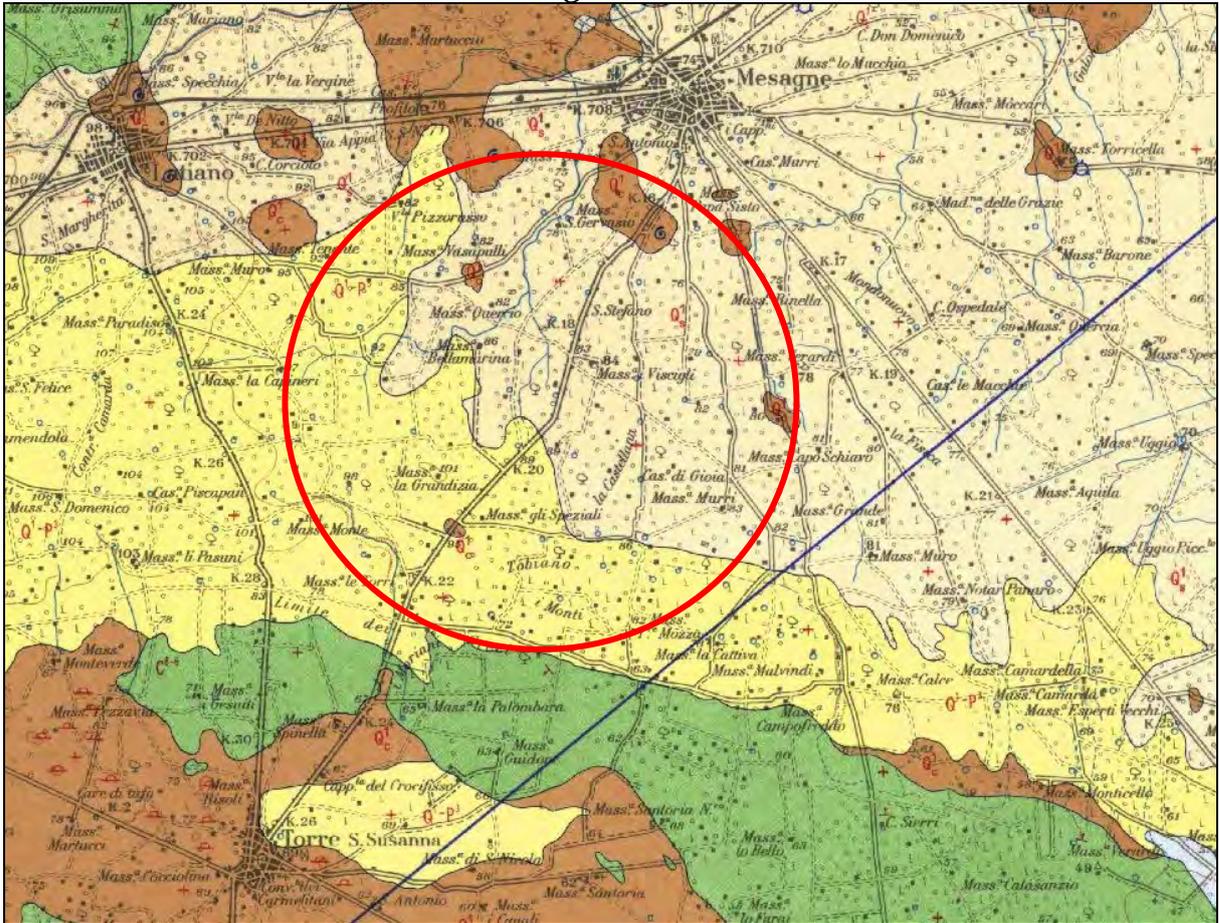
Esse poggiano in continuità di sedimentazione sulle calcareniti plio-pleistoceniche (Calcareniti di Gravina).

Superiormente passano gradualmente, in linea generale, a depositi sabbiosi o calcarenitici calabriani, costituenti i termini di chiusura di detto Ciclo.

Nell’area in esame, i rilievi effettuati hanno messo in evidenza che il deposito, poggiante su Calcareniti di Gravina, è costituito da argille marnose più o meno siltose, di colore grigio-azzurro e giallo-grigiastro, quest’ultimo dovuto sia ad un aumento della frazione sabbiosa che a fenomeni di ossidazione da parte degli agenti atmosferici.

Il passaggio alle successive formazioni risulta generalmente di carattere trasgressivo rispetto ai depositi post-calabriani calcarenitici.

Stralcio della Carta Geologica 1:100.000 "203 - Brindisi"



(q<sup>1</sup>-p<sup>1</sup>) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchino; sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabroniana: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.



(p<sup>1</sup>) Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Macrofauna a Coralli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui *Cancer simonday* MEY. var. *antiatina* MAX. Microfauna ad Ostracodi e Foraminiferi: *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Discorbis orbicularis* (TERO.), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *C. lobatulus* (WALK. e JAC.), *Globigerinoides ruber* (D'ORB.), *G. sacculifer* (BRADY), *Orbulina universa* D'ORB., *Hastigerina aequilateralis* (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIO?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.



Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che possono inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurrastre (q<sup>1</sup>); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (q<sup>1</sup>). Nelle sabbie più elevate si notano talora *Cassidulina laevigata* D'ORB. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.), *Ammonia perlicuda* (HER. ALL. EARL.) (PLEISTOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a *Arctica islandica* (LIN.), *Chlamys septemradiata* MULL. ed altri molluschi, sono frequenti: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Bolivina catanensis* SEG. (CALABRIANO). FORMAZIONE DI GALLIPOLI.



(q<sup>1</sup>) Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non indicativa a *Elphidium crispum* (LIN.), *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Sphaeroidina bulloides* D'ORB., *Cibicides bouanensis* (D'ORB.), *Cibicides floridanus* (CUSH.). In trasgressione su (q<sup>1</sup>), oppure sulle formazioni cretache. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(q<sup>1</sup>) Calcari bioclastici ben cementati ricchi di fossili non indicativi: *Elphidium complanatum* (D'ORB.), *Ercisipum* (LIN.), *Discorbis orbicularis* (TERO.), *Ammonia beccarii* (LIN.), *Cibicides floridanus* (CUSH.). In trasgressione su (p<sup>1</sup>) oppure sul Cretaceo. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

## **IDROGEOLOGIA E PERMEABILITA' DEL SEDIME DI FONDAZIONE**

Dal rilievo idrogeologico e dallo studio delle foto aeree si è appurata la presenza di una falda acquifera profonda conosciuta come falda costiera o carsica.

Si tratta di un acquifero sostenuto alla base dalle acque marine di invasione continentale e delimitato al tetto da una superficie irregolare coincidente all'incirca con il livello marino.

Questa falda circola a pelo libero nelle rocce calcareo-dolomitiche fessurate e carsificate del Cretaceo. Quando i livelli praticamente impermeabili, rappresentati dalle Calcareniti marnose giacenti sui calcari mesozoici, si rinvengono in corrispondenza o sotto il livello del mare, tale falda risulta in pressione.

In base ai caratteri litologici delle formazioni, alle loro caratteristiche giaciture e ai rapporti di posizione, la circolazione idrica si esplica attraverso un livello localizzato nei calcari cretacei denominato "acquifero di base" in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale.

Il gradiente idraulico, come emerge dai numerosi rilievi effettuati sui pozzi esistenti, è di 4.0-5.0 metri e tende progressivamente a ridursi verso SO con una cadente piezometrica dell'ordine dello 0.015 %, fino ad annullarsi del tutto sulla costa dove dà vita ad una serie di sorgenti sottomarine.

In condizioni di equilibrio lo spessore della falda d'acqua dolce è legato dalla legge di Ghyben-Hensberg con la sottostante acqua salata di intrusione continentale, ponendo:

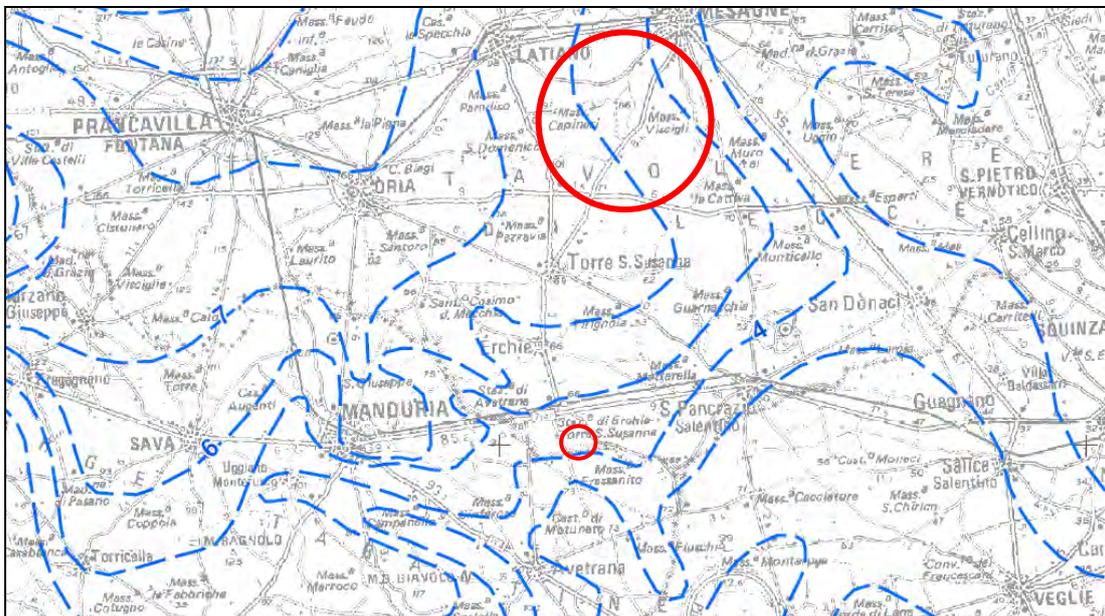
H = spessore della falda

h = gradiente idraulico

abbiamo:

$$H = 37 * h$$

La profondità di rinvenimento della falda è maggiore di 50 metri, pertanto non interagisce con le opere fondali dell'impianto eolico da realizzare.



Stralcio del Piano di Tutela delle Acque – Regione Puglia  
“Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”

Laddove affiorano le Sabbie i rilievi di superficie hanno permesso di riconoscere una falda superficiale, accertata nel corso dell'esecuzione dei sondaggi geognostici e rilevata nel piezometro installato in corrispondenza del sondaggio S2 (Aerogeneratore (MES06) alla profondità di 7.65 metri dal p.c. e del sondaggio S1 (Aerogeneratore MES03) alla profondità di 5.0 metri dal p.c..

Questa è una falda a carattere stagionale che risente del regime pluviometrico dell'area ed è quindi soggetta ad oscillazioni.

La falda superficiale che circola nei depositi sabbioso-ghiaiosi quaternari ha potenzialità estremamente variabili da zona a zona, anche in base alle modalità del ravvenamento che avviene prevalentemente dove sono presenti in affioramento materiali sabbioso-ghiaiosi.

Il basamento di questo acquifero superficiale è rappresentato dalla formazione impermeabile argillosa di base.

La morfologia della superficie piezometrica che nel territorio risulta fortemente condizionata da quella del substrato impermeabile.

L'alimentazione è esclusivamente locale, avviene tramite le precipitazioni meteoriche e non si può escludere che nei periodi di abbondanti precipitazioni possa raggiungere il piano campagna, provocando così fenomeni di allagamenti e ristagno in superficie.

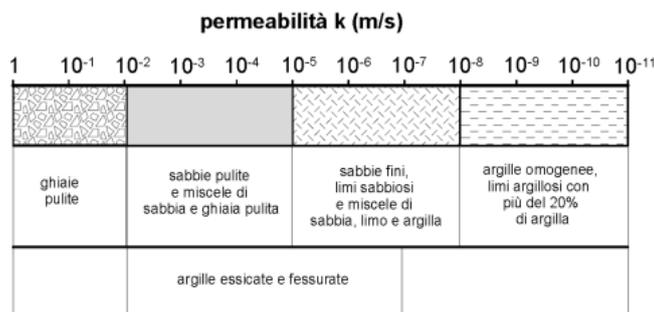
*Nell'area su cui è prevista la realizzazione della SSE invece i rilievi di superficie hanno escluso la presenza della falda superficiale.*

Nell'area interessata dalla SSE si rinvengono, sotto una copertura di terreno vegetale delle sabbie argillose concrezionate.

Al fine di valutare il grado di permeabilità di tale formazione si è fatto riferimento a dati di bibliografia supportati da numerose prove di permeabilità a carico variabile eseguite all'interno di fori di sondaggi eseguiti con penetrometro superpesante nelle vicinanze e comunque sullo stesso litotipo.

Come si legge nelle tabelle il recettore sabbie fini, sabbie con miscele di limi, ecc. è caratterizzato da una permeabilità compresa in un range di  $10^{-5} - 10^{-8}$  m/sec; tuttavia indagini fatte ritengono che le sabbie in questione siano caratterizzate da un valore medio di permeabilità pari a  $K = 2.7 \cdot 10^{-5}$  m/s

TIPO DI TERRENO	k (m/s)
Ghiaia pulita	$10^{-2} - 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} - 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} - 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} - 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} - 10^{-6}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} - 10^{-4}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} - 10^{-10}$



## **CARTA IDROGEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA**

La Giunta Regionale della Puglia, con delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1:25.000, ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo.

La Carta Idrogeomorfologica intende costituire anche il punto di partenza per gli opportuni approfondimenti di dettaglio di carattere sia scientifico che applicativo ed è giustificata anche dalla specifica vulnerabilità geoambientale posseduta dal territorio pugliese.

La redazione della Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha seguito un percorso strettamente definito e cadenzato che ha previsto un approfondimento continuo e costante del quadro conoscitivo fisico del territorio, sulla base anche della nuova cartografia tecnica e delle immagini disponibili e di conseguenti elaborazioni e valutazioni.

Risulta quindi tale cartografia sicuramente più aggiornata e precisa rispetto alla serie n.10 geomorfologia del PUTT, considerata la scala di elaborazione del piano stesso.

Come si può osservare dallo stralcio della Carta Idrogeomorfologica allegato, nelle aree oggetto di studio non è censito alcun orlo di terrazzo morfologico o emergenza morfologica o idrogeologica; l'emergenza morfologica più vicina, a Ovest dell'aerogeneratore MES01, è un corso d'acqua presente tuttavia ad est a circa 250 metri.

## COMPATIBILITÀ CON IL PAI

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Meridionale, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Meridionale.

Alla luce della nuova normativa, l'area interessata dall'intervento ***non ricade in alcuna area a pericolosità idraulica*** (si rimanda alla cartografia allegata).

Dalla stessa cartografia emerge inoltre che l'area interessata dall'intervento ***non risulta perimetrata a pericolosità geomorfologia*** (PG1, PG2, PG3).

## **COMPATIBILITÀ CON IL PPTR**

Con delibera n. 176 del 16 febbraio 2015, pubblicata sul BURP n. 40 del 23.03.2015, la Giunta Regionale ha approvato il Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia.

L'impostazione del PPTR risponde alla volontà di affrontare e superare i diversi limiti maturati nell'attuazione del PUTT/P.

Ai sensi dei principi stabiliti dalla Convenzione europea del paesaggio la pianificazione paesaggistica ha innanzitutto il compito di tutelare il paesaggio (non soltanto "il bel paesaggio") quale contesto di vita quotidiana delle popolazioni, e fondamento della loro identità; oltre alla tutela, deve tuttavia garantire la gestione attiva dei paesaggi, garantendo l'integrazione degli aspetti paesaggistici nelle diverse politiche territoriali e urbanistiche, ma anche in quelle settoriali.

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) persegue, quindi, la promozione e la realizzazione di uno sviluppo socioeconomico autosostenibile, con l'obiettivo di recupero degli aspetti e dei caratteri peculiari dell'identità sociale, culturale e ambientale, la tutela della biodiversità, la realizzazione di nuovi paesaggi integrati, coerenti e rispondenti a criteri di qualità e sostenibilità.

In particolare il PPTR analizza:

- a) la ricognizione del territorio regionale, mediante l'analisi delle sue caratteristiche paesaggistiche impresse dalla natura, dalla storia e dalle loro interrelazioni;
- b) la ricognizione degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'articolo 136 del Codice, loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione delle specifiche prescrizioni d'uso ai sensi dell'art. 138, comma 1, del Codice;
- c) la ricognizione delle aree tutelate per legge, di cui all'articolo 142, comma 1, del Codice, la loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione di prescrizioni d'uso intese ad assicurare la conservazione dei caratteri distintivi di dette aree e, compatibilmente con essi, la valorizzazione;
- d) la individuazione degli ulteriori contesti paesaggistici, da ora in poi denominati ulteriori contesti, diversi da quelli indicati all'art. 134 del Codice, sottoposti a specifiche misure di salvaguardia e di utilizzazione;
- e) l'individuazione e delimitazione dei diversi ambiti di paesaggio, per ciascuno dei quali il PPTR detta specifiche normative d'uso ed attribuisce adeguati obiettivi di qualità;
- f) l'analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio ai fini dell'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;
- g) l'individuazione delle aree gravemente compromesse o degradate, perimetrale ai sensi dell'art. 93, nelle quali la realizzazione degli

interventi effettivamente volti al recupero e alla riqualificazione non richiede il rilascio dell'autorizzazione di cui all'articolo 146 del Codice;

- h) l'individuazione delle misure necessarie per il corretto inserimento, nel contesto paesaggistico, degli interventi di trasformazione del territorio, al fine di realizzare uno sviluppo sostenibile delle aree interessate;
- i) le linee-guida prioritarie per progetti di conservazione, recupero, riqualificazione, valorizzazione e gestione di aree regionali, indicandone gli strumenti di attuazione, comprese le misure incentivanti;
- l) le misure di coordinamento con gli strumenti di pianificazione territoriale e di settore, nonché con gli altri piani, programmi e progetti nazionali e regionali di sviluppo economico.

Nella presente relazione vengono trattati i caratteri del paesaggio che il PPTR definisce in tre strutture, a loro volta articolate in componenti, ciascuna delle quali è soggetta a specifica disciplina:

- a) Struttura idrogeomorfologica
  - componenti geomorfologiche
  - componenti idrologiche
- b) Struttura eco sistemica e ambientale
  - componenti botanico-vegetazionali
  - componenti delle aree protette e dei siti naturalistici
- c) Struttura antropica e storico-culturale
  - componenti culturali e insediative

- componenti dei valori percettivi

Dall'analisi delle componenti idro-geo-morfologiche si può osservare come nell'area in esame, non è censita alcuna componente geomorfologica ed idrogeologica di peculiarità ambientale.

## **INDAGINE GEOGNOSTICA**

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 17.01.2018 ed è stata finalizzata alla raccolta di tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera dopo la realizzazione dell'intervento.

L'indagine ha mirato alla caratterizzazione meccanica e sismica del terreno fondale ed è consistita nell'esecuzione di:

- esecuzione di 2 sondaggi a 30.0 metri in corrispondenza di due aerogeneratori (MES 03 e MES 06);
- prelievo ed analisi di laboratorio geotecnico eseguiti su un totale di n.5 campioni;
- n. 1 prova CBR per un'umidità riferita all'Optimum Proctor corrispondente al 95 %, 98 % e 100 %;
- n.17 SPT in foro di sondaggio in terreni a granulometria fine e media;
- installazione di n.1 piezometro di tipo a tubo aperto nel foro di sondaggio realizzato in corrispondenza dell'aerogeneratore MS06;
- n. 2 indagini sismiche di superficie con metodologia Masw per il calcolo delle Vs, eq.

### **Sondaggi geognostici a carotaggio continuo**

In data 09 settembre 2021 sono stati eseguiti due sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una trivella della Comacchio modello GEO 405, realizzando un foro di sondaggio del

diametro di  $\phi$  101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per “tagliare” il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infiggere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartimenti) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

Di seguito si allegano: la restituzione grafica della stratigrafia, nella quale sono riportate anche le profondità di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi di laboratorio, le SPT eseguite; si allegano inoltre la documentazione fotografica ed una planimetria con l’ubicazione.

## **SONDAGGIO S1**

Località: Mesagne		Data: 09/09/2021
Quota s.l.m.: 82 m s.l.m.	Falda : -5.0 m dal p.c.	
Coordinate Lat/Long: 40° 31' 59'' N; 17° 46' 33'' E		

### *Caratteristiche generali e modalità di perforazione*

Sonda perforatrice	GEO 405 HT
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	30.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 30.0 m
Cassette catalogatrici	6



Postazione ed Esecuzione sondaggio S1



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)



Cassetta n. 3 (10.0 m – 15.0 m)



Cassetta n. 4 (15.0 m – 20.0 m)



Cassetta n. 5 (20.0 m – 25.0 m)



Cassetta n. 6 (25.0 m – 30.0 m)

## **SONDAGGIO S2**

Località: Mesagne	Data: 09/09/2021
Quota s.l.m.: 85 m s.l.m.	Falda : - 7.5 metri dal p.c.
Coordinate Lat/Long: 40° 31' 11'' N; 17° 47' 35'' E	

### *Caratteristiche generali e modalità di perforazione*

Sonda perforatrice	GEO 405 HT
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	30.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 30.0 m
Cassette catalogatrici	6



Postazione ed Esecuzione sondaggio S2



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)



Cassetta n. 3 (10.0 m – 15.0 m)



Cassetta n. 4 (15.0 m – 20.0 m)

INDAGINI GEOGNOSTICHE E RELAZIONE GEOLOGICA A SUPPORTO DI UN PROGETTO DI  
REALIZZAZIONE DI PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"  
IN AGRO DI MESAGNE (BR) E TORRE SANTA SUSANNA (BR)



Cassetta n. 5 (20.0 m – 25.0 m)



Cassetta n. 6 (25.0 m – 30.0 m)

## **SONDAGGIO S2**

Località: Mesagne	
Quota s.l.m.: 85 m s.l.m.	Data: 09/09/2021
Coordinate Lat/Long: 40° 31' 11'' N; 17° 47' 35'' E	

### *Caratteristiche generali e modalità di perforazione*

Sonda perforatrice	GEO 405 HT
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	30.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 30.0 m
Cassette catalogatrici	6



Postazione ed Esecuzione sondaggio S2



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)



Cassetta n. 3 (10.0 m – 15.0 m)



Cassetta n. 4 (15.0 m – 20.0 m)

INDAGINI GEOGNOSTICHE E RELAZIONE GEOLOGICA A SUPPORTO DI UN PROGETTO DI  
REALIZZAZIONE DI PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"  
IN AGRO DI MESAGNE (BR) E TORRE SANTA SUSANNA (BR)



Cassetta n. 5 (20.0 m – 25.0 m)



Cassetta n. 6 (25.0 m – 30.0 m)

## Standard Penetration Test (Spt)

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite complessivamente 17 SPT (Standard penetration test); esse sono state eseguite a orientativamente ogni 2.0 metri, in terreni a granulometria media e fine, tuttavia distribuite in modo tale da investigare ciascuno degli orizzonti litostratigrafici rilevati nel corso della terebrazione dei sondaggi geognostici.

La prova S.P.T. si effettua per intervalli di 45 cm, misurando il numero di colpi, sul fondo foro opportunamente pulito. Si tratta di una prova a percussione con un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), attraverso il quale, in base al numero dei colpi (N) necessari alla penetrazione di 45 cm, misurati separatamente in tre tratti di 15 cm ciascuno, è stato possibile valutare orientativamente lo stato di consistenza dei terreni.

La percussione avviene secondo le modalità contenute nella norma *ASTM n° D 1586/67*.

Complessivamente, durante la prova, il campionatore sarà infisso di 15+15+15=45cm. Si assume quale resistenza alla penetrazione il parametro:  $NSPT = N2 + N3$ .

Il valore di  $Nspt$  è dato dalla somma dei colpi misurati nel secondo e terzo tratto di 15 cm, quando il numero di colpi supera 50 la prova viene sospesa, rappresentando tale valore il rifiuto.

Per le prove è stato usato un campionatore di lunghezza 711 mm, diametro esterno di 50.8 mm, diametro interno 34.9 mm ed un dispositivo

di guida e di sgancio automatico del maglio, di peso 63.5 kg, che ha assicurato una corsa a caduta libera di 0.76 mm.

I risultati delle prove eseguite si leggono sulle stratigrafie allegate

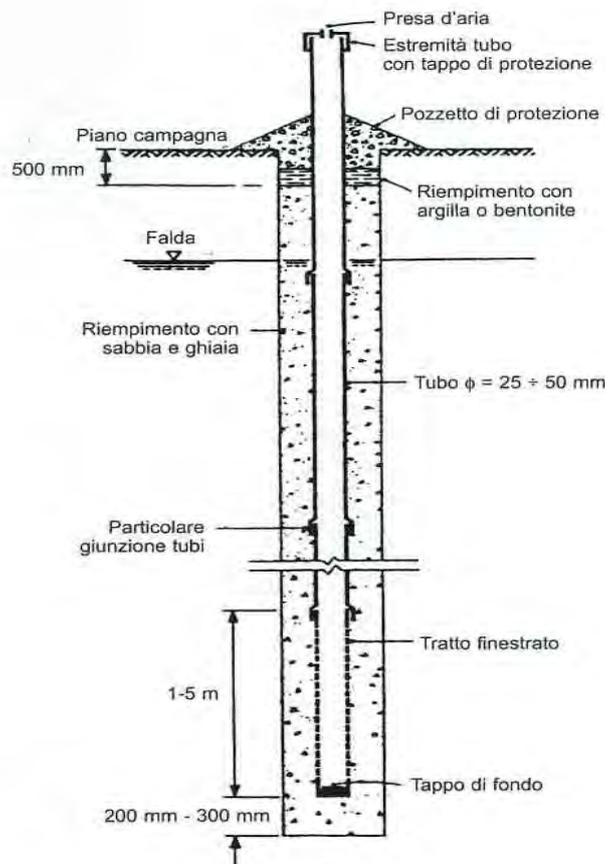
## Piezometri

Dopo aver eseguito la perforazione, uno dei due sondaggi, l'S2, realizzato in corrispondenza dell'aerogeneratore MES06, è stato attrezzato a piezometro per la misura della falda.

Per tali misure è necessaria una stabilizzazione di alcune ore, misurando la profondità a cui si stabilizza il livello dell'acqua nel foro.

La misura del livello piezometrico può essere acquisita mediante piezometri a tubo aperto, i quali sono costituiti da tubazioni metalliche o di materiale plastico, di diametro sufficiente per consentire il passaggio dello strumento di misura del livello dell'acqua.

Nella zona di misura la parete del tubo è finestrata ed è circondata da materiale filtrante.



### ***Installazione del Piezometro nei fori di sondaggi***

L'installazione è avvenuta secondo le seguenti modalità:

1. lavaggio dell'interno del foro con abbondante acqua pulita prima dell'estrazione del rivestimento provvisorio;
2. introduzione del tubo piezometrico immorsandolo nel terreno di base, gettando poi nell'intercapedine tubo-rivestimento materiale granulare pulito (con diametro delle particelle compreso fra 2 e 4 mm) fino a risalire di 1 m dalla estremità superiore del tratto finestrato, estraendo progressivamente il rivestimento senza l'ausilio della rotazione;
3. riempimento del tratto superiore dell'intercapedine con materiale limo-argilloso o sabbioso;
4. protezione dell'estremità dei tubi;
5. inserimento del terminale piezometrico in un pozzetto, cementato nel terreno, con chiusura.

Terminata l'installazione del piezometro, è stata misurato il livello della falda, risultato a – **7,65 metri dal p.c.**



Piezometro e chiusino di protezione in corrispondenza dell'aerogeneratore MES 06

## **Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio**

Durante la perforazione dei sondaggi geognostici sono stati prelevati complessivamente 5 campioni indisturbati con campionatore a pareti sottili, a diverse profondità: due dal sondaggio S1 e tre dall'S2.

Sui campioni indisturbati è stata apposta un'etichetta con indicati cantiere, committente, designazione del sondaggio, numero campione, profondità di prelievo, data di prelievo.

I campioni dopo essere stati prelevati, sono stati sigillati e conservati in ambienti umidi, per evitare che venga espulsa l'acqua presente all'interno del campione.

I campioni sono poi stati portati in laboratorio e conservati in celle, che consentono di mantenere una temperatura di 20 °C ed una umidità del 90%.

I cinque campioni di terra, di forma cilindrica, sono stati identificati con due codici rappresentativi del sondaggio e del campione: sono i campioni S1-C1, S1-C2, S2-C1, S2-C2 ed S2-C3 prelevati ad una profondità compresa tra 3.50 e 15.0 m.

## **Analisi di laboratorio geotecnico su campioni di terra**

Su tutti i campioni di terra sono state ricavate le proprietà indice e le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc; su tutti i campioni sono inoltre state eseguite le analisi granulometriche e determinati i limiti di Atterberg (liquido, plastico e di ritiro). Su ognuno è stata poi eseguita una prova di consolidazione edometrica con test di rigonfiamento ed una prova di compressione ad espansione laterale libera e al fine di determinare

angolo di attrito e coesione sono state eseguite delle prove di resistenza meccanica: prove di taglio diretto.

Completano il quadro delle conoscenze anche delle prove triassiali di tipo CD e CU

Per i campioni è stato realizzato un quadro riassuntivo delle Prove Geotecniche di Laboratorio, operando, perciò, una sintesi delle principali caratteristiche geotecniche.

### **Proprietà fisiche**

Su tutti i campioni sono state ricavate le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc. di cui si allega prospetto con le risultanze.

Riferimento			Caratteristiche fisiche							
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sec}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %
S1	C1	3.50-4.00	14.4	18.9	16.5	20.1	26.1	0.58	36.8	66.0
S1	C2	10.50-11.00	35.3	17.3	12.8	17.8	26.3	1.06	51.5	89.3
S2	C1	4.50-5.00	19.0	18.8	15.8	19.8	26.7	0.69	40.8	74.9
S2	C2	7.50-8.00	13.2	20.1	17.8	21.0	26.6	0.50	33.3	72.1
S2	C3	14.50-15.00	21.1	19.1	15.8	19.7	26.3	0.66	39.9	85.0

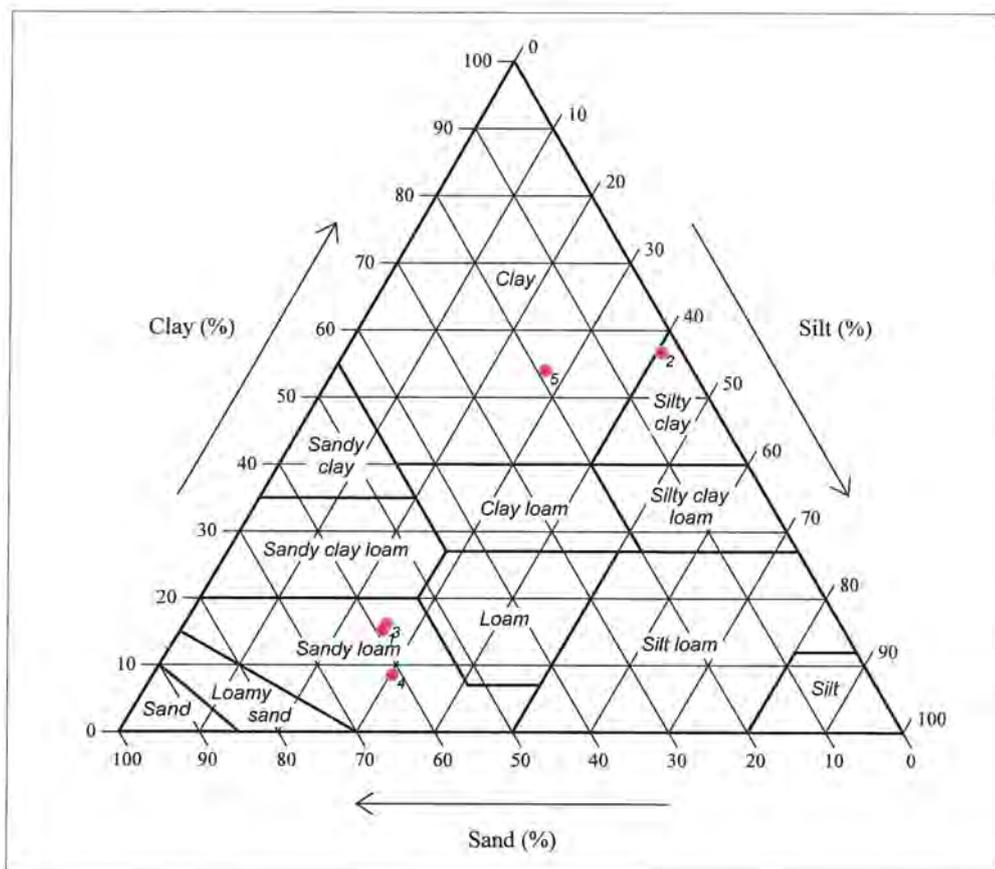
### **Analisi granulometriche**

L'analisi granulometrica serve ad individuare la costituzione fisica del terreno. In laboratorio si ricorre generalmente a due metodologie:

- ✓ vagliatura attraverso una serie di setacci di apertura via via decrescente;
- ✓ sedimentazione per la frazione fine passante al setaccio n°200 con apertura 0.075 mm.

Si determinano le percentuali in peso di ciascuna classe granulometrica e si rappresentano i dati su un diagramma semilogaritmico: % passante- log Diametro, per ottenere la curva granulometrica dalla quale si ricava la classificazione del terreno in esame.

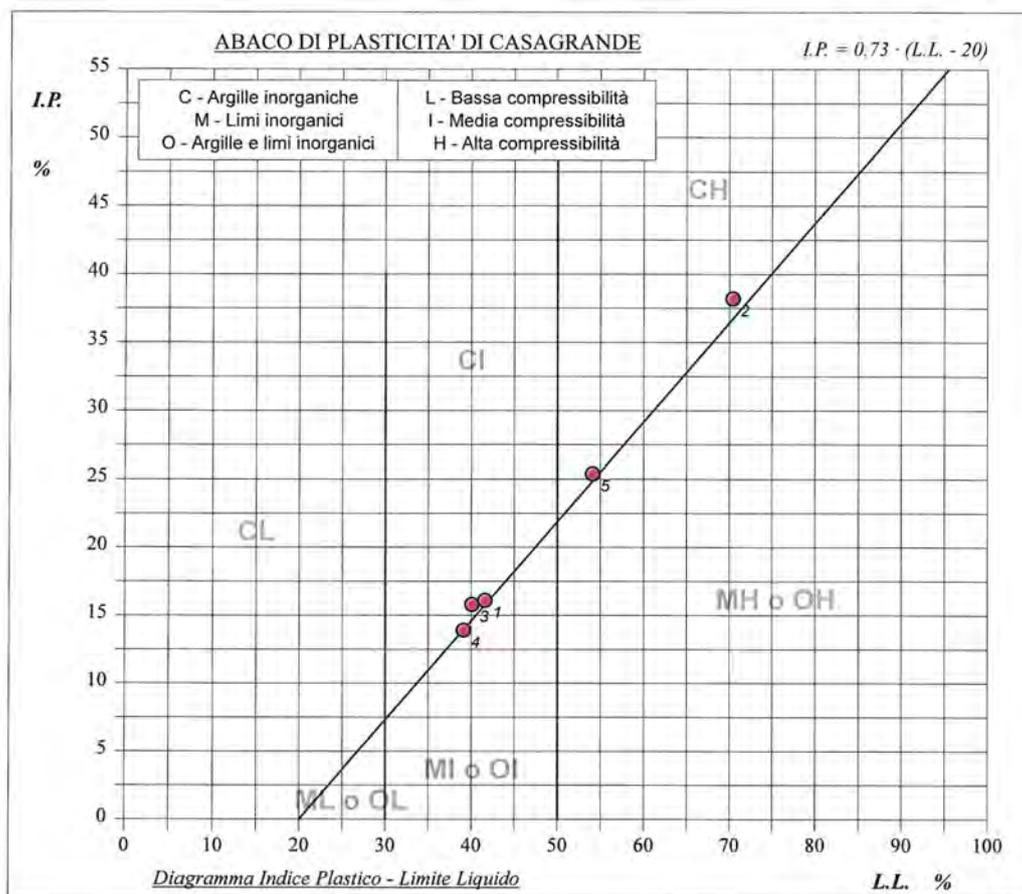
Si allega un elaborato grafico "il diagramma triangolare", rimandando per i dettagli ad i certificati allegati, dove si può leggere una stima delle percentuali delle varie classi granulometriche.



## Limiti di Atterberg

Sono stati eseguiti per determinare il limite di liquidità, il limite di plasticità, il limite di ritiro, l'indice di plasticità e l'indice di consistenza. Attraverso l'analisi statistica, inseriti nell'Abaco di Plasticità di Casagrande, si può osservare graficamente nell'Abaco allegato, in quale campo ricadono.

Come si può leggere nell'abaco di plasticità allegato si ha che i campioni sono caratterizzati da medio-alta compressibilità risultando delle argille inorganiche.



Per le esatte percentuali dei limiti di consistenza si rimanda ad i certificati allegati.

### **Edometrica**

La prova eseguita su tutti i campioni ha permesso di ottenere i moduli edometrici per diversi carichi di applicazione, in particolare a 24.5 kPa, a 49.0 kPa, a 98.0 kPa, a 196.0 kPa, a 392.0 kPa, a 784.0 kPa, a 1569 kPa e a 3136 kPa.

Per una lettura completa delle misure effettuate si rimanda al certificato allegato.

### **Prove di compressione**

Sui campioni sono state eseguite delle prove di compressione ad espansione laterale libera che hanno permesso di calcolare il valore di resistenza a compressione e di risalire (indirettamente) al valore di coesione non drenata, pari a metà del primo.

Per i campioni si hanno i seguenti risultati:

Campione	$\sigma$ (kPa)	$c_u$ (kPa)
S1-C1	213	106
S1-C2	128	64
S2-C1	182	91
S2-C2	210	105
S2-C3	225	112

### **Prove di taglio**

Dal punto di vista delle prove di resistenza meccanica al fine di determinare angolo di attrito e coesione sono state condotte n. 5 prove di taglio diretto.

Esse hanno fornito i seguenti risultati:

Campione	$\varphi$ (°)	$c_d$ (kPa)
S1-C1	28.7	16.3
S1-C2	19.4	11.1
S2-C1	30.5	10.6
S2-C2	29.4	9.8
S2-C3	23.3	18.7

### **Triassiale CD**

Le prove triassiali consolidate-drenate hanno permesso di calcolare i seguenti valori di coesione drenata ed angolo di attrito:

Campione	$\varphi$ (°)	$c_d$ (kPa)
S1-C1	29.3	14.4
S1-C2	19.9	11.5
S2-C1	30.8	11.3
S2-C2	29.5	8.6
S2-C3	20.8	20.6

### **Triassiale CU**

Le prove triassiali di tipo CU hanno permesso di calcolare i seguenti valori di coesione ed angolo di attrito:

Campione	$\varphi$ (°)	C (kPa)	$\varphi'$ (°)	$c'$ (kPa)
S1-C1	27.2	19.0	28.4	15.3
S1-C2	15.2	18.9	20.1	13.1
S2-C1	26.6	6.7	31.9	12.1
S2-C2	26.2	6.0	30.6	11.3
S2-C3	19.9	16.4	23.3	22.1

Su un campione di terreno naturale, campione situato sotto lo strato superficiale del suolo ed entro il primo metro di profondità (prelevato da un pozzetto) è stata eseguita una prova Proctor ed una prova CBR (corrispondente al 95 %, 98 % e 100 %).

### **Prova Proctor**

La prova Proctor è una procedura utilizzata per valutare il costipamento di un terreno, valutando l'influenza del contenuto d'acqua sullo stesso. Interessa in particolare determinare la massima massa volumica (densità) ottenibile per costipamento della frazione secca della terra e il corrispondente livello di umidità, detto di "umidità ottima".

La prova consiste nel disporre di un campione di terra passante al setaccio 5 della serie UNI 2332 (o setaccio 4 della serie ASTM) che viene disposto in una fustella cilindrica di date dimensioni e costipato mediante un pestello di peso noto, fatto cadere per un fissato numero di volte sul materiale disposto in strati. I valori da adottare sono i seguenti:

- diametro fustella: 101.6 mm (standard) o 152.4 mm (in base alla dimensione dei granuli)
- altezza fustella: 116.6 mm (standard e modificata)
- peso del pestello: 2.495 kg (standard) o 4.535 kg (modificata)
- n° colpi del pestello: 25 (standard) o 56 (modificata)
- altezza di caduta: 30.5 cm (standard) o 45.7 cm (modificata)
- n° strati del materiale: 3 (standard) o 5 (modificata)

La prova è stata eseguita con la metodologia AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) modificata,

normata dall'ASTM D 1557.

A costipamento ultimato si misura il contenuto d'acqua della terra e la sua densità secca, data dal rapporto tra il peso del materiale essiccato in stufa a 105 °C ed il volume dello stesso a costipamento avvenuto. La prova viene ripetuta su campioni dello stesso materiale con contenuti d'acqua via via crescenti, ottenendo diversi valori della densità secca. Inserendo in un grafico con ascisse il contenuto d'acqua e come ordinate la densità secca è possibile determinare la curva Proctor (o curva di addensamento) riconoscibile dalla classica forma a campana. Dallo studio della curva Proctor si determina il "contenuto ottimo d'acqua" in corrispondenza del quale si ha la massima densità della terra presa in esame.

I risultati vengono presentati mettendo in diagramma la densità secca  $\gamma_d$  in funzione del contenuto d'acqua W (una parabola con concavità verso il basso dove il massimo della curva sarà il contenuto d'acqua ottimale e la densità secca ottimale). In questo modo, una volta tracciata la curva di compattazione, si possono definire le condizioni ottimali: densità massima e contenuto d'acqua corrispondente.

Dalla prova Proctor eseguita è emerso che il tenore in acqua ottimo è pari all'11.7 %, il peso di volume secco massimo è 1.90 t/mc.

## **CBR**

La prova di penetrazione California Bearing Ratio consente di determinare l'indice di portanza CBR di una terra di densità ed umidità note. La prova consiste nel far penetrare, a velocità prefissata, un pistone cilindrico standardizzato in un campione di terra e nel registrare le forze F1 ed F2, corrispondenti rispettivamente ad avanzamenti del pistone di 2.5 e 5

mm. Dal confronto F1 ed F2 con le forze ottenute in una prova di riferimento standard è possibile risalire al rapporto CBR.

Questa prova viene in genere eseguita per valutare l'idoneità o meno di una terra ad essere utilizzata in strati di base, di fondazione di pavimentazioni flessibili sia stradali che aeroportuali. La prova può essere condotta in laboratorio, su campioni indisturbati o ricostruiti, oppure in posto in fase di verifica dei dati di progetto.

La prova è stata eseguita in laboratorio prelevando un campione entro il primo metro di profondità.

La prova CBR inoltre è stata eseguita per un'umidità riferita all'Optimum Proctor corrispondente al 95 %, 98 % e 100 %.

I risultati delle prove sono stati diagrammati in un piano cartesiano "penetrazione (mm) - forza verticale (in kg)". Individuate le forze F1 ed F2 corrispondenti alle penetrazioni di 2.5 e 5.0 mm sono stati calcolati i seguenti rapporti: F1/1360 (kg) ed F2/2040 (kg).

Il maggiore dei due valori viene assunto come indice CBR della terra di prova.

I risultati ottenuti con le prove, delle quali si allegano i certificati di laboratorio, sono:

Indice CBR = **6.0** per un'umidità riferita all'Optimum Proctor corrispondente 100 %.

Indice CBR = **5.3** per un'umidità riferita all'Optimum Proctor corrispondente 98 %.

Indice CBR = **4.9** per un'umidità riferita all'Optimum Proctor corrispondente 95 %.

## **Analisi di laboratorio chimico**

Nel corso della campagna di indagine sono stati prelevati complessivamente 4 campioni da analizzare chimicamente.

Si tratta di tre campioni di suolo e di un campione di acqua prelevato dal piezometro realizzato.

I campioni di terra sono stati invece prelevati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi geognostici, sottoponendo ad analisi due campioni di suolo prelevati dal sondaggio S1 ed uno prelevato dal sondaggio S2.

Le analisi chimiche hanno mirato alla determinazione dell'aggressività chimica al calcestruzzo del suolo e dell'acqua.

Come si legge nei certificati di analisi allegati, l'acidità secondo Gaumann - Gully determinata nei suoli è risultata compresa tra 9.75 ml/kg e 12.01 ml/kg con una concentrazione di solfati compresa tra 802.82 e 907.31 mg/kg.

Sul campione di acqua è stato calcolato il pH risultato di 7,48 e valutata la concentrazione di solfati e di ammonio, risultai rispettivamente di 32.8 mg/ e < 0.05 mg/l.

## **Sismica con metodologia Masw**

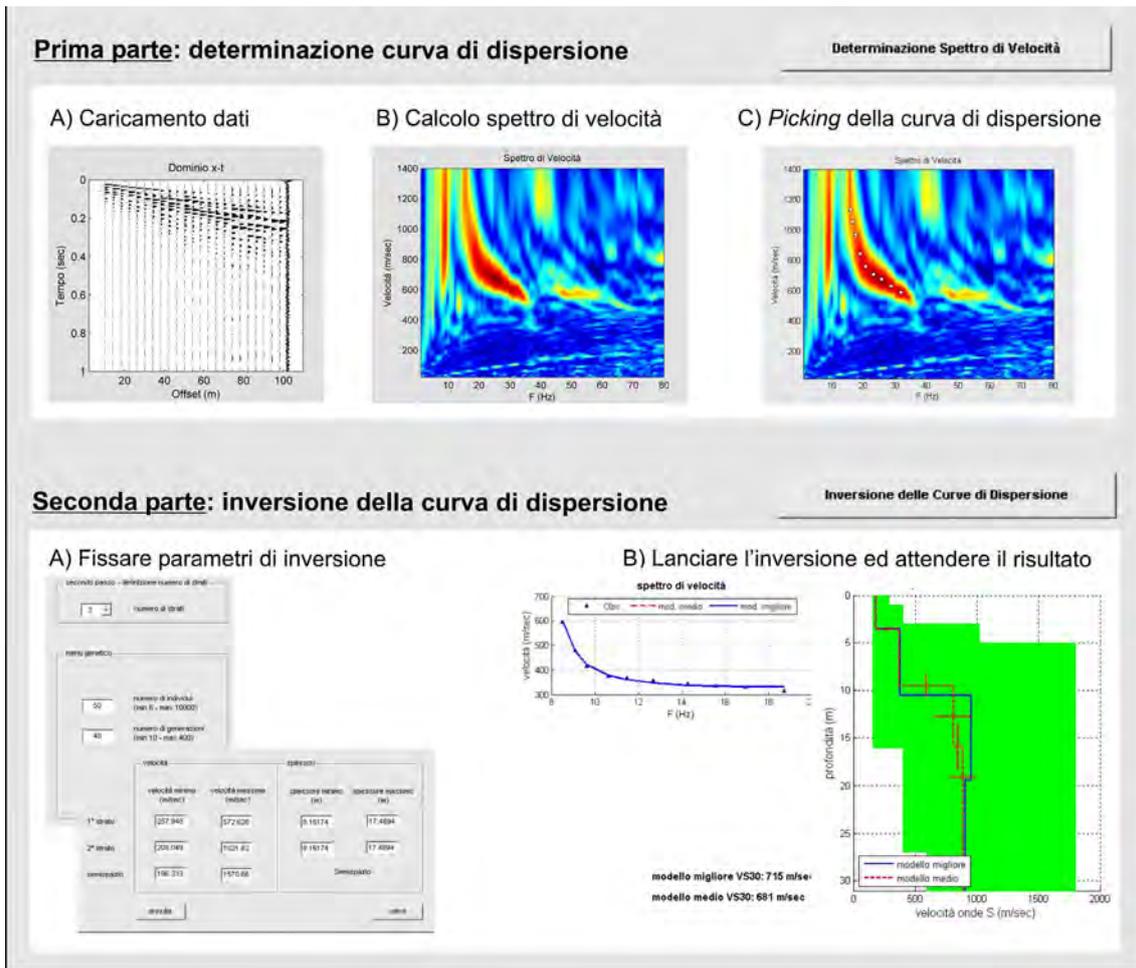
Le prove MASW sono molto utili per ricavare il parametro  $V_{seq}$ , richiesto dalla nuova normativa sismica, in maniera semplice ed economica ma decisamente affidabile.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (DA 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS.



Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il

modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;  $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;  $N$  numero di strati;  $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Dalle indagini Masw eseguite è stato ricavato l'andamento delle  $V_s$  e da qui calcolato il valore della  $V_{s,eq}$ .

Le indagini effettuate sono due, una in corrispondenza dell'aerogeneratore MES03 e la seconda laddove è prevista l'installazione dell'MES06.

Esse hanno fornito i seguenti valori di  $V_{s,eq}$ .

Indagine n. 1 – MES03:  $V_{s,eq} = 518 \text{ m/s} \rightarrow$  categoria B

Indagine n. 2 – MES06:  $V_{s,eq} = 352 \text{ m/s} \rightarrow$  categoria C

## **CATEGORIE DI SOTTOSUOLO**

Le categorie di sottosuolo individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante "Norme Tecniche per le costruzioni" sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti***, 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.
- 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.
- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
- E) ***Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D***, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Alla luce dei risultati ottenuti si ha che il suolo di fondazione rientra pertanto nella **categoria C** con valori di  $V_{seq}$  compresi tra 180 e 360 m/sec; la litologia risulta perciò costituita da ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** e/o nella categoria B con valori di  $V_{seq}$  compresi tra 360 e 800 m/sec di ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti***.

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

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): 40.5282402 [°]  
 Longitudine (WGS84): 17.7924843 [°]  
 Latitudine (ED50): 40.5292206 [°]  
 Longitudine (ED50): 17.7932720 [°]

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	34142	40.553660	17.767760	3468.92
2	34143	40.551130	17.833470	4180.25
3	34365	40.501200	17.830100	4404.43
4	34364	40.503720	17.764450	3738.35

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.016	2.353	0.159
SLD	50	0.021	2.365	0.231
	60	0.023	2.341	0.261
	72	0.026	2.317	0.294
	101	0.030	2.359	0.330
	140	0.033	2.422	0.355
SLV	201	0.038	2.486	0.378
SLC	475	0.048	2.610	0.447
	949	0.057	2.736	0.505

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.015	2.337	0.157
	50	0.020	2.375	0.225
SLO	60	0.022	2.343	0.255
	72	0.024	2.312	0.289
SLD	101	0.028	2.346	0.327
	140	0.032	2.394	0.354
	201	0.037	2.448	0.378
	475	0.048	2.554	0.451
SLV	949	0.057	2.671	0.511
	975	0.057	2.676	0.514
SLC	1950	0.067	2.828	0.530
	2475	0.070	2.883	0.535

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.016	2.325	0.158
	50	0.020	2.360	0.229
SLO	60	0.023	2.334	0.259
	72	0.025	2.308	0.292
SLD	101	0.029	2.350	0.331
	140	0.033	2.397	0.358
	201	0.037	2.452	0.382
	475	0.048	2.551	0.456
SLV	949	0.058	2.673	0.512
	975	0.058	2.678	0.514
SLC	1950	0.068	2.823	0.532
	2475	0.072	2.875	0.538

**Punto 4**

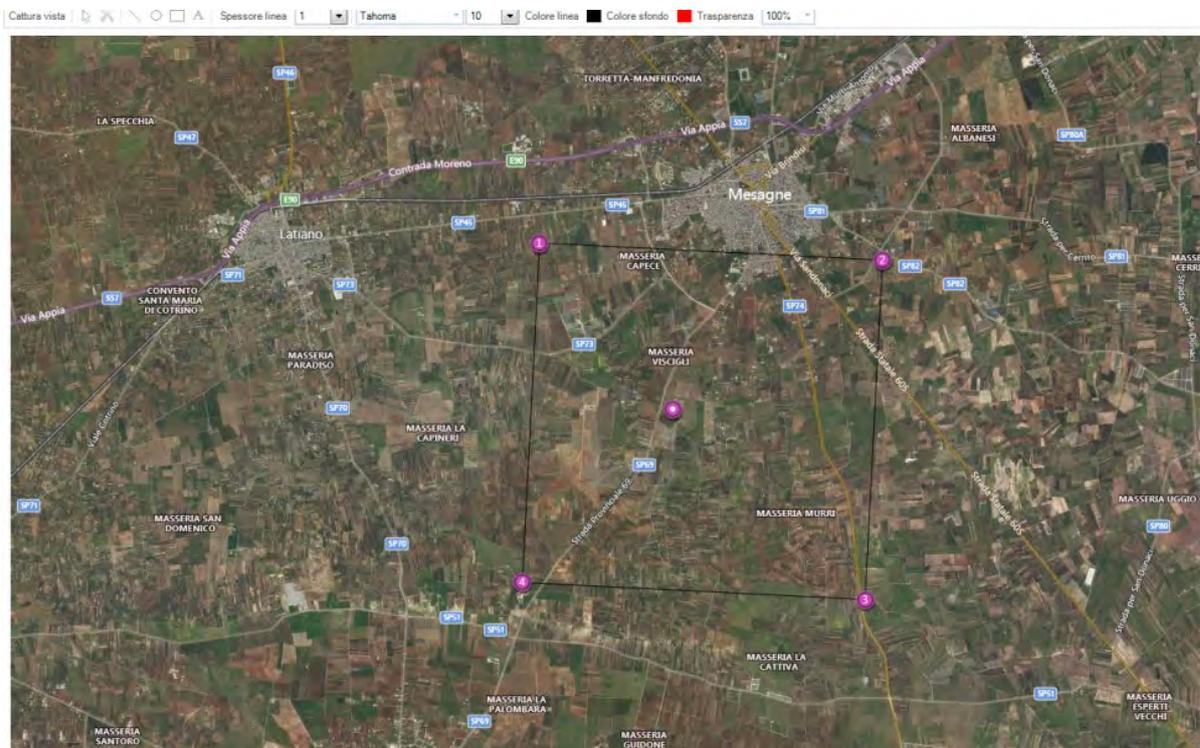
Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.016	2.343	0.159
	50	0.022	2.352	0.236
SLO	60	0.024	2.331	0.265
	72	0.026	2.311	0.297
SLD	101	0.030	2.363	0.334
	140	0.034	2.429	0.358
	201	0.038	2.492	0.382

*INDAGINI GEOGNOSTICHE E RELAZIONE GEOLOGICA A SUPPORTO DI UN PROGETTO DI  
REALIZZAZIONE DI PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"  
IN AGRO DI MESAGNE (BR) E TORRE SANTA SUSANNA (BR)*

	475	0.049	2.614	0.451
SLV	949	0.058	2.749	0.506
	975	0.058	2.755	0.508
SLC	1950	0.068	2.913	0.523
	2475	0.071	2.969	0.528

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	60	0.023	2.337	0.260
SLD	101	0.029	2.355	0.330
SLV	949	0.057	2.710	0.508
SLC	1950	0.067	2.871	0.526



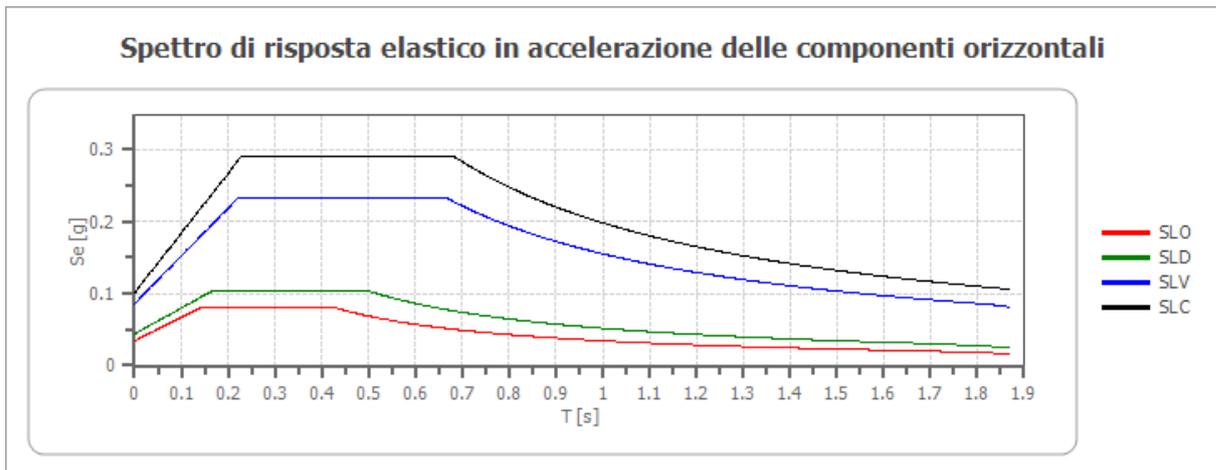
## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000  
 Categoria sottosuolo: C  
 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	0.007	0.009	0.017	0.020
kv	0.003	0.004	0.009	0.010
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.337	0.431	0.842	0.989
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

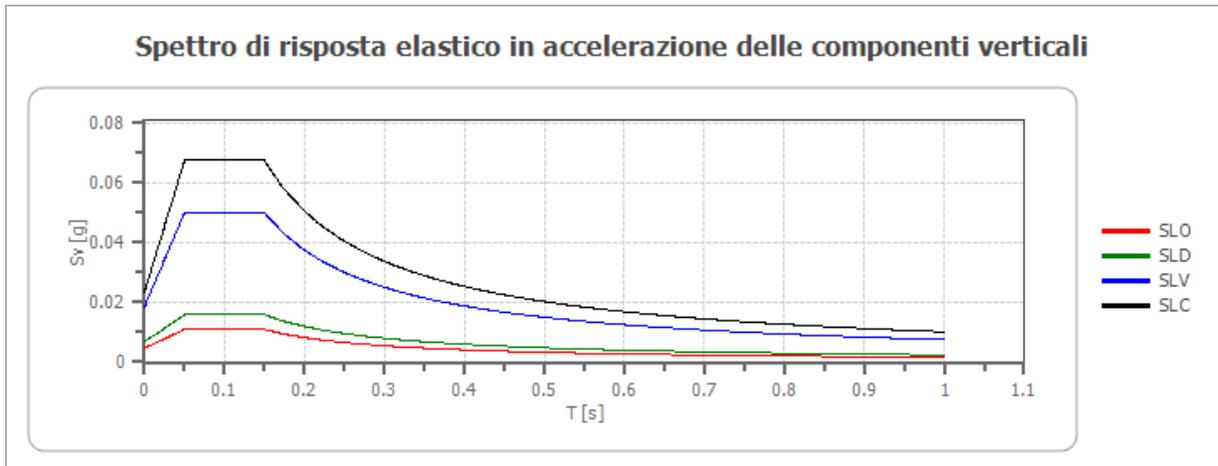
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	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	0.023	2.337	0.260	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.142	0.426	1.692	0.034	0.080
SLD	2.0	0.029	2.355	0.330	1.500	1.510	1.000	1.500	1.000	0.166	0.499	1.717	0.044	0.103
SLV	2.0	0.057	2.710	0.508	1.500	1.310	1.000	1.500	1.000	0.222	0.666	1.829	0.086	0.233
SLC	2.0	0.067	2.871	0.526	1.500	1.300	1.000	1.500	1.000	0.228	0.683	1.869	0.101	0.289

### 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



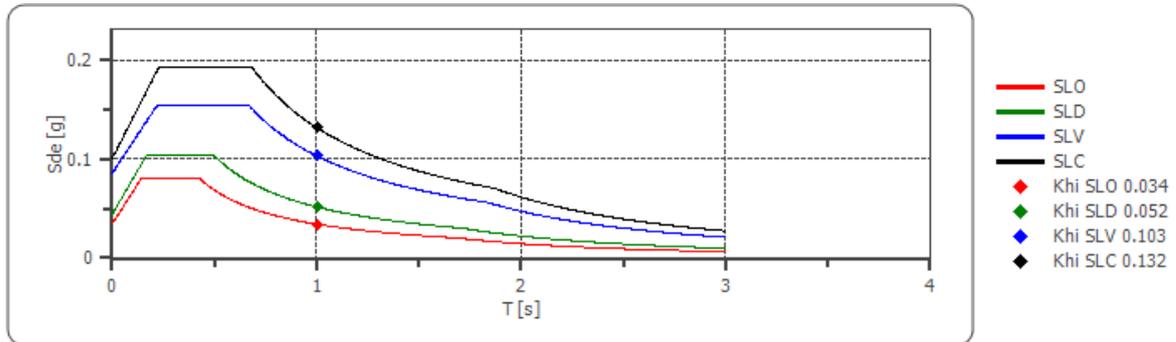
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2.0	0.023	2.337	0.260	1	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.005	0.011
SLD	2.0	0.029	2.355	0.330	1	1.510	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.007	0.016
SLV	2.0	0.057	2.710	0.508	1	1.310	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.018	0.050
SLC	2.0	0.067	2.871	0.526	1	1.300	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.024	0.068

### Spettro di progetto

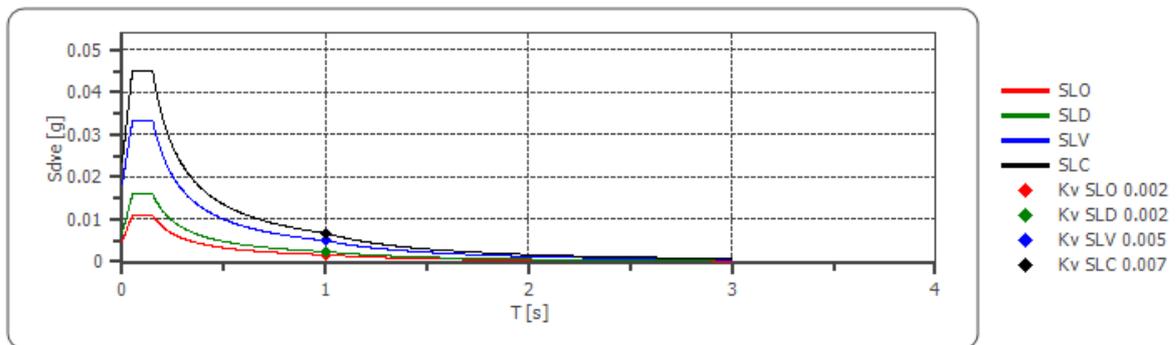
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50  
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50  
 Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k <sub>hi</sub> = S <sub>d</sub> e(T) Orizzontale [g]	0.034	0.052	0.103	0.132
k <sub>v</sub> = S <sub>d</sub> v <sub>e</sub> (T) Verticale [g]	0.002	0.002	0.005	0.007

### 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 orizzontale	2.0	0.023	2.337	0.260	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.142	0.426	1.692	0.034	0.080
SLO verticale	2.0	0.023	2.337	0.260	1.500	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.005	0.011
SLD orizzontale	2.0	0.029	2.355	0.330	1.500	1.510	1.000	1.500	1.000	0.166	0.499	1.717	0.044	0.103
SLD verticale	2.0	0.029	2.355	0.330	1.500	1.510	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.007	0.016
SLV orizzontale	2.0	0.057	2.710	0.508	1.500	1.310	1.000	1.500	1.500	0.222	0.666	1.829	0.086	0.155
SLV verticale	2.0	0.057	2.710	0.508	1.500	1.310	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.018	0.033
SLC orizzontale	2.0	0.067	2.871	0.526	1.500	1.300	1.000	1.500	1.500	0.228	0.683	1.869	0.101	0.193
SLC verticale	2.0	0.067	2.871	0.526	1.500	1.300	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.024	0.045

## **STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE**

La liquefazione è un fenomeno che comporta la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche e dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa. Il fenomeno interessa i terreni incoerenti saturi, che nel corso di un evento sismico subiscono una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito del quale il terreno può scorrere o fluire, nel caso di un pendio, o assestarsi, nel caso di una giacitura orizzontale. Ciò avviene quando, sotto l'azione delle sollecitazioni cicliche indotte da un sisma, la pressione interstiziale dell'acqua aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci si riducono a zero. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende dalle proprietà geotecniche, dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso, nonché dalle caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa), tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso. Per quanto riguarda la storia delle sollecitazioni sismiche su un deposito si può affermare che precedenti deformazioni moderate influiscano positivamente sulla resistenza del

deposito, mentre una storia caratterizzata da alti livelli di deformazione (deposito già soggetto a liquefazione) ha effetti negativi sul potenziale di liquefazione. I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo.

Inoltre la struttura di un deposito antico sarà resa più stabile ed omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

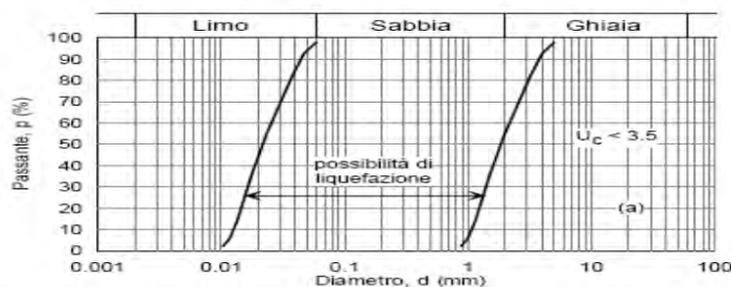
L'NTC2018, al § 7.11.3.4, stabiliscono che "Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate". Le stesse NTC2018, al § 7.11.3.4.2 "Esclusione della verifica a liquefazione", contengono le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione sismica dei terreni.

La verifica a liquefazione può essere omessa (NTC2018, § 7.11.3.4.2) quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;**
- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore

della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- 4) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



$U_c$  rapporto  $D_{60}/D_{10}$ , dove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa

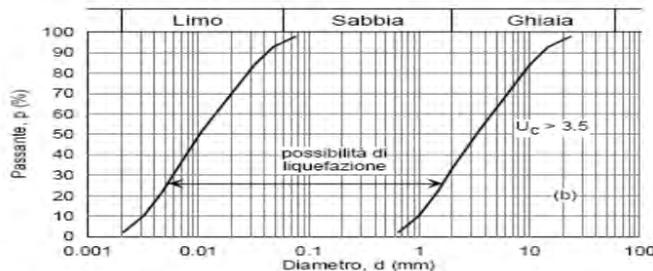


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Nel caso in esame risulta soddisfatta la condizione 1 poiché si ha un'accelerazione di picco in superficie (SLV) pari a 0.057 g. che è di gran lunga minore di 0.1 g (stabilita dalle normative).

Secondo quanto dettato dalle NTC2018 (§ 7.11.3.4.2), quindi, **la verifica a liquefazione può essere omessa.**

Nell'area interessata dal progetto, in presenza di sisma l'accelerazione di gravità è così bassa che non si avrebbe il fenomeno della liquefazione.

Per quanto riguarda i fenomeni di instabilità causati dai fenomeni di liquefazione, l'area in generale è esente da tale problema; tale fenomeno avviene se sono presenti contemporaneamente sullo stesso sito alcune condizioni naturali: oltre alla magnitudo di un eventuale sisma ( $a_g > 0.1 \text{ m/s}^2$ ), i terreni superficiali devono essere saturi d'acqua e inoltre il fuso granulometrico dei terreni interessati devono ricadere interamente in un certo intervallo (fig. 7.11.1. delle NTC 2018).

Alla luce di quanto detto, l'area di studio ricade all'interno di una zona con accelerazione  $a_g < 0.1 \text{ m/s}^2$  e sebbene è presente una falda superficiale, il fuso granulometrico dei campioni analizzati non ricadono interamente all'interno dell'intervallo che potrebbe innescare la liquefazione (si rimanda ad i certificati laboratorio).

Ruffano, Novembre 2021

Dott. Geol. Marcello De Donatis

# INQUADRAMENTO GEOLOGICO

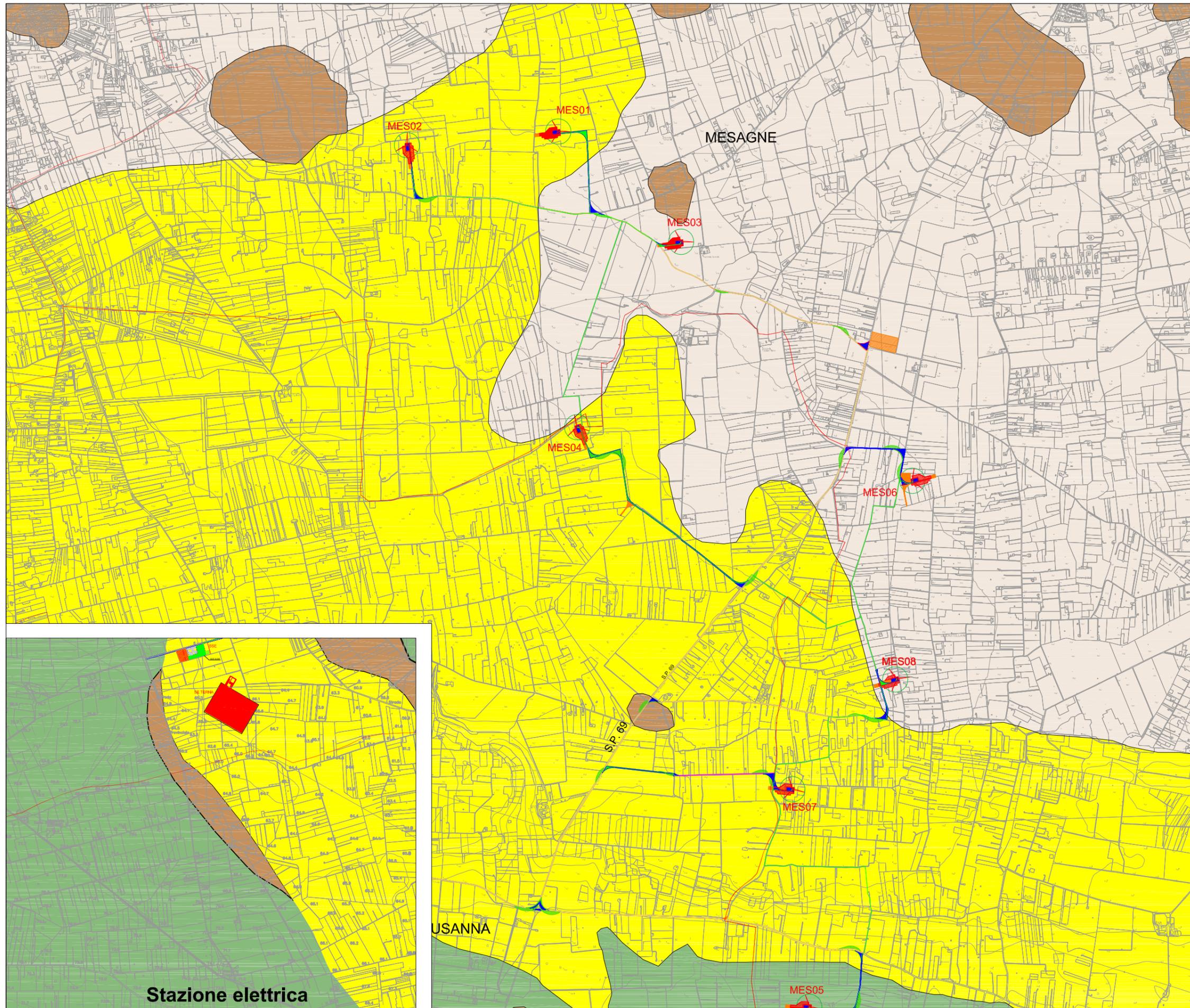
## LEGENDA:

-  Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm di spessore che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio azzurre.
-  Sabbie argillose con intercalati banchi arenacei e calcareniti ben cementati.  
**CALABRIANO (FORMAZIONE DI GALLIPOLI)**
-  Sabbie calcaree poco cementate con intercalati banchi di panchina; sabbie argillose grigio azzurre.  
**CALABRIANO-PLIOCENE SUP? LIVELLO APPARTENENTE ALLE CALCARENITI DEL SALENTO**
-  Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio chiari.  
**DOLOMIE DI GALATINA, CON PASSAGGIO GRADUALE AL CALCARE DI ALTAMURA VERSO NORD E VERSO OVEST**
-  Aerogeneratore

**COMUNI DI MESAGNE E TORRE SANTA SUSANNA**  
PROVINCIA DI BRINDISI

PROGETTO PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"  
POTENZA NOMINALE 49,60 MW  
OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE COMUNE DI ERCHIE (BR)

Scala 1:25000

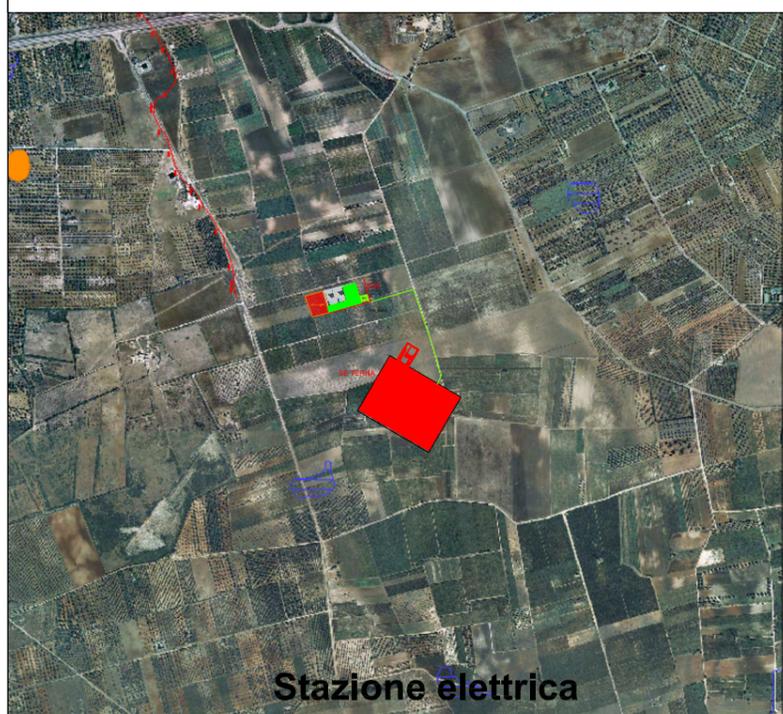


Stazione elettrica

# Carta Idrogeomorfologica - Regione Puglia



- Bacini**
- Lago naturale
  - Laguna costiera
  - Stagno, acquitrino, zona palustre
  - Doline
  - Grotte naturali
  - Orlo di depressione carsica
  - Voragini
- Cigli e ripe**
- Ciglio di sponda
  - Ripa di erosione
- Linee**
- Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
  - Cresta smussata
  - Nicchia di distacco
  - Cresta affilata
  - Asse di displuvio
- Poligoni**
- Corpo di frana
  - Cono di detrito
  - Area interessata da dissesto diffuso
  - Area a calanchi e forme similari
- Canali lagunari**
- Recapito finale di bacino endoreico
- Corsi d'acqua**
- Corso d'acqua
  - Corso d'acqua obliterato
  - Corso d'acqua episodico
  - Corso d'acqua tombato
- Sorgenti**
- Sorgenti
- MES Aerogeneratore**



COMUNI DI MESAGNE E TORRE SANTA SUSANNA  
PROVINCIA DI BRINDISI

PROGETTO PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"  
POTENZA NOMINALE 49,60 MW

Scala 1:25000

# Piano Paesaggistico Territoriale Regionale Puglia

## PPTR - IL SISTEMA DELLE TUTELE

### Legenda

#### 6.1.1 Componenti Geomorfologiche

Ulteriori contesti paesaggistici

Lame e gravine

Doline

Geositi (fascia di tutela)

Inghiottitoi

Cordoni dunari

Grotte

Versanti

#### 6.1.2 Componenti Idrologiche

Beni paesaggistici

Territori costieri

Aree contermini ai laghi

Fiumi e torrenti, acque pubbliche

Ulteriori contesti paesaggistici

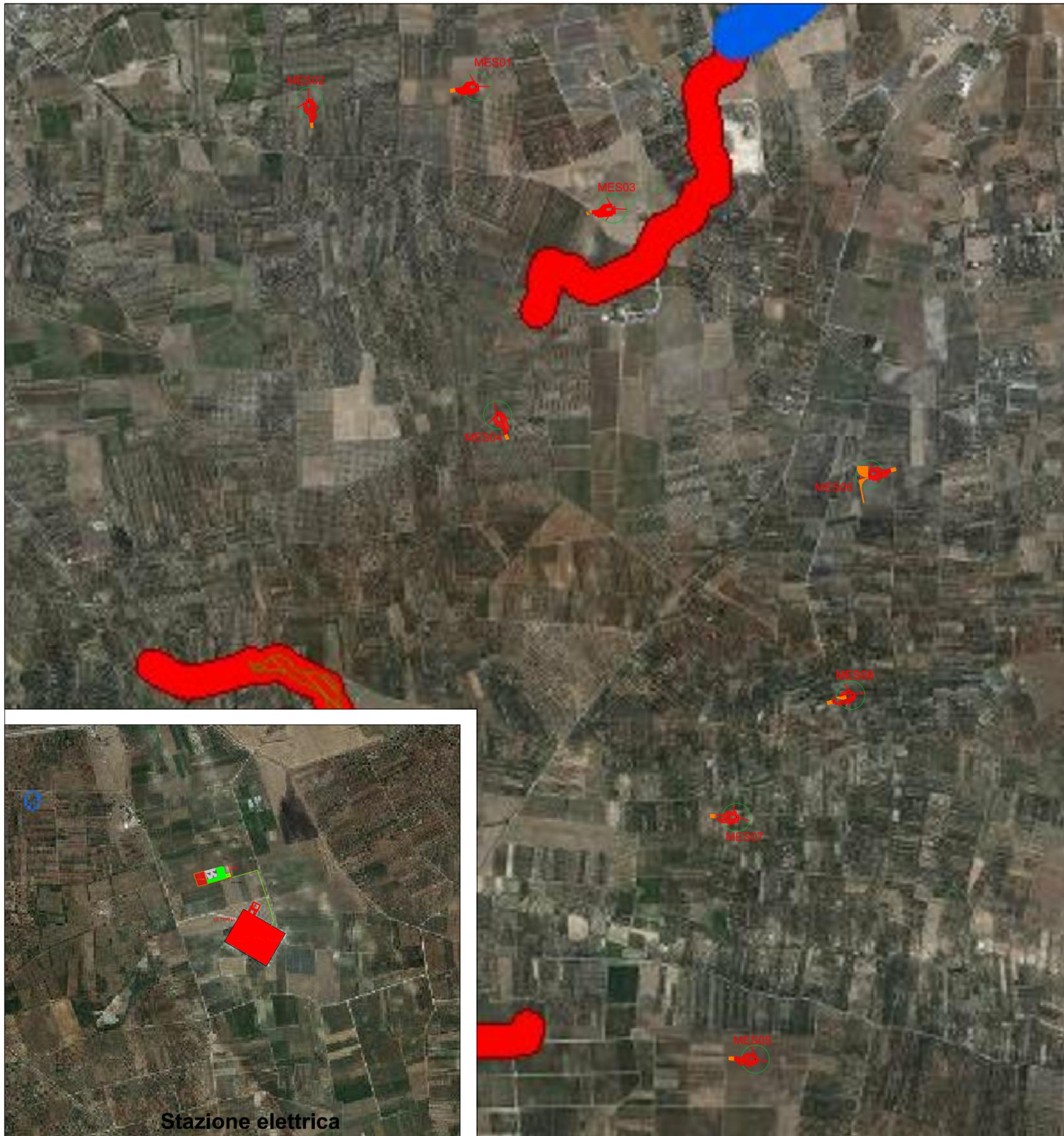
Sorgenti

Reticolo idrografico di connessione della R.E.R.

Vincolo idrogeologico

MES

Aerogeneratore



COMUNI DI MESAGNE E TORRE SANTA SUSANNA  
PROVINCIA DI BRINDISI

PROGETTO PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"  
POTENZA NOMINALE 49,60 MW

Scala 1:25000

# Pericolosità Geomorfologica e Idraulica

Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Meridionale

## Peric. Geomorf.

 media e moderata (PG1)

 elevata (PG2)

 elevata (PG3)

## Peric. Idraulica

 bassa (BP)

 media (MP)

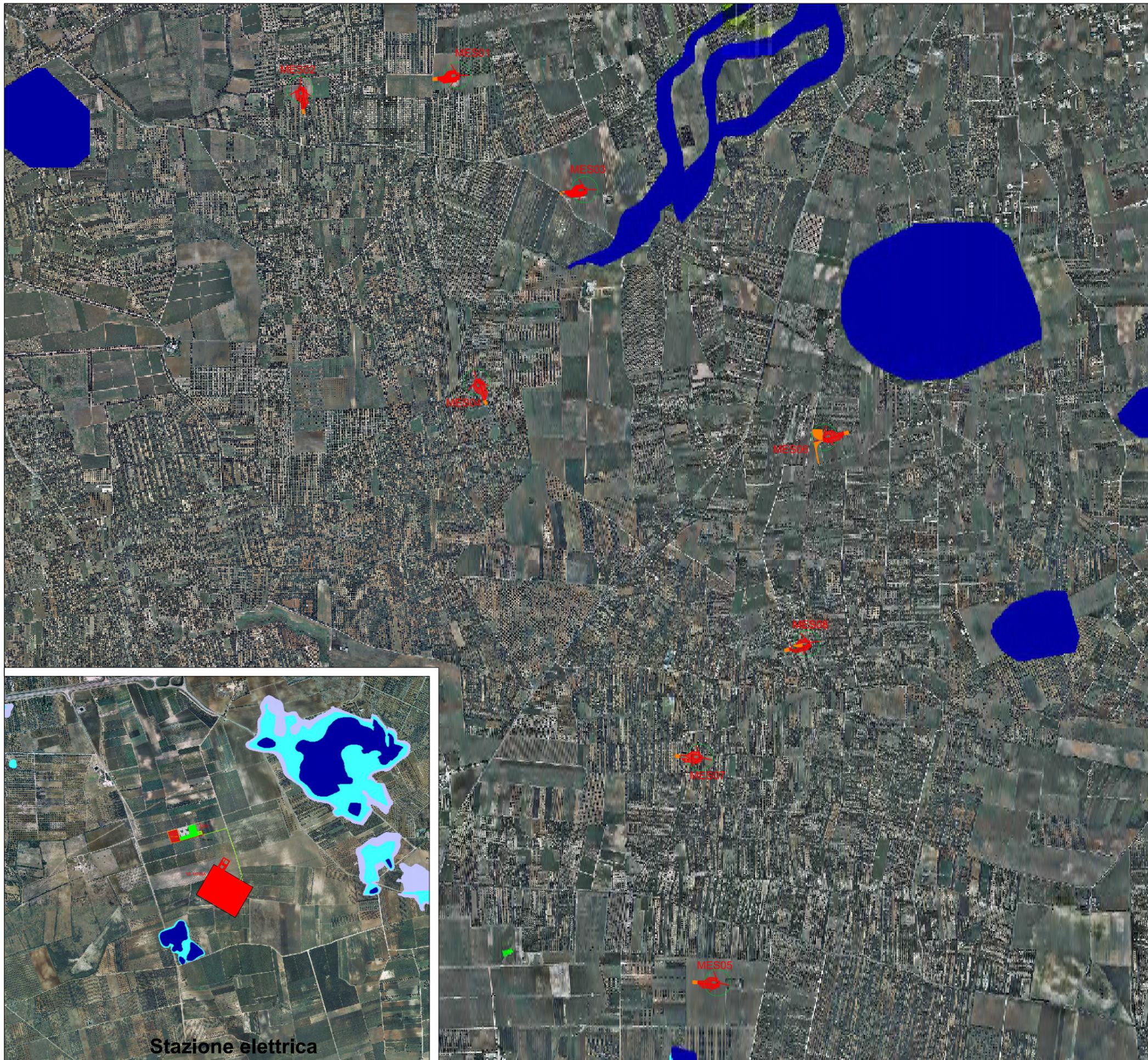
 alta (AP)

 Aerogeneratore

COMUNI DI MESAGNE E TORRE SANTA SUSANNA  
PROVINCIA DI BRINDISI

PROGETTO PARCO EOLICO "APPIA ENERGIA"  
POTENZA NOMINALE 49,60 MW

Scala 1:25000



Stazione elettrica