



Comune di Corigliano D'Otranto, Cutrofiano, Sogliano Cavour, Aradeo, Seclì, Galatone, Galatina
Provincia di Lecce, Regione Puglia

ARNG SOLAR XI S.R.L

Corso Europa 13
20122 Milano (MI)
PEC: arngsolar11@pec.it

Impianto Agrivoltaico "CORIGLIANO 43.8" COR43.8_24 – RELAZIONE GEOLOGICA

IL TECNICO	IL PROPONENTE
<p>GEOLOGO</p> <p>Francesco CALDARONE Ordine Geologi della Regione Puglia - n. 507 geol.caldarone@gmail.com</p> 	<p>ARNG SOLAR XI S.R.L. Corso Europa 13 20122 Milano (MI) P. IVA 02361340686 PEC: arngsolar11@pec.it</p>
<p>RESPONSABILE TECNICO BELL FIX PLUS SRL</p> <p>Cosimo TOTARO Ordine Ingegneri della Provincia di Brindisi - n. 1718 elettrico@bellfixplus.it</p> 	

GENNAIO 2024

Indice

1. Premessa.....	2
2. Collocazione geografica dell'area	3
3. Inquadramento morfologico-strutturale	7
4. Inquadramento geologico.....	8
4.1 Dolomie di Galatina (Cretaceo sup.).....	8
4.2 Pietra Leccese (Miocene).....	8
4.3 Calcareniti del Salento (Plio-Pleistocene)	9
4.4 Formazione di Gallipoli (Pleistocene Inf.)	9
5. Inquadramento idrogeologico.....	11
6. Indagini eseguite.....	15
6.1 Profilo sismico a rifrazione.....	15
6.2 Profilo sismico con metodologia MASW.	16
7. Geolitologia e idrogeologia dell'area interessata dall'impianto fotovoltaico	18
7.1 Geolitologia e caratteristiche tecniche dei terreni	18
7.2 Permeabilità dei terreni	22
8. Caratterizzazione sismica: individuazione della categoria di suolo a mezzo indagine sismica con la metodologia MASW.....	23
8.1 Classificazione sismica.....	23
9. Conclusioni	29

Allegati

- RELAZIONE CONCLUSIVA DELLE ATTIVITA' DI INDAGINE IN SITO.

1. Premessa

La società proponente **ARNG SOLAR XI S.R.L.**, con sede legale in Corso Europa 13 - 20122 Milano (MI), C.F e P.IVA: 02361340686 - PEC: arngsolar11@pec.it, ha affidato allo scrivente l'incarico per la redazione di una relazione geologica relativa al progetto di installazione di un impianto denominato "*Impianto Agrivoltaico Corigliano 43.80*" della potenza di 54.404,00 kWp, in agro di Corigliano D'Otranto in provincia di Lecce, realizzato con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, con una potenza di picco di 670 Wp.

Ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 l'opera, rientrante negli "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", autorizzata tramite VIA ministeriale e Autorizzazione Unica regionale, è dichiarata di pubblica utilità, indifferibile ed urgente.

Lo studio ha per obiettivo quello di definire le componenti litostratigrafiche e idrogeologiche che caratterizzano il sito stesso e l'area in cui esso ricade con l'individuazione delle caratteristiche fisiche dei terreni.

Al fine di ricostruire l'assetto litostratigrafico dell'area oggetto di studio e di una sua caratterizzazione geotecnica, si è proceduto:

- al rilevamento geologico di campagna di dettaglio;
- all'analisi di dati in possesso dello scrivente;
- all'analisi di dati e informazioni desunte da letteratura tecnica;
- all'esecuzione di un piano di investigazione costituito da
 - indagini indirette:
 - o n.6 profili sismici a rifrazione;
 - o n.4 profili sismici con metodologia MASW per caratterizzazione sismica con individuazione delle Vs,eq.

Si fornisce, inoltre, un inquadramento geologico e morfologico-strutturale dei luoghi, si identificano le formazioni ed i litotipi presenti in sito, le caratteristiche geostrukturali del sottosuolo e le caratteristiche idrogeologiche anche in riferimento alla natura e collocazione della falda freatica. I dati raccolti hanno consentito di caratterizzare in maniera soddisfacente i terreni coinvolti, salvo poi verificarne l'esatta corrispondenza prima dell'inizio dei lavori.

Le prospezioni geofisiche (indagini sismiche con metodologia MASW) sono state finalizzate all'individuazione della categoria di suolo come previsto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17.01.2018).

La presente è stata redatta in ottemperanza alle disposizioni dettate dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. del 17.01.2018.

2. Collocazione geografica dell'area

L'impianto agrivoltaico ricopre una superficie di circa 71,50 ettari. L'area di intervento ricade sul foglio 214 - Tav. "Maglie" Il NO della Carta d'Italia I.G.M. scala 1:25.000, nel territorio comunale di Corigliano D'Otranto in direzione Sud-Ovest rispetto al centro abitato, in una zona occupata da terreni agricoli. E' raggiungibile dalla strada comunale denominata Via Delle Vigne e la strada Provinciale SP363 e dai loro prolungamenti.

Il sito è individuato alle coordinate geografiche: Latitudine Nord: 40°07'59.69"N; Longitudine Est: 18°14'30.65"E a quote altimetriche comprese tra 75 m e 82 m s.l.m.

Sarà realizzato su terreni identificati catastalmente in NCT del comune di Corigliano D'Otranto al:

foglio 25, p.lle 4, 5, 7, 8, 31, 32, 34, 46, 54;

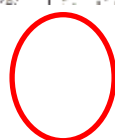
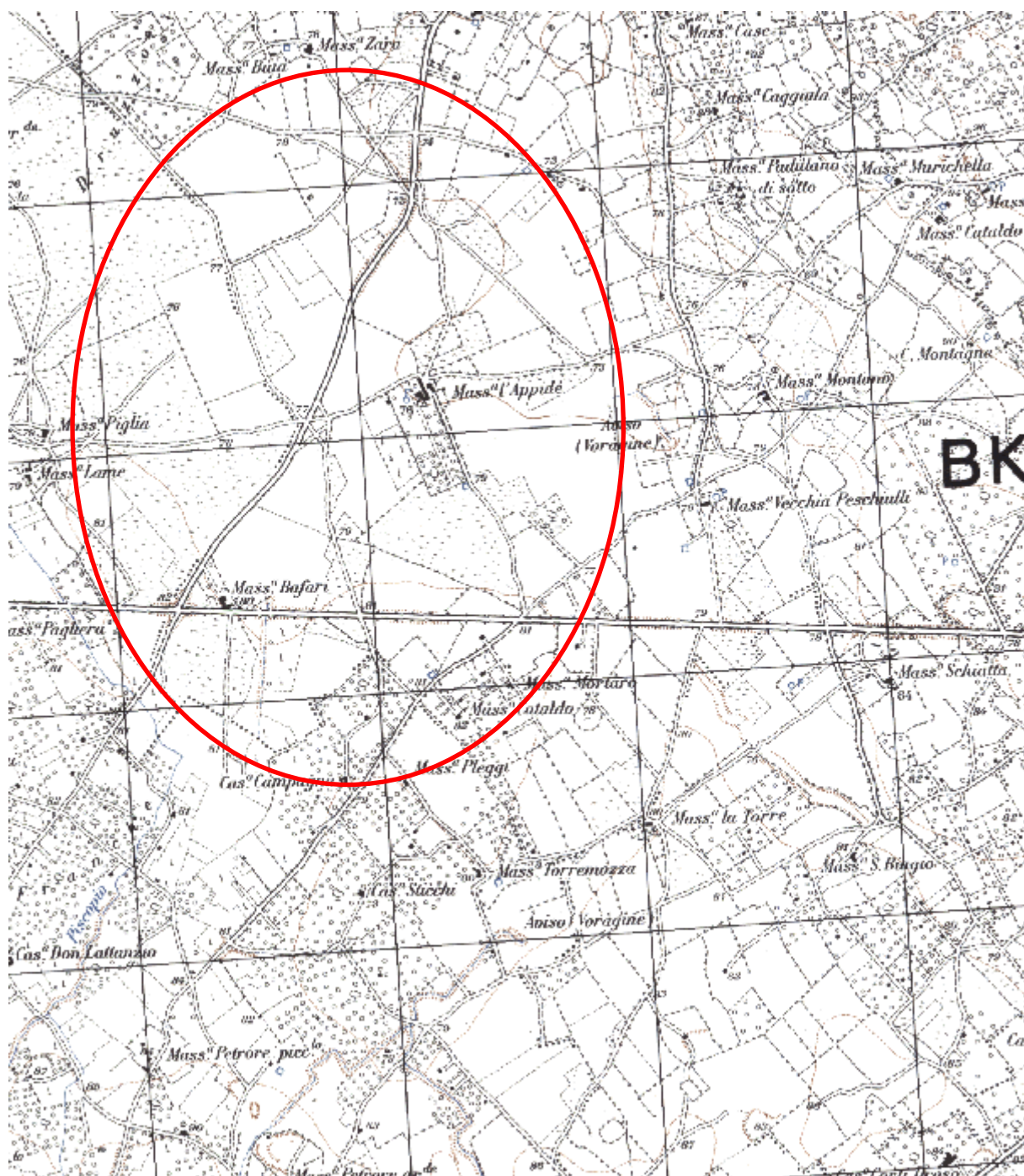
foglio 26, p.lle 78, 79 ,80, 95;

foglio 28, p.lle 5, 16, 18, 19, 28, 30, 31, 33;

foglio 29, p.lle 7, 18, 19, 43, 58, 59, 61, 64, 65, 67, 68, 73, 74, 87, 88, 89, 225, 227, 230, 232, 266, 268, 270, 278.

FIG. 1 - COROGRAFIA

Estratto del foglio 214 - Tav. "Maglie" - Carta d'Italia I.G.M. - scala 1:25.000



UBICAZIONE DELL'IMPIANTO "CORIGLIANO 43.8"



Fig. 2 - Ortofoto dell'area oggetto d'intervento

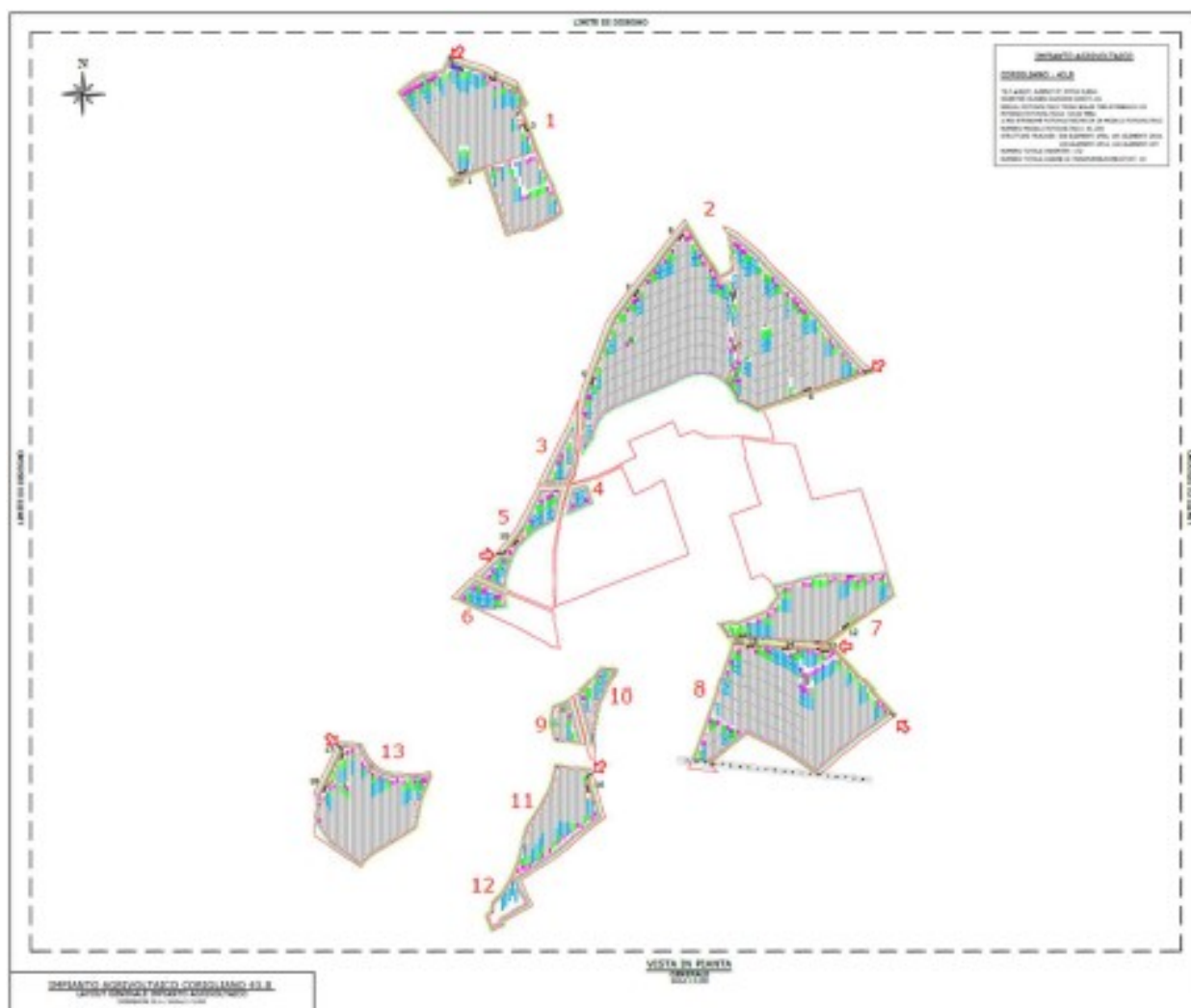


Fig. 3 - Layout di impianto

3. Inquadramento morfologico-strutturale

L'attuale configurazione geologica dell'area è frutto della tettonica distensiva che ha interessato il basamento carbonatico durante il terziario e creato un'alternanza di rilievi e depressioni con andamento preferenziale NNO-SSE.

Come naturale conseguenza di una tale tettonica, il sistema di faglie principale assume la stessa direzione. Si tratta di faglie normali che hanno provocato il movimento relativo di porzioni dell'impalcatura calcarea cretacea con blocchi in sollevamento (horst) sugli altri sprofondati (graben).

All'interno dei graben si sono deposte in trasgressione le sequenze sedimentarie Plio - Pleistoceniche.

Nella fattispecie, l'area oggetto di studio è posta all'interno di un graben nel quale risultano sedimentati depositi plio-pleistocenici (Cfr. Cap. Inquadramento Geologico).

In un siffatto quadro tettonico, l'area di studio si colloca, quindi, in corrispondenza di un basso strutturale che dista 19 Km ca. sia dal Mar Ionio che dal Mar Adriatico.

Il sito risulta avere andamento morfologico sub-pianeggiante, con quote altimetriche che variano orientativamente da 75 m a 82 m s.l.m.

4. Inquadramento geologico

Sulla base del rilevamento geologico condotto nell'area in esame con riferimento alla cartografia ufficiale (cfr. Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 214 - Gallipoli in Fig.4) è possibile ricostruire come segue la successione stratigrafica presente.

4.1 Dolomie di Galatina (Cretaceo sup.)

Le "Dolomie di Galatina", cronologicamente riferibili al Cretaceo superiore, occupano una vasta area nell'intorno ed a Nord del comune di Galatina e sono una delle unità lito-stratigrafiche costituenti il basamento carbonatico mesozoico pugliese.

Si tratta di una formazione costituita in prevalenza da dolomie, spesso vacuolari, calcari dolomitici e calcari, in prevalenza grigio-scuri o nocciola, a frattura irregolare. Ai litotipi dolomitici si intercalano anche i calcari rappresentati da micriti fossilifere.

Gli strati hanno spessore variabile e possono raggiungere anche 12 m. La potenza della formazione è mal determinabile, ma in base alle condizioni di giacitura si può ritenere che la massima sia dell'ordine di 250 m.

L'ambiente di sedimentazione di questa formazione è di mare sottile con episodici movimenti ascensionali caratterizzati da periodi lagunari, con acqua salmastra, o addirittura di erosione subaerea.

La sua datazione è Cenomaniano - Turoniano inf. (Cretaceo sup.).

4.2 Pietra Leccese (Miocene)

Il tipo litologico prevalente è dato da una calcarenite marnosa organogena a grana fine, omogenea, generalmente porosa, scarsamente tenace, di colore in prevalenza giallo-paglierino, talora biancastro.

Gli strati si presentano generalmente poco potenti e la stratificazione non è pronunciata. La Pietra Leccese è discordante rispetto ai calcarei cretacei sottostanti; il contatto è, nella zona di S. Donato di Lecce, caratterizzato dalla presenza di conglomerati.

La potenza della formazione è determinabile solo attraverso dati provenienti da terebrazione di pozzi. Essa è massima nelle zone settentrionali del Foglio 214 "Gallipoli", pari a 80 m ca.

L'ambiente di sedimentazione risulta di mare aperto, anche se sottile, per alcune zone, di litorale per altre.

La formazione è ascrivibile al Miocene.

4.3 Calcareniti del Salento (Plio-Pleistocene)

Questa formazione giace, con un netto contatto trasgressivo, direttamente sulla Pietra Leccese essendosi depositata in corrispondenza di depressioni ed avvallamenti di origine morfologica o strutturale.

Si tratta dell'unità che interessa direttamente il sito oggetto del presente studio e che occupa estesamente anche la fascia costiera ad Ovest dell'horst della serra di S. Eleuterio.

Dal punto di vista litologico le Calcareniti del Salento sono costituite in assoluta prevalenza da calcareniti organogene di colore bianco-giallastro ("tufi calcarei") o rossastro per alterazione (generalmente nei livelli sommitali), piuttosto porose, di norma mal stratificate, a grado di cementazione variabile, con locali intercalazioni di orizzonti fossiliferi e da sabbioni calcarei talora parzialmente cementati, eccezionalmente argillosi.

I granuli della roccia sono quasi interamente costituiti da frammenti di micro e microfossili e cementati tra loro da quantità variabili di calcite spatica; la loro composizione mineralogica è quasi esclusivamente carbonatica, (il carbonato di calcio costituisce generalmente oltre il 95% del totale). Il residuo insolubile, di norma molto scarso, è generalmente inferiore al 2%.

Nella maggior parte degli affioramenti calcarenitici si rinvengono sistemi di fratture parallele con direzione NNW-SSE, presumibilmente originate da locali fenomeni di riattivazione, durante il Quaternario, dei sistemi di faglie dirette.

4.4 Formazione di Gallipoli (Pleistocene Inf.)

La Formazione di Gallipoli è presente nell'area con la facies caratterizzata da sabbie argillose e/o marne argillose (Q¹_s).

Essa affiora estesamente a Ovest-Sudovest del sito considerato.

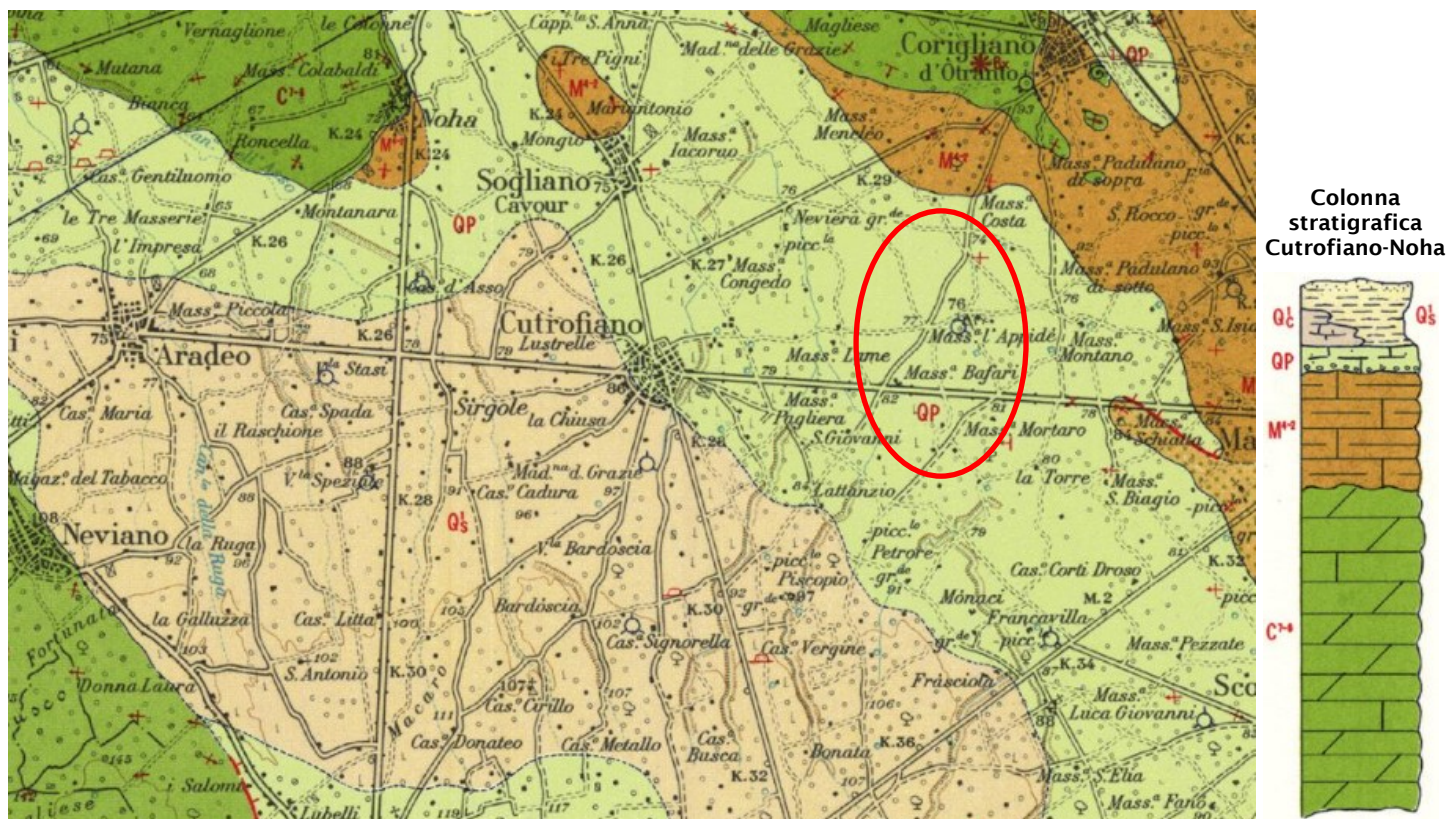
Talvolta la distinzione tra l'unità in parola e le sottostanti Calcareniti del Salento diventa difficile quando si è in presenza di intercalazioni calcarenitiche all'interno dei sedimenti sabbiosi.

La facies contenente calcareniti è generalmente ben stratificata, con strati di 10-30 cm di spessore.

La formazione può raggiungere una potenza di oltre 60 m e la presenza di fossili fa sì che sia riferibile al Calabriano.

L'ambiente di sedimentazione varia tra il neritico non profondo ed il litorale.

FIG. 4 - CARTA GEOLOGICA - Colonna stratigrafica



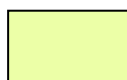
LEGENDA



UBICAZIONE DELL'AREA DI IMPIANTO "CORIGLIANO 43.8"



FORMAZIONE DI GALLIPOLI (Q¹_s) - PLEISTOCENE INF.



CALCARENITI DEL SALENTO (QP) - PLIOCENE MED. - SUP.



PIETRA LECCESE (M⁴⁻²) - MIOCENE



DOLOMIE DI GALATINA (C⁷⁻⁶) - CRETACEO SUP.

5. Inquadramento idrogeologico

I caratteri idrogeologici dell'area indagata sono in stretta relazione con le caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti. L'area di studio ricade all'interno della *Falda miocenica del Salento centro-meridionale* che si estende, con direzione NO-SE, dall'abitato di Sogliano Cavour fino a Miggiano a Sud ed a Spongano ad Est.

Gli acquiferi sono costituiti dalle rocce calcarenitiche mioceniche, discretamente permeabili per porosità e fratturazione. Sono spesso rappresentati da più livelli idrici separati e sovrapposti, generalmente contenuti in corrispondenza di quegli orizzonti porosi e carsificati separati da livelli marnoso-calcarenitici impermeabili.

Il livello acquifero di maggiore rilevanza, sia per quanto concerne la qualità delle acque che per potenzialità, si rinviene molto spesso in pressione a qualche decina di metri al di sotto del livello mare, con potenze dell'ordine dei 30 metri.

Gli acquiferi miocenici in argomento traggono alimentazione oltre che dalle precipitazioni meteoriche incidenti, sia in corrispondenza degli affioramenti miocenici che di quelli calcarenitico-sabbiosi plio-pleistocenici, anche per contatto laterale con la falda profonda.¹

Le rocce calcareo-dolomitiche mesozoiche, che costituiscono l'acquifero della falda profonda soggiacente la suddetta falda miocenica, sono caratterizzate da un elevato grado di permeabilità per fessurazione e carsismo, come peraltro è dimostrato dall'assenza di una idrografia superficiale e dalla cospicua presenza di acque nel sottosuolo che danno origine ad una falda acquifera detta "profonda").

Nelle masse rocciose mesozoiche è ospitata, infatti, una imponente falda di acqua dolce galleggiante, per minore densità, sull'acqua marina di invasione continentale.

L'alimentazione idrica, garantita in prevalenza dalle acque meteoriche di infiltrazione, si esplica essenzialmente laddove le rocce del basamento affiorano o sono ricoperte da sedimenti sufficientemente permeabili e di modesto spessore.

Le acque dolci di falda risultano sostenute alla base, come dicevamo precedentemente, dalle acque marine di invasione continentale, sulle quali esse "galleggiano" in virtù della loro minore densità: in condizioni di quiete ed in assenza di perturbazioni della falda, si stabilisce una situazione di equilibrio e non si verifica alcun fenomeno di mescolamento tra le due diverse masse idriche.

Detta condizione di galleggiamento della lente di acqua dolce sulla sottostante acqua salata, può essere esplicitata mediante la legge di GHYBEN-HERZBERG che permette di determinarne lo spessore (h) in funzione della densità e del carico piezometrico:

$$h = (d_f / (d_m - d_f)) \times t$$

¹ Piano di Tutela delle Acque – Aggiornamento 2015-2021. Elaborato C: *Acque sotterranee*. Giugno 2019.

dove d_m è la densità dell'acqua di mare (1.03 g/cmc), d_f la densità dell'acqua dolce di falda (1.0028 g/cmc) e t il carico piezometrico.

Dalla lettura dei valori che t assume in zona, si deduce che lo spessore dell'acquifero in questione è valutabile in 75 m circa.

La falda profonda salentina presenta, su grande scala, una forma pseudo-lenticolare con spessori massimi nella parte centrale della penisola, che si assottigliano poi progressivamente in direzione della costa. Il livello di base verso cui le acque di falda defluiscono è, infatti, costituito dal livello marino: il deflusso, di tipo radiale si esplica pertanto dall'entroterra verso le zone costiere, con cadenti piezometriche molto basse, raramente superiori all'1‰.



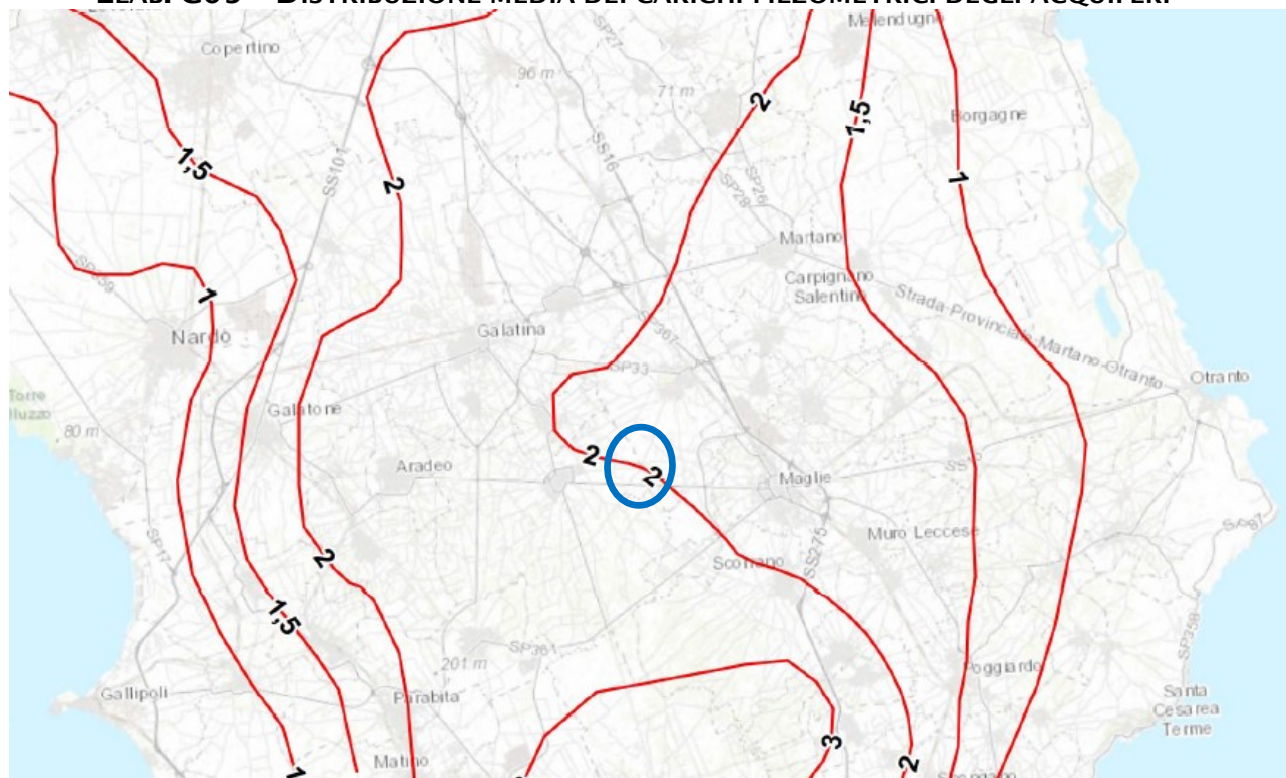
Fig. 5 - Sezione idrologica della Penisola Salentina.

Nel corso delle indagini eseguite non è stata riscontrata la presenza di una falda freatica. Questo confermerebbe quanto contenuto nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia, secondo cui non vi sarebbe presenza di falda superficiale nei depositi quaternari (cfr Fig. 7).

Ciononostante, non si può escludere localmente la possibilità di una presenza di modeste falde superficiali sospese, anche a carattere stagionale, in stretta connessione con il regime pluviometrico.

FIG. 6 - PTA REGIONE PUGLIA - AGGIORNAMENTO 2019

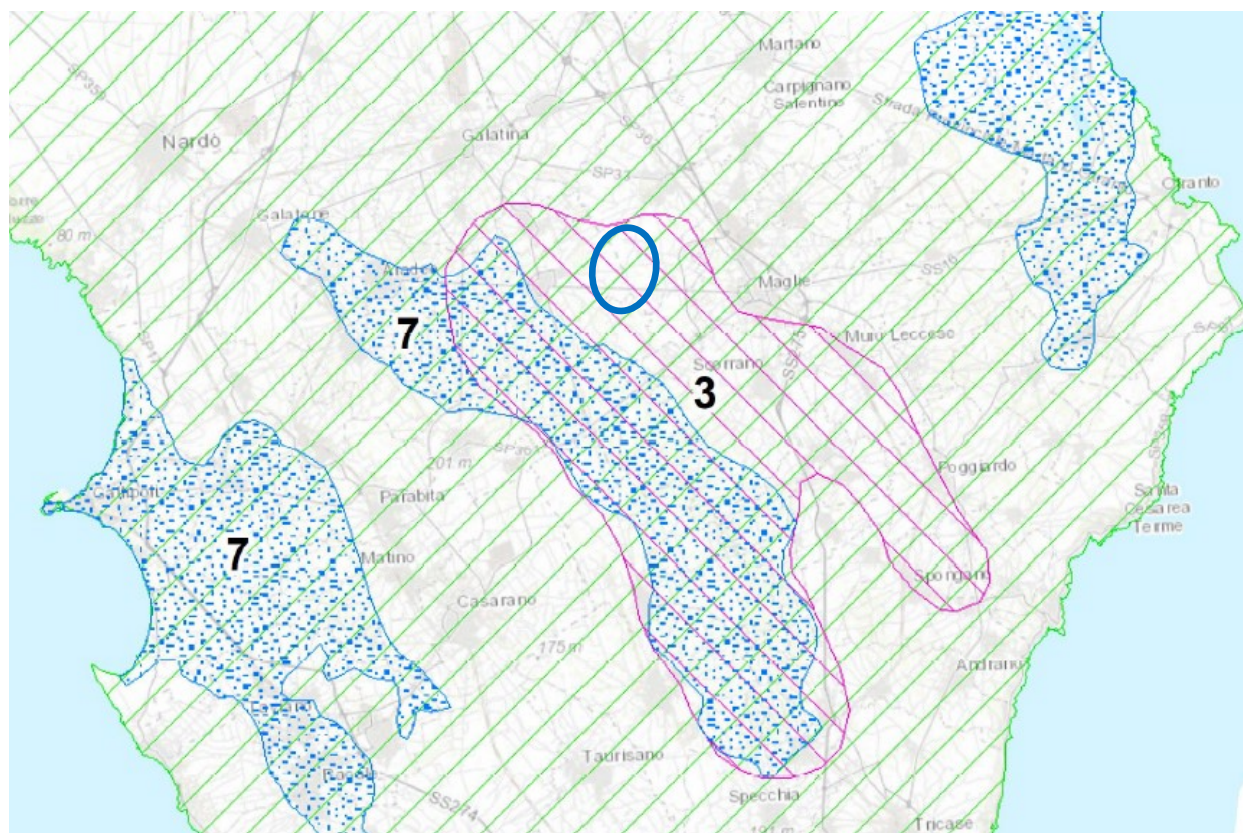
ELAB. C05 - DISTRIBUZIONE MEDIA DEI CARICHI PIEZOMETRICI DEGLI ACQUIFERI



UBICAZIONE AREA DI IMPIANTO


FIG. 7 - PTA REGIONE PUGLIA - AGGIORNAMENTO 2019

ELAB. C03 - COMPLESSI IDROGEOLOGICI





Legenda

Complessi idrogeologici carbonatici

 3 - Acquiferi Miocenici

Complessi Idrogeologici Detritici

 7 - Serre Salentine

 Ubicazione area d'impianto

6. Indagini eseguite

Come affermato in premessa, per il riconoscimento delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione sono state eseguite (dalla GEOPROVE S.r.l., nel mese di dicembre 2023) le seguenti indagini indirette:

- n.6 profili sismici a rifrazione;
- n.4 profili sismici con metodologia MASW per caratterizzazione sismica con individuazione delle Vs,eq.

6.1 Profilo sismico a rifrazione

Per la ricostruzione stratigrafica e sismostratigrafica dell'area e per la caratterizzazione meccanica dei litotipi che si rinvencono nell'area sono stati eseguiti n.6 profili sismici a rifrazione (SR1, SR2, SR3, SR4, SR5, SR6) ognuno con uno stendimento di lunghezza pari a 33 m.

La sismica a rifrazione consente di valutare, sulla base della misura delle velocità di propagazione delle onde elastiche, le caratteristiche strutturali e di deformabilità dei terreni. Inoltre, permette di delimitare le coperture presenti (depositi eluvio-colluviali, materiale di riporto, ecc.).

L'indagine si basa sulla registrazione dei tempi di arrivo ad una serie di geofoni delle onde elastiche longitudinali generate da impatti sulla superficie del terreno.

Quando le onde sismiche incidono su di una superficie di discontinuità elastica (ovvero una superficie che separa due mezzi sovrapposti aventi natura e proprietà elastiche differenti) si verificano fenomeni di rifrazione e di riflessione. I raggi rifratti possono ritornare in superficie per cui, noti i tempi di percorrenza tra sorgente sonora e geofono, nonché la distanza tra questi due, è possibile calcolare la velocità di propagazione delle onde longitudinali in ciascun "mezzo sismico" attraversato e da questa risalire anche alle costanti elastiche.

L'elaborazione del profilo sismico è avvenuta mediante apposito algoritmo delle sezioni sismografiche. Tale metodo permette di individuare anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche, con un elevato potere risolutivo offrendo la possibilità di ricostruire stratigraficamente situazioni complesse, non risolvibili con differenti tecniche di indagine.

L'apparecchiatura adottata per l'esecuzione delle prospezioni è rappresentata da un sismografo 12 canali della *Geometrics* (Sismografo Modulare *GEODE*), costituito da una serie di geofoni di bassa frequenza regolarmente spazati lungo un determinato stendimento e da un sistema che registra l'istante di partenza del treno d'onda ed i tempi di arrivo delle onde a ciascun geofono. L'energizzazione del terreno è stata ottenuta per mezzo di una massa battente del peso di 5 Kg.

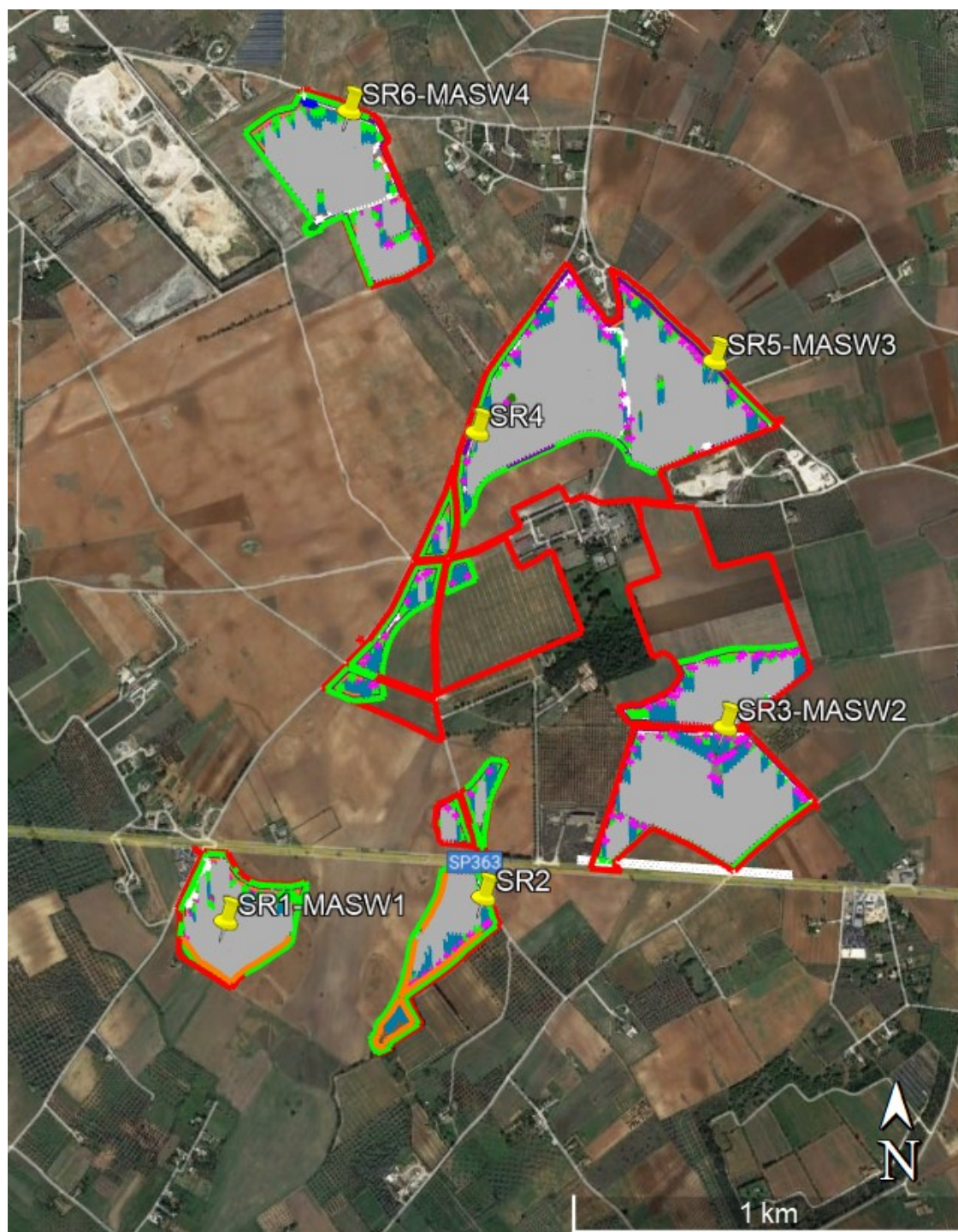
L'analisi dei sismogrammi ha consentito di ricavare i tempi di primo arrivo delle onde sismiche longitudinali tramite i quali sono stati ricavati i diagrammi distanza-tempo (dromocrone) utilizzati sia per il calcolo analitico delle velocità di propagazione delle onde elastiche, sia per l'interpretazione della struttura sotterranea e l'elaborazione della corrispondente sezione sismo-stratigrafica.

Per maggiori dettagli inerenti la tecnica utilizzata e la determinazione dei moduli elastici e delle caratteristiche meccaniche dei litotipi indagati si rimanda alla *Relazione conclusiva delle attività di indagine in sito* in *Allegati* al presente lavoro.

6.2 Profilo sismico con metodologia MASW.

Per la presentazione dell'indagine sismica con metodologia MASW si rimanda al Cap. 8 ed alla *Relazione conclusiva delle attività di indagine in sito* in *Allegati*.

FIG. 8 - ORTOFOTO CON UBICAZIONE INDAGINI



Legenda

SR Profilo sismico a rifrazione

MASW

Profilo sismico con metodologia MASW

7. Geolitologia e idrogeologia dell'area interessata dall'impianto fotovoltaico

7.1 Geolitologia e caratteristiche tecniche dei terreni

I profili sismici eseguiti in sito hanno permesso di ricostruire un modello che mette in evidenza i rapporti tra i diversi sismostrati in base ai tempi di arrivo delle onde sismiche.

In particolare:

- Il profilo sismico a rifrazione SR1 ha segnalato la presenza nel sottosuolo di due sismostrati, il primo con uno spessore medio variabile tra 0,70 e 1,00 m caratterizzato da una velocità V_p di 500 m/s, il secondo, con una potenza di strato la cui litologia non varia fino alla profondità cui si è spinta la rilevazione strumentale del segnale, caratterizzato da una velocità media V_p di 1450 m/s.
- Il profilo sismico a rifrazione SR2 ha segnalato la presenza nel sottosuolo di due sismostrati, il primo, in affioramento, con uno spessore medio variabile tra 0,80 e 1,00 m caratterizzato da una velocità V_p di 410 m/s, il secondo, con una potenza di strato la cui litologia non varia fino alla profondità cui si è spinta la rilevazione strumentale del segnale, caratterizzato da una velocità media V_p di 1400 m/s.
- Il profilo sismico a rifrazione SR3 ha segnalato la presenza nel sottosuolo di due sismostrati, il primo, in affioramento, con uno spessore medio variabile tra 0,30 e 0,60 m caratterizzato da una velocità V_p di 450 m/s, il secondo, con una potenza di strato la cui litologia non varia fino alla profondità cui si è spinta la rilevazione strumentale del segnale, caratterizzato da una velocità media V_p di 1.420 m/s.
- Il profilo sismico a rifrazione SR4 ha segnalato la presenza nel sottosuolo di due sismostrati, il primo, in affioramento, con uno spessore medio variabile tra 1,00 e 1,20 m, caratterizzato da una velocità V_p di 490 m/s, il secondo, con una potenza di strato la cui litologia non varia fino alla profondità cui si è spinta la rilevazione strumentale del segnale, caratterizzato da una velocità media V_p di 1440 m/s.
- Il profilo sismico a rifrazione SR5 ha segnalato la presenza nel sottosuolo di due sismostrati, il primo, in affioramento, con uno spessore medio variabile tra 0,90 e 1,00 m caratterizzato da una velocità V_p di 520 m/s, il secondo, con una potenza di strato la cui litologia non varia fino alla profondità cui si è spinta la rilevazione strumentale del segnale, caratterizzato da una velocità media V_p di 1510 m/s.

- Il profilo sismico a rifrazione SR6 ha segnalato la presenza nel sottosuolo di due sismostrati, il primo, in affioramento, con uno spessore medio variabile tra 1,00 e 1,30 m caratterizzato da una velocità V_p di 530 m/s, il secondo, con una potenza di strato la cui litologia non varia fino alla profondità cui si è spinta la rilevazione strumentale del segnale, caratterizzato da una velocità media V_p di 1550 m/s.

Per le ricostruzioni delle sezioni sismostratigrafiche si rimanda alla *Relazione conclusiva delle attività di indagine in sito* in *Allegati*.

Pertanto, in base all'analisi dei profili sismici, la successione stratigrafica nei diversi settori, può essere ricostruita nel seguente modo:

Colonna stratigrafica 1

0,00 m ÷ 0,70/1,00 m	terreno vegetale
0,70/1,00 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 2

0,00 m ÷ 0,80/1,00 m	terreno vegetale
0,80/1,00 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 3

0,00 m ÷ 0,30/0,60 m	terreno vegetale
0,30/0,60 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 4

0,00 m ÷ 1,00/1,20 m	terreno vegetale
1,00/1,20 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 5

0,00 m ÷ 0,90/1,00 m	terreno vegetale
0,90/1,00 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 6

0,00 m ÷ 1,00/1,30 m	terreno vegetale
1,00/1,30 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

La caratterizzazione stratigrafica dell'area in esame è conforme con i dati di letteratura e con quanto riscontrato nella "Carta Geologica d'Italia" 1:100.000 - Foglio 214 "Gallipoli" - utilizzata come riferimento per l'inquadramento geologico.

Per quanto riguarda il cavidotto, il suo tracciato si snoderà interrato lungo strade vicinali, comunali e provinciali in direzione W-NW laddove l'impianto sarà collegato su un futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata "Galatina".

Gli scavi dove verrà alloggiato avranno profondità comprese tra 0,50 e 1,40 m, pertanto intercetteranno il primo sismostrato (terreno vegetale) ed, eventualmente, la parte superiore del secondo sismostrato (calcareniti con intercalazioni sabbiose).

In Fig. 9 si riporta la colonna stratigrafica con i due livelli individuati nei profili sismici a rifrazione eseguiti.

Nella tabella seguente vengono riportati i principali moduli e parametri desunti dalla misurazione delle velocità V_s e V_p nel corso dei profili sismici a rifrazione (cfr *Relazione conclusiva delle attività di indagine in Allegati*):

Strato	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cm ³)	E (Kg/cmq)	η
1	480	171	-	-	-	-	-
2	1460	475	31	0.02	2.05	1333	0.44

7.2 Permeabilità dei terreni

Prove di permeabilità in pozzetto a carico variabile (tipo Lefranc) condotte nella zona in esame ed in litotipi aventi le medesime caratteristiche fisiche di quelli presenti in zona hanno mostrato valori di permeabilità $k = 10^{-5}$ m/s.

Si tratta di valori che indicano una permeabilità medio-bassa se si considera che i dati forniti dalla letteratura riportati in Tab. 2 indicano come riferimenti i seguenti valori:

Grado di permeabilità	Valori di K (m/s)
Alto	$>10^{-3}$
Medio	$10^{-3} - 10^{-5}$
Basso	$10^{-5} - 10^{-7}$
Molto basso	$10^{-7} - 10^{-9}$
Impermeabile	$<10^{-9}$

Tab. 2 - Corrispondenza tra valore e grado di permeabilità

Le prove di permeabilità rappresentano, comunque, prove puntuali che non tengono in considerazione le variazioni laterali dei litotipi quaternari costituenti i terreni sui quali ricade il sito oggetto dello studio.

Valori medio-bassi di permeabilità stanno a significare che all'interno della legge del bilancio idrologico gli afflussi rivenienti sul territorio sono destinati sia al ruscellamento superficiale che all'infiltrazione nel suolo e sottosuolo.

8. Caratterizzazione sismica: individuazione della categoria di suolo a mezzo indagine sismica con la metodologia MASW

8.1 Classificazione sismica

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003, pubblicata in G.U. n. 105 del 8-5-2003 - Suppl. Ordinario n.72, stabilisce che in prima applicazione, sino alle deliberazioni delle Regioni, le zone sismiche sono individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale", elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997.

Tale "Proposta" individua le nuove zone sismiche (quattro) nelle quali è suddiviso l'intero territorio nazionale (ivi compreso il territorio regionale pugliese), classificando sismicamente ciascun comune in una delle quattro zone e comparando detta nuova classificazione con quella previgente. In proposito, si evidenzia che l'ordinanza 3274/03 attribuisce alle singole Regioni la facoltà di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica per quelle costruzioni da edificare sui rispettivi territori in zona sismica classificata 4 e per quegli edifici ed opere strategiche e rilevanti ai fini della protezione civile e dell'eventuale collasso degli stessi, da realizzare ex novo, di cui al DPCM 21/10/2003.

L'esercizio di tale ultima facoltà è consentito, grazie alle tante proroghe succedutesi, fino all'emanazione del D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni" dove al comma 4 viene precisato che *"le indicazioni di cui ai punti precedenti non operano per le verifiche tecniche e le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici di interesse strategico ed a particolari opere infrastrutturali..."*. Dall'entrata in vigore del decreto, la progettazione dovrà essere elaborata esclusivamente sulla base delle nuove norme tecniche dallo stesso approvate.

La Regione Puglia ha recepito l'Ordinanza 3274/03 provvedendo alla prima, ancorché temporanea, riclassificazione sismica del territorio regionale pugliese, così come individuata nell'Allegato 1 alla Deliberazione della Giunta Regionale 2 marzo 2004 n.153, operata estrapolando dall'Allegato A all'ordinanza 3274/03 i comuni pugliesi ivi classificati, riservandosi di provvedere definitivamente alla predetta riclassificazione sismica, successivamente all'intervenuta elaborazione della nuova mappa nazionale del rischio sismico a cura della competente Amministrazione statale.

Secondo la suddetta riclassificazione il comune di Corigliano D'Otranto (LE) ricade in **zona 4**. Per il sito oggetto del presente studio, la caratterizzazione sismica è stata eseguita con la modalità riportata nel paragrafo seguente.

8.2 Indagine sismica con metodologia MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo; onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente allineata all'array geofonico) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30-50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

La metodologia utilizzata consiste in quattro fasi:

- acquisizione dei dati di campagna energizzando a più riprese e alternativamente ai due estremi dello stendimento geofonico;
- determinazione dello spettro di velocità sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- calcolo della curva di dispersione attraverso il *picking* o la modellazione diretta;
- inversione della curva di dispersione per l'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs e il parametro Vs,eq.

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata per l'indagine MASW sono costituite da:

- ✓ un sistema di energizzazione ad impatto verticale per le onde di Rayleigh costituito da una mazza battente verticalmente su piastra metallica posta direttamente sul piano di campagna per la generazione di onde Rayleigh;
- ✓ un sistema di ricezione costituito da 12 geofoni verticali;

- ✓ un sistema di acquisizione dati: costituito da un sismografo e da un notebook PC Windows XP con software di acquisizione dati;
- ✓ un sistema di trigger: consistente in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati.

8.3 Categoria del suolo di fondazione

Grazie alla tecnica descritta precedentemente è stato possibile giungere all'individuazione della categoria del suolo per l'area indagata.

All'interno dei siti oggetto di studio sono stati eseguiti n.4 profili di lunghezza pari a 33 m, di seguito denominati MASW 1, MASW 2, MASW 3 e MASW 4.

La $V_{s,eq}$ è stata calcolata con la seguente espressione:

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

Da tale relazione sono emersi i seguenti valori di $V_{s,eq}$.

MASW 1: 532 m/s;

MASW 2: 559 m/s;

MASW 3: 555 m/s.

MASW 4: 576 m/s;

Per ogni categoria del suolo (A-B-C-D-E) è fissata una descrizione litostratigrafica, con ad essa associati i parametri di riferimento geotecnici e sismici.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove "Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" il profilo stratigrafico dei terreni permette di classificare le zone oggetto di indagine come appartenenti a differenti categorie sismiche:

- ✓ *Categoria 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;*
- ✓ *Categoria 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;

- ✓ *Categoria 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;*
- ✓ *Categoria 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;*
- ✓ *Categoria 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.*

In questo lavoro, in base all'analisi dei profili sismici e delle correlazioni relative, si attribuisce ai suoli di fondazione la seguente categoria:

Categoria 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.

Come premesso, con l'Ordinanza n° 3274 del 20 marzo 2003 della "Presidenza del Consiglio dei Ministri" sono state emanate le norme che definiscono i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche ai sensi dell'Art. n° 93, 1g del Decreto Legislativo 112/1998 ai fini della formazione e dell'aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone da parte delle Regioni, ai sensi dell'Art. 94, 2a del medesimo decreto.

L' "Ordinanza Ministeriale" è stata recepita con "Deliberazione della Giunta Regionale" n° 153 del 02/03/2004.

Sulla base di tale "Deliberazione" il comune di Corigliano D'Otranto (LE) ricade in **zona 4**:

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

Sulla base delle recenti disposizioni previste dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (17/01/2018) si definiscono, per l'opera in progetto, i seguenti parametri sismici:

Lotti ricadenti nel comune di Corigliano D'Otranto

Codice ISTAT: 075023

Coordinate sito Progetto *Corigliano 43.8*: Longitudine = 18.241847° E;

Latitudine = 40.133247° N

Nodi intorno al sito: 35926 35925 36147 36148

Vita nominale dell'opera: VN = 50 anni (due volte il periodo di resa dei pannelli fotovoltaici)

Classe d'uso: Il (opera privata di rilevante importanza in zona sismica 4)

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite:

Periodo di ritorno Tr (anni)		Parametri di pericolosità sismica		
		a_g (g/10)	F_0 (adim)	T_c^* (sec)
SLO	30	0.14705538	2.39846320	0.16000000
SLD	50	0.19534417	2.43253436	0.20373282
SLV	475	0.56007052	2.53523587	0.42373282
SLC	975	0.76113650	2.56354649	0.48646808

Dai valori ottenuti è possibile ricavare gli spettri da utilizzare per l'analisi sismica della struttura.

Dove: SL = Stato Limite considerato; Tr = Tempo di ritorno (anni); a_g = Accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_c^* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Popolazione residente (Istat 2001)	5.787
Densità per Km² (Istat 2001)	206,2
Zona sismica (Ordinanza n.3274/2003)	4

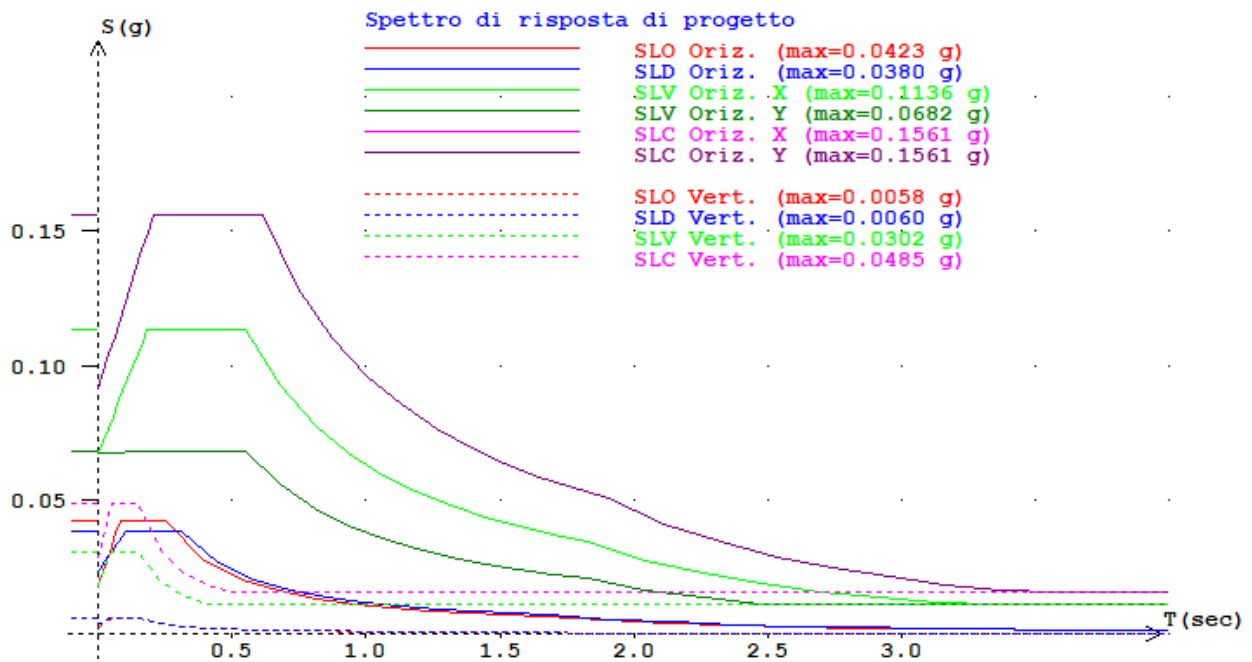


Fig. 10 - Spettri di risposta sismica di progetto - Corigliano 43.8

Le elaborazioni riportate sono state effettuate con il software *Spettri ver. 2.3* della *Ingegneria Soft.com*.

9. Conclusioni

La società proponente **ARNG SOLAR XI S.R.L.**, con sede legale in Corso Europa 13 - 20122 Milano (MI), C.F e P.IVA: 02361340686 - PEC: arngsolar11@pec.it, ha affidato allo scrivente l'incarico per la redazione di una relazione geologica relativa al progetto di installazione di un impianto denominato "*Impianto Agrivoltaico Corigliano 43.80*" della potenza di 54.404,00 kWp, in agro di Corigliano D'Otranto in provincia di Lecce, realizzato con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, con una potenza di picco di 670 Wp.

Ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 l'opera, rientrante negli "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", autorizzata tramite VIA ministeriale e Autorizzazione Unica regionale, è dichiarata di pubblica utilità, indifferibile ed urgente.

Al fine di ricostruire l'assetto litostratigrafico dell'area oggetto di studio e di una sua caratterizzazione geotecnica, si è proceduto:

- al rilevamento geologico di campagna di dettaglio;
- all'analisi di dati in possesso dello scrivente;
- all'analisi di dati e informazioni desunte da letteratura tecnica;
- all'esecuzione di un piano di investigazione costituito da
 - indagini indirette:
 - o n.6 profili sismici a rifrazione;
 - o n.4 profili sismici con metodologia MASW per caratterizzazione sismica con individuazione delle Vs,eq.

Lo studio ha evidenziato che:

- nell'area in cui sorgerà l'impianto i litotipi che interesseranno direttamente la struttura in progetto appartengono alla formazione "*Calcareniti del Salento*" (QP), con copertura di terreno vegetale;
- in base all'analisi dei profili sismici, la successione stratigrafica nei diversi settori, può essere ricostruita nel seguente modo:

Colonna stratigrafica 1

0,00 m ÷ 0,70/1,00 m	terreno vegetale
0,70/1,00 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 2

0,00 m ÷ 0,80/1,00 m	terreno vegetale
0,80/1,00 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 3

0,00 m ÷ 0,30/0,60 m	terreno vegetale
0,30/0,60 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 4

0,00 m ÷ 1,00/1,20 m	terreno vegetale
1,00/1,20 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 5

0,00 m ÷ 0,90/1,00 m	terreno vegetale
0,90/1,00 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

Colonna stratigrafica 6

0,00 m ÷ 1,00/1,30 m	terreno vegetale
1,00/1,30 m ÷ prof. non indagata	calcarenite con intercalazioni sabbiose

- Per quanto riguarda il cavidotto, il suo tracciato si snoderà interrato lungo strade vicinali, comunali e provinciali in direzione W-NW laddove l'impianto sarà collegato su un futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata "Galatina". Gli scavi dove verrà alloggiato avranno profondità comprese tra 0,50 e 1,40 m, pertanto intercetteranno il primo sismostrato (terreno vegetale) ed, eventualmente, la parte superiore del secondo sismostrato (calcareniti con intercalazioni sabbiose).
- Nel corso delle indagini eseguite, non è stata riscontrata presenza di falda freatica. Ciononostante, non si esclude la possibilità di una presenza di modeste falde superficiali sospese, anche a carattere stagionale, in stretta connessione con il regime pluviometrico. E' presente una falda profonda, che circola nella formazione miocenica, ed una falda soggiacente, posta all'interno dei calcarei cretaci, il cui spessore è valutabile in 75 m circa.
- Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove "Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni", l'analisi dei profili sismici con metodologia MASW e le correlazioni relative, hanno permesso di assegnare ai terreni di fondazione, la seguente categoria di suolo:

Categoria 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;*

- Sulla base della Deliberazione della Giunta Regionale" n° 153 del 02/03/2004 il comune di Corigliano D'Otranto (LE) ricade in **zona 4**.

Durante l'esecuzione degli scavi è necessaria l'adozione di strutture di sostegno partendo dal presupposto che le azioni dovute al terreno, all'acqua ed ai sovraccarichi anche transitori devono essere calcolate e composte in modo da pervenire di volta in volta alle condizioni più sfavorevoli.

Dovendo sempre supporre un certo grado di imprevedibilità che è proprio delle formazioni geolitologiche, il progettista e/o direttore dei lavori deve verificare, in fase esecutiva, la rispondenza tra quanto previsto e l'effettiva situazione riscontrata, differendo, in caso contrario, le soluzioni progettuali sulla scorta di ulteriori indagini.

Redatta nel mese di gennaio 2024

dott. geol. Francesco Caldarone



ALLEGATI

LABORATORIO MATERIALI DA COSTRUZIONE
LABORATORIO TERRE E ROCCE
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

GEOPROVE S.R.L.

COMUNE DI CORIGLIANO D'OTRANTO (PROV. DI LECCE)

COMMITTENTE: Dott. Geol. Francesco Caldarone

INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE PRESSO
UN'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO DI
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO

Ruffano, dicembre 2023

IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA 00014/19
OHSAS 18001:2007, n. SA 00015/19



SOA 06206 Il Livello



GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750 • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | www.geoprave.eu • info@geoprave.eu

INDICE

<i>INDICE</i>	1
<i>PREMESSA</i>	2
<i>INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	3
<i>Profili sismici a rifrazione</i>	4
<i>Sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)</i>	18

PREMESSA

Nel mese di dicembre 2023, la Società Geoprove S.r.l. di Ruffano, eseguiva delle indagini allo scopo di ricostruire il modello geologico-stratigrafico e di caratterizzare meccanicamente e sismicamente un'area interessata dal progetto di un impianto agrivoltaico situato in un agro nel Comune di Corigliano D'Otranto (LE).

La campagna d'indagini è stata effettuata in conformità al D.M. 17.01.2018 ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Sono stati pertanto eseguiti:

- n.6 profili sismici a rifrazione (i profili nn. SR1, SR2, SR3, SR4, SR5 e SR6);
- n.4 profili sismici con metodologia MASW (sulle stesse stese nn. SR1, SR3, SR5 e SR6).

INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 17.01.2018 ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi di supporto alla progettazione.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di:

- n.6 profili sismici a rifrazione;
- n.4 profili sismici con metodologia MASW.

Profili sismici a rifrazione

La sismica a rifrazione consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni, con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di determinare la velocità (V_p) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

I dati così ottenuti si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

I profili sismici sono stati eseguiti adottando una distanza tra i geofoni di 3 metri; in totale sono stati eseguiti 6 profili così come riportati nella planimetria seguente.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una massa battente del peso di 5 kg ed una piastra rettangolare.

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod. Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

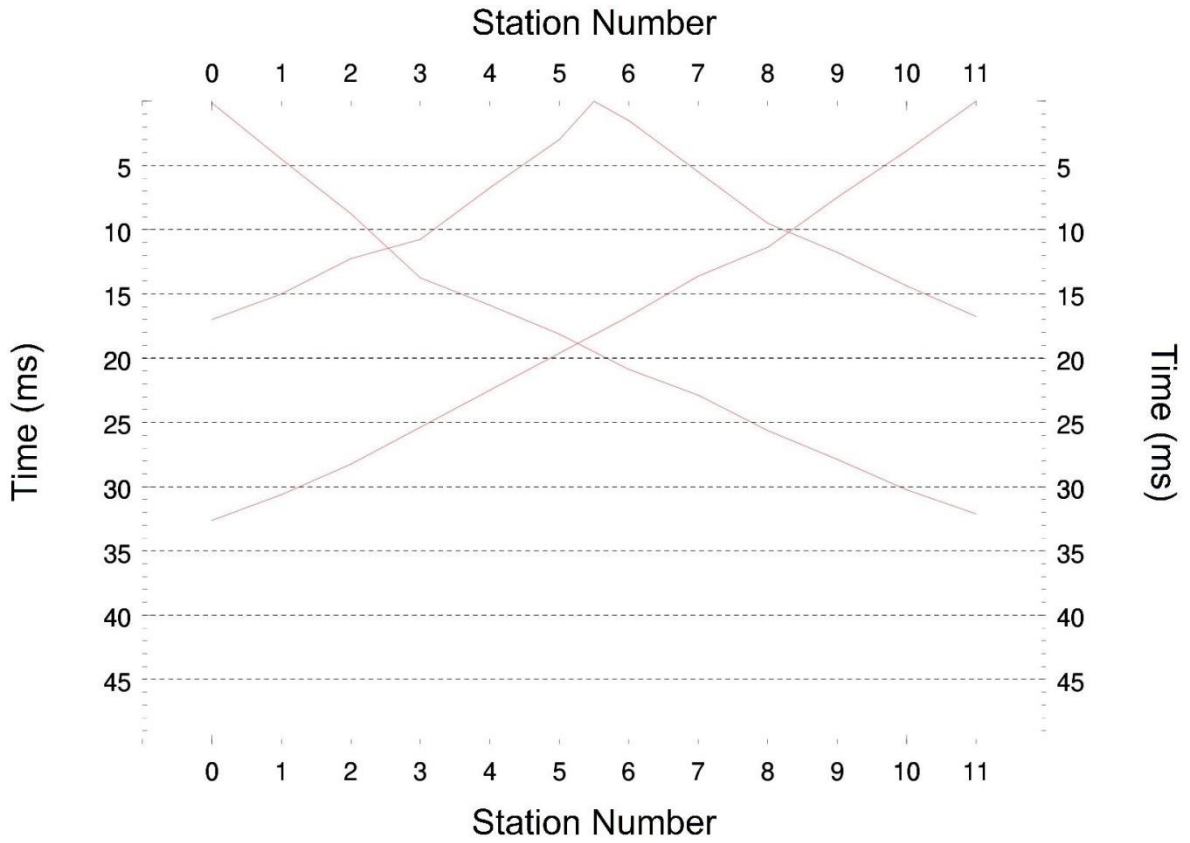
Per quanto riguarda l'interpretazione dei dati di campagna, essa è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

Profilo sismico SR 1

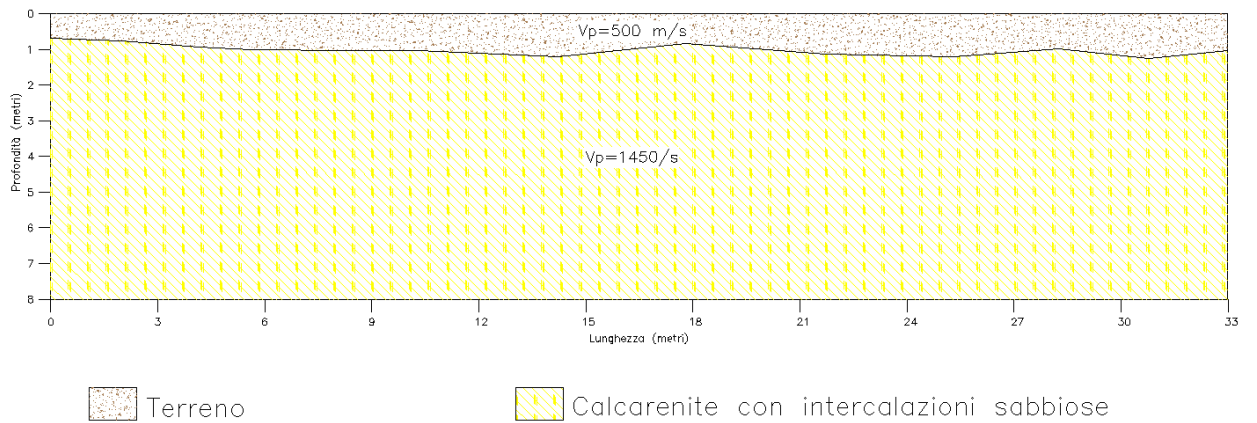
Il profilo sismico a rifrazione 1 ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati: in affioramento, per uno spessore di 0.70 - 1.00 m si rinviene il primo sismostrato che è caratterizzato da una velocità V_p di 500 m/sec ed è riconducibile a terreno vegetale; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità di V_p di 1450 m/sec; tali velocità sono da attribuire ad una litologia caratterizzata da calcareniti con intercalazioni sabbiose.



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 1- e Masw n.1 sullo stesso stendi mento



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR1
LOCALITA': CORIGLIANO D'OTRANTO (LE)

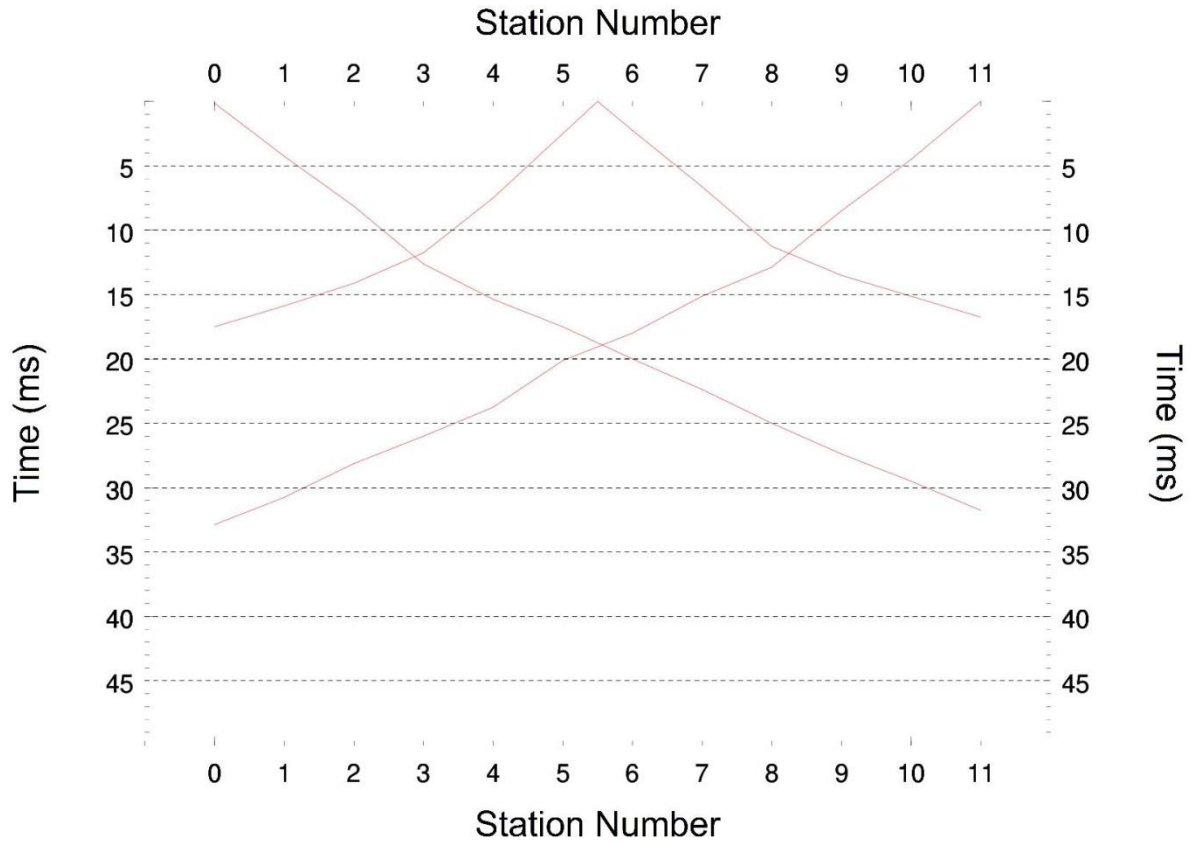


Profilo sismico SR 2

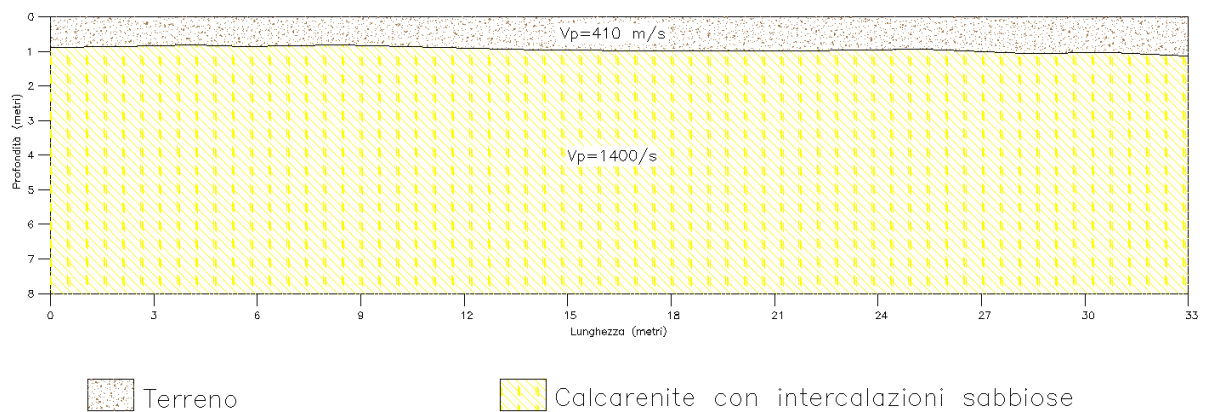
Il profilo sismico a rifrazione 2 ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati: in affioramento, per uno spessore di 0.80 - 1.00 m si rinviene il primo sismostrato che è caratterizzato da una velocità V_p di 410 m/sec ed è riconducibile a terreno vegetale; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità di V_p di 1400 m/sec; tali velocità sono da attribuire ad una litologia caratterizzata da calcareniti con intercalazioni sabbiose.



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 2



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR2
LOCALITA': CORIGLIANO D'OTRANTO (LE)

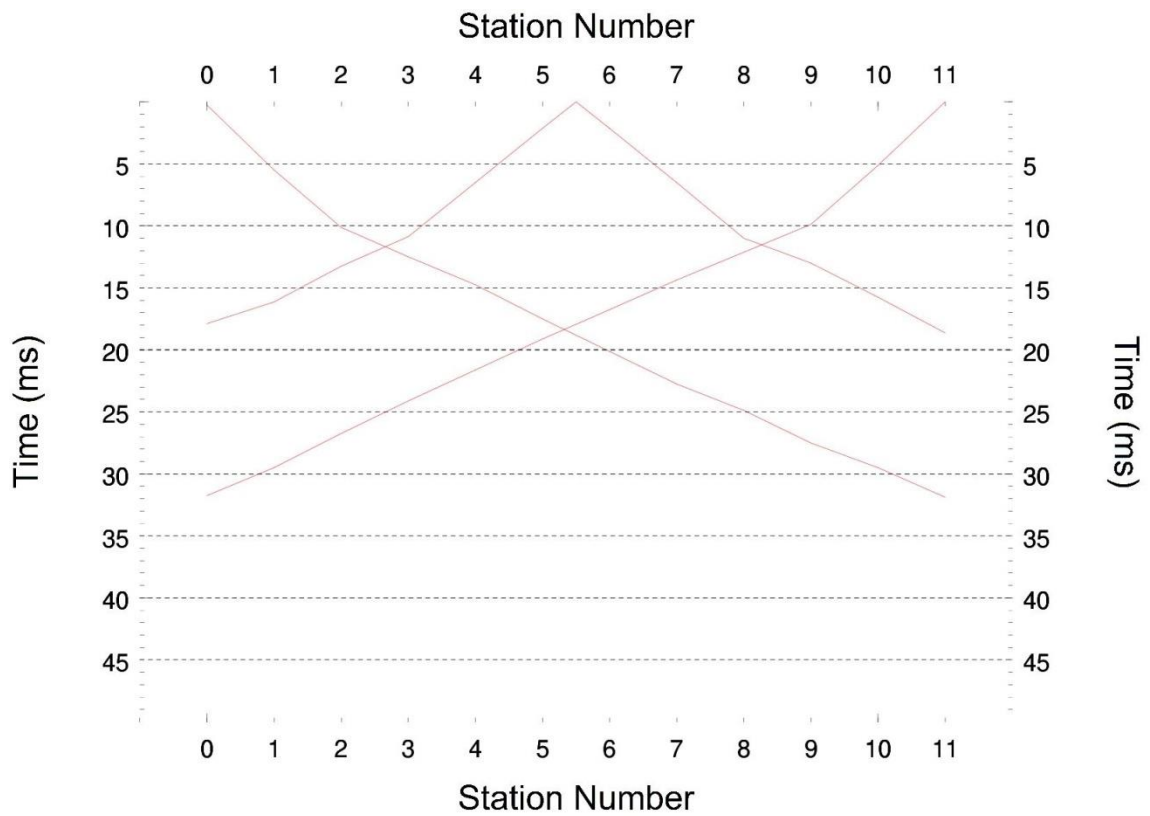


Profilo sismico SR 3

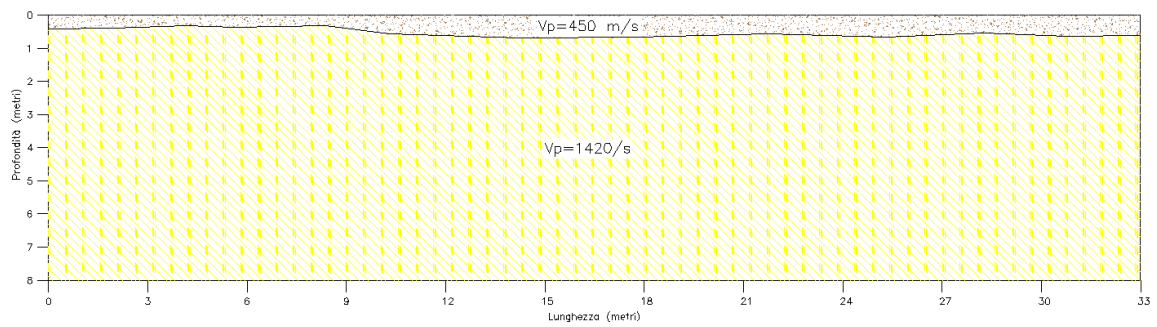
Il profilo sismico a rifrazione 3 ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati: in affioramento, per uno spessore di 0.30 - 0.60 m si rinviene il primo sismostrato che è caratterizzato da una velocità V_p di 450 m/sec ed è riconducibile a terreno vegetale; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità di V_p di 1420 m/sec; tali velocità sono da attribuire ad una litologia caratterizzata da calcareniti con intercalazioni sabbiose.



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 3- e Masw n.2 sullo stesso stendimento



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR3
LOCALITA': CORIGLIANO D'OTRANTO (LE)



Terreno

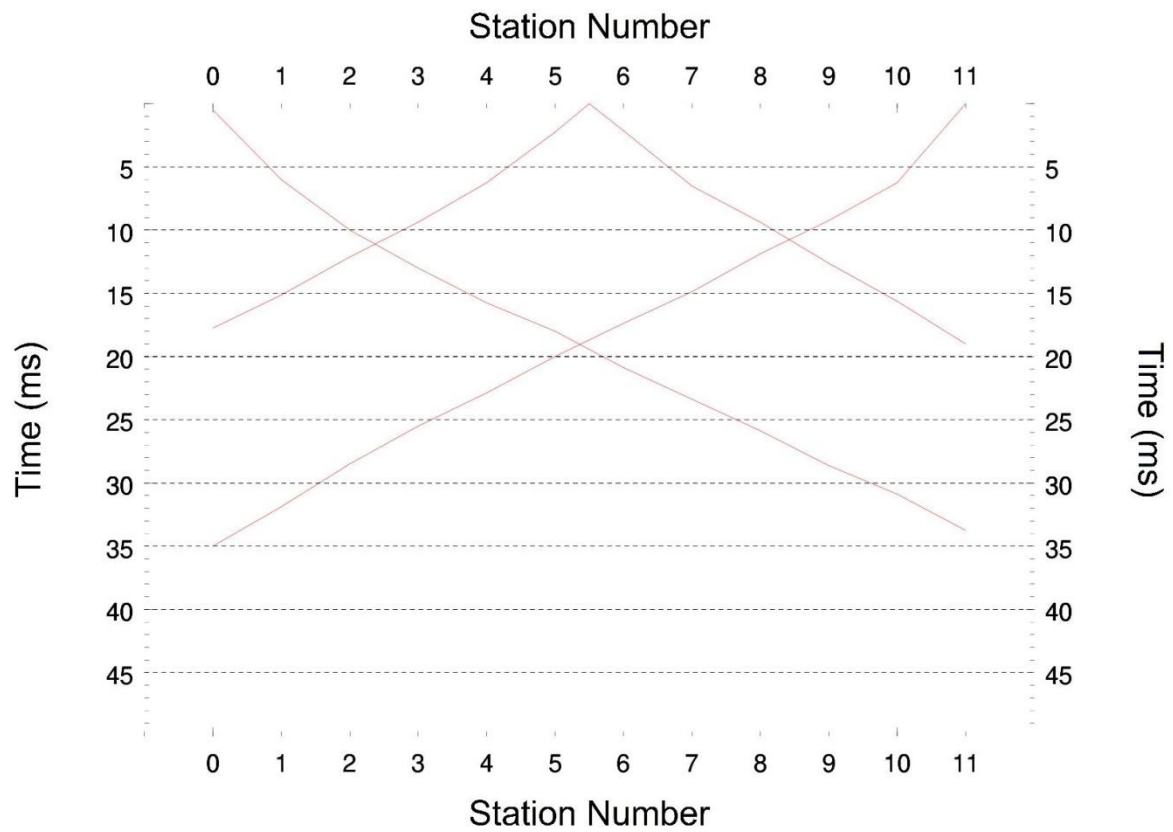
Calcarenite con intercalazioni sabbiose

Profilo sismico SR 4

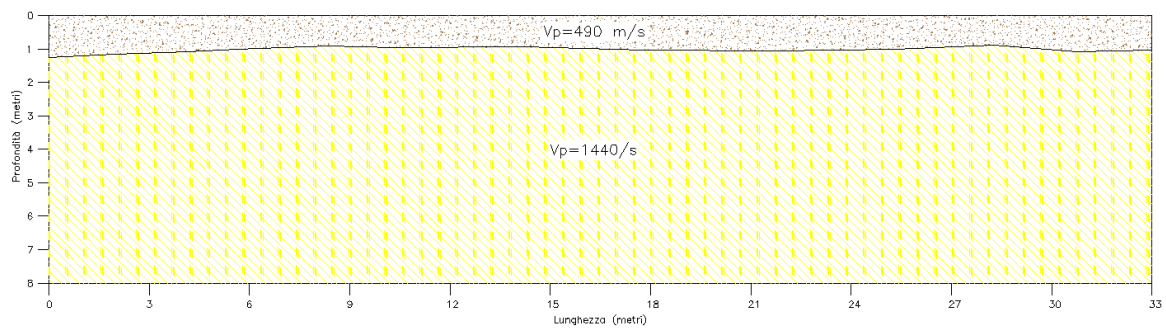
Il profilo sismico a rifrazione 4 ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati: in affioramento, per uno spessore di 1.00 - 1.20 m si rinviene il primo sismostrato che è caratterizzato da una velocità V_p di 490 m/sec è riconducibile a terreno vegetale; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità di V_p di 1440 m/sec; tali velocità sono da attribuire ad una litologia caratterizzata da calcareniti con intercalazioni sabbiose.



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 4



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR4
LOCALITA': CORIGLIANO D'OTRANTO (LE)



 Terreno

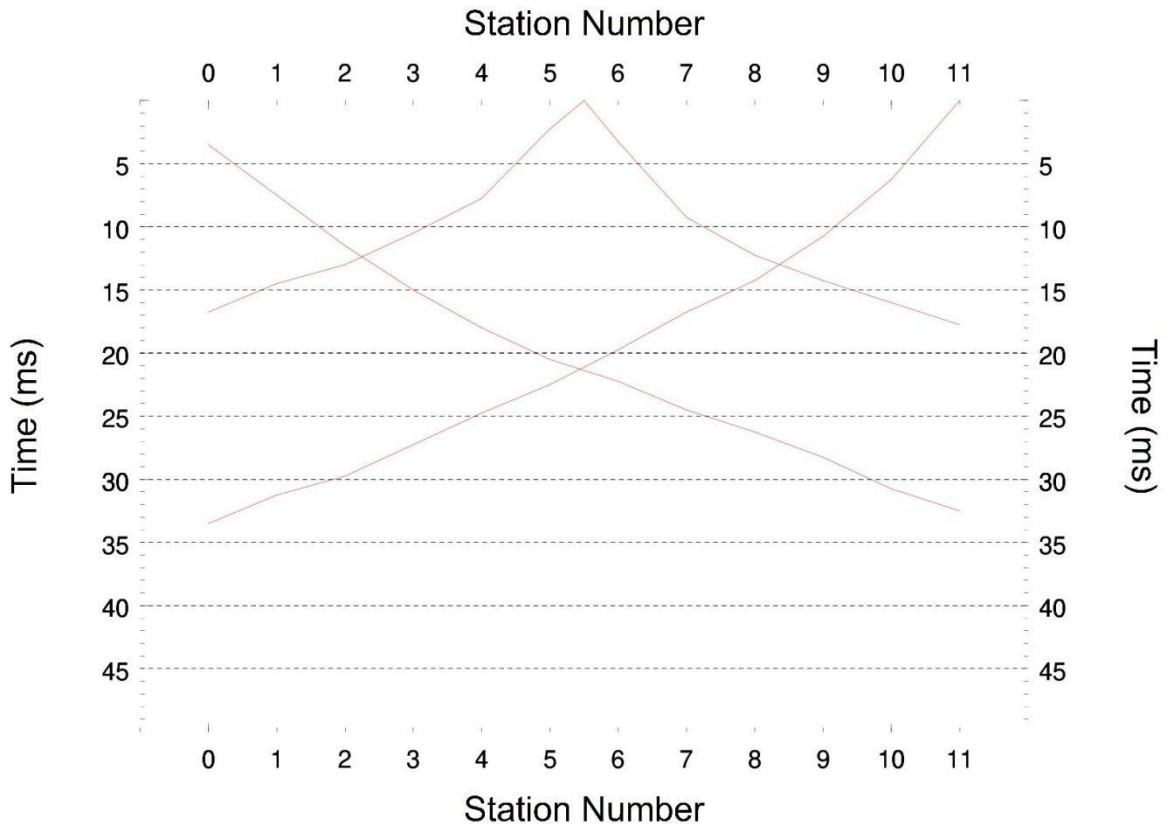
 Calcarenite con intercalazioni sabbiose

Profilo sismico SR 5

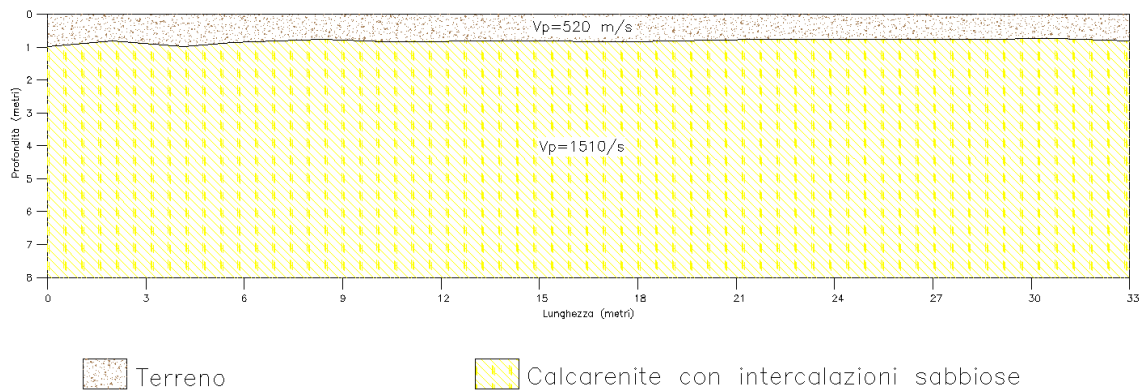
Il profilo sismico a rifrazione 5 ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati: in affioramento, per uno spessore di 0.90 - 1.00 m si rinviene il primo sismostrato che è caratterizzato da una velocità V_p di 520 m/sec e riconducibile a terreno vegetale; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità di V_p di 1510 m/sec; tali velocità sono da attribuire ad una litologia caratterizzata da calcareniti con intercalazioni sabbiose.



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 5- e Masw n.3 sullo stesso stendimento



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR5
LOCALITA': CORIGLIANO D'OTRANTO (LE)

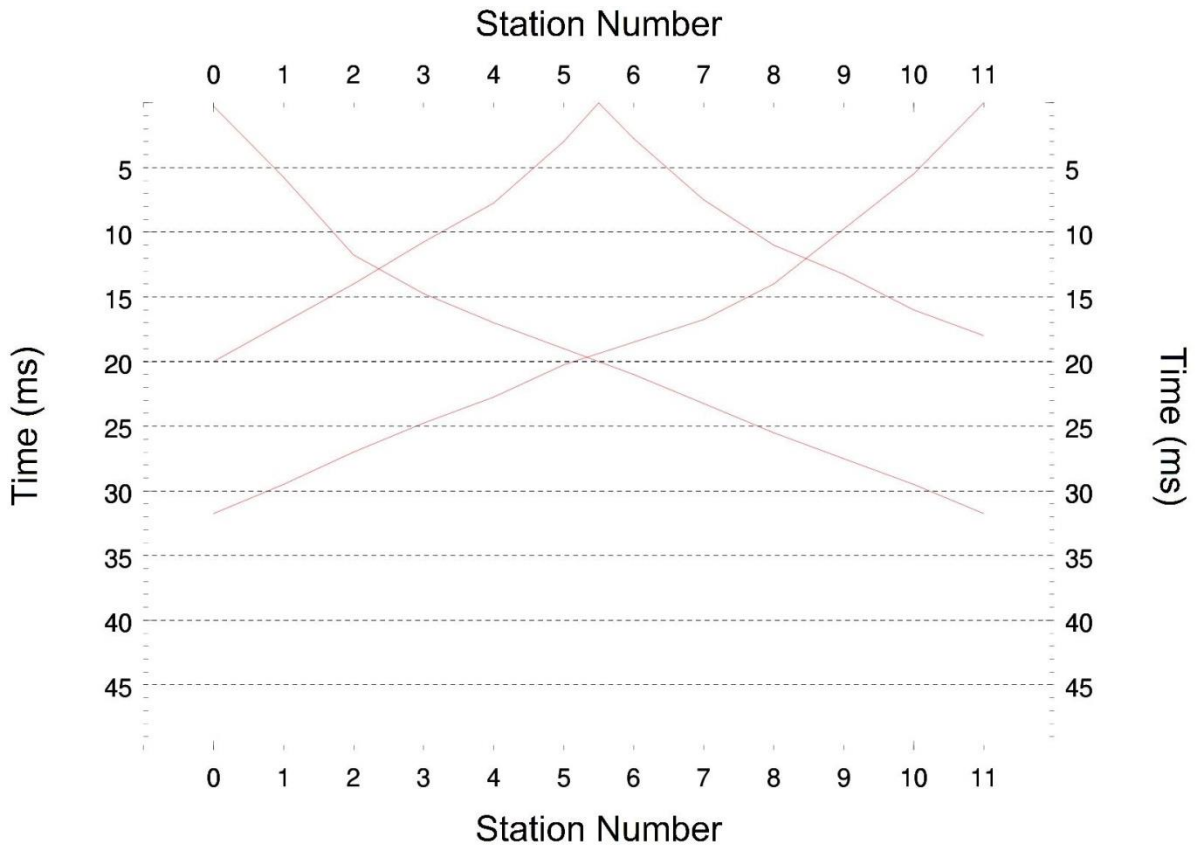


Profilo sismico SR 6

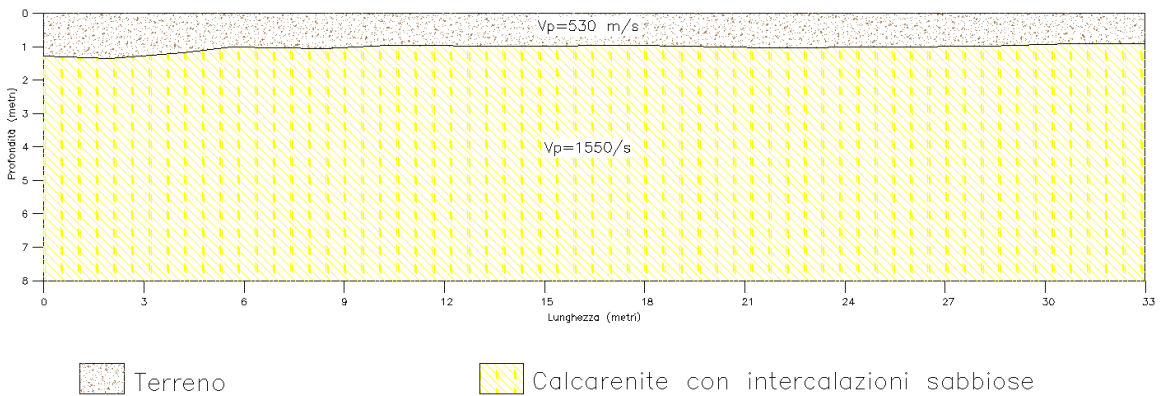
Il profilo sismico a rifrazione 6 ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati: in affioramento, per uno spessore di 1.00 - 1.30 m si rinviene il primo sismostrato che caratterizzato da una velocità V_p di 530 m/sec è riconducibile a terreno vegetale; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità di V_p di 1550 m/sec; tali velocità sono da attribuire ad una litologia caratterizzata da calcareniti con intercalazioni sabbiose.



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 6- e Masw n.4 sullo stesso stendimento



PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE SR6
LOCALITA': CORIGLIANO D'OTRANTO (LE)



Dalla misurazione delle velocità V_p e V_s , si è risaliti ai seguenti parametri medi.

Strato	V_p (m/sec)	V_s (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cm ^q)	γ (gr/cm ^c)	E (Kg/cm ^q)	η
1	480	171	-	-	-	-	-
2	1460	475	31	0.02	2.05	1333	0.44

V_p = vel. longit.; V_s = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C = coesione efficace;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico; η = coefficiente di poisson

Sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione dell'area investigata sono state eseguite delle indagini sismiche con metodologia MASW.

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.

Prima parte: determinazione curva di dispersione

Determinazione Spettro di Velocità

A) Caricamento dati B) Calcolo spettro di velocità C) Picking della curva di dispersione

Seconda parte: inversione della curva di dispersione

Inversione delle Curve di Dispersione

A) Fissare parametri di inversione

secondo passo - definizione numero di strati
 numero di strati

menu genetico
 numero di individui (min 5 - max 10000)
 numero di generazioni (min 10 - max 400)

	velocità minima (m/sec)	velocità massima (m/sec)	spessore minimo (m)	spessore massimo (m)
1° strato	257.848	572.628	0.16174	17.4094
2° strato	208.049	1021.82	0.16174	17.4094
semispazio	196.333	1570.66		

annulla calcola

B) Lanciare l'inversione ed attendere il risultato

spettro di velocità

modello migliore VS30: 715 m/sec
 modello medio VS30: 681 m/sec

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).

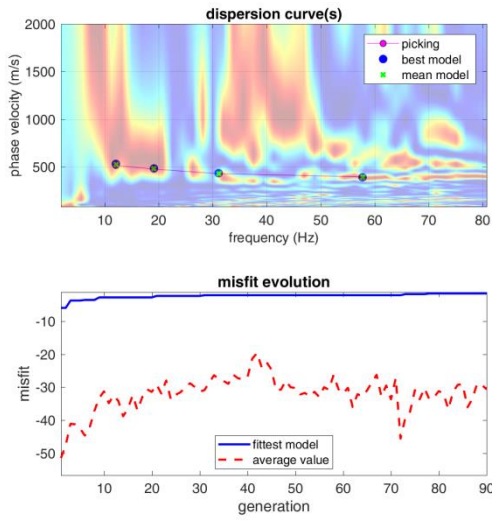
In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

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

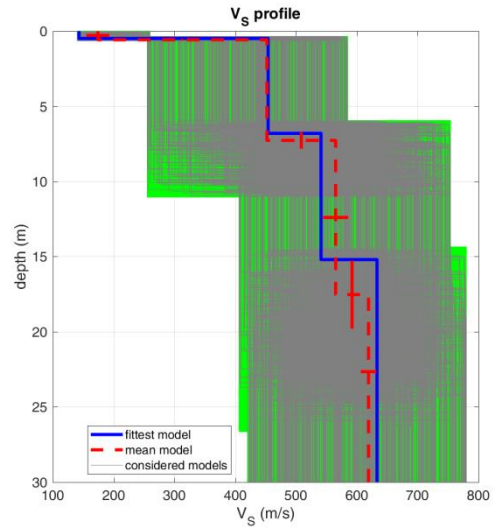
La V_{Seq} è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{Seq} = \frac{H}{\sum h_i/V_i}$$

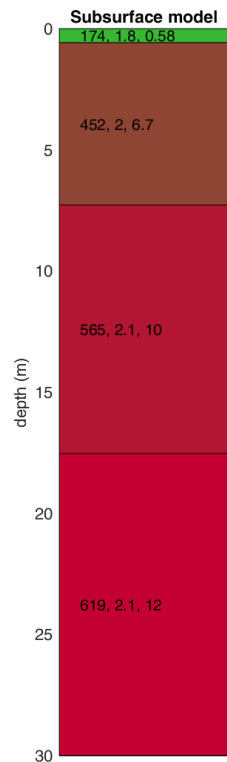
Profilo sismico Masw 1



www.winmasw.com

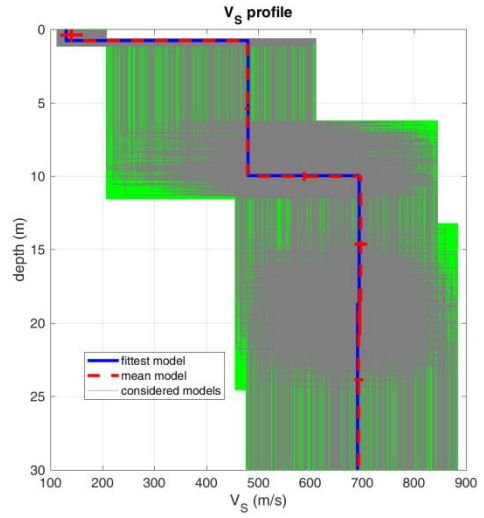
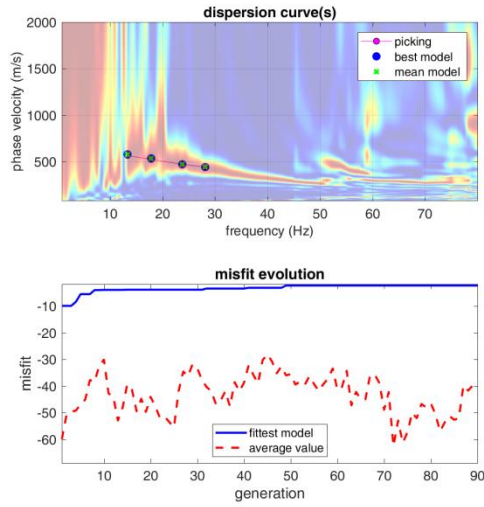


dataset: 342.dat
 dispersion curve: p.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 533 533 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 532 532 m/s



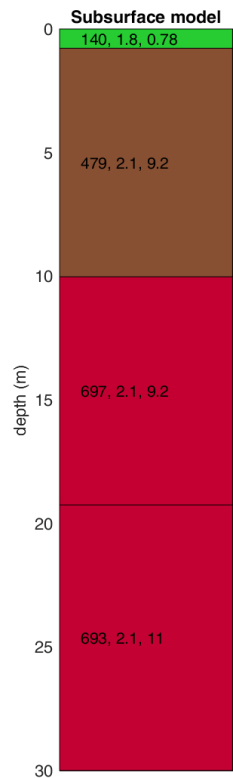
V_s density thickness
 (m/s) (gr/cm³) (m)

Profilo sismico Masw 2



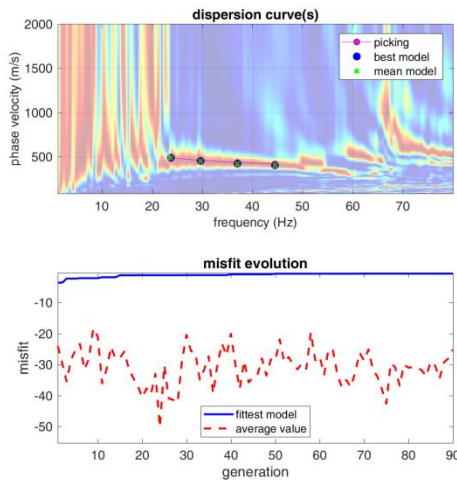
dataset: 323.dat
 dispersion curve: p.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 555 555 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 559 559 m/s

www.winmasw.com

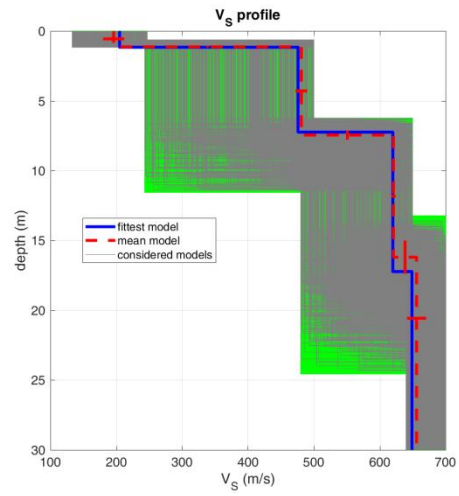


V_s density thickness
 (m/s) (gr/cm³) (m)

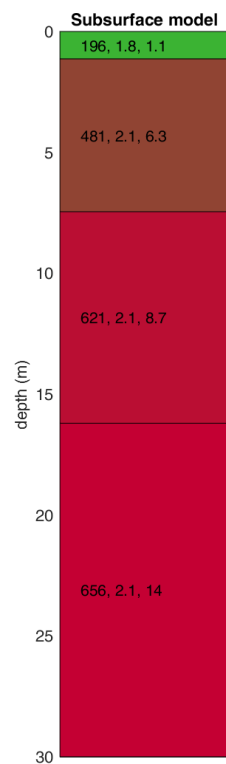
Profilo sismico Masw 3



www.wlmmasw.com

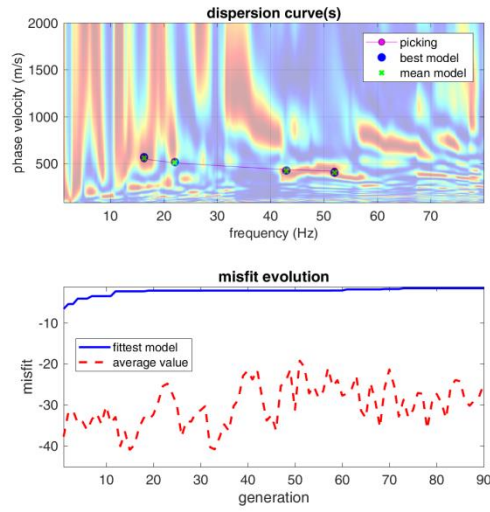


dataset: 0000218.sgy
 dispersion curve: p.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 553 553 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 555 555 m/s

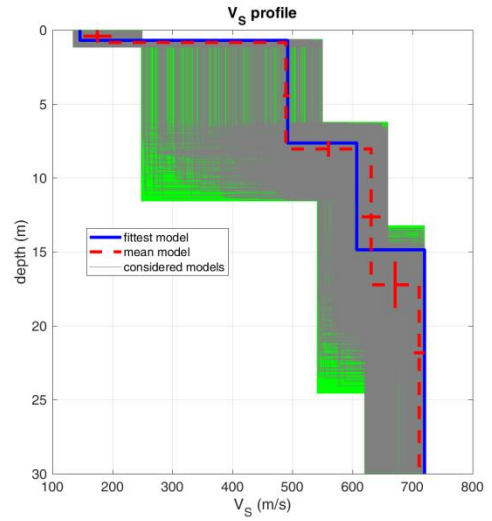


V_s density thickness
 (m/s) (gr/cm³) (m)

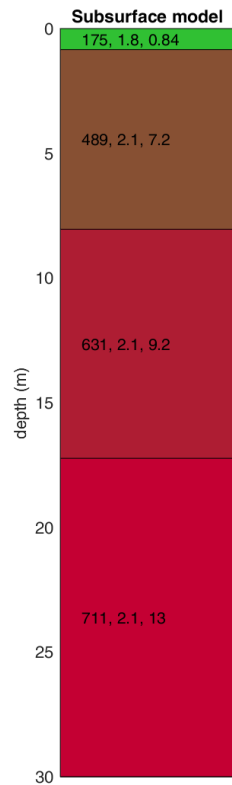
Profilo sismico Masw 4



www.wlmmasw.com



dataset: 211.dat
 dispersion curve: p.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 579 579 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 576 576 m/s



V_s density thickness
 (m/s) (gr/cm³) (m)

Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 17Gennaio 2018, recante aggiornamento delle “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*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti 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 spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti 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 spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale 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 equivalenti riconducibili a quelle definite per le categorie C o D***, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Alla luce di quanto detto, avendo ottenuto un valore di V_{seq} di:

Masw 1 = 532 m/sec

Masw 2 = 559 m/sec

Masw 3 = 555 m/sec

Masw 4 = 576 m/sec

Il sottosuolo oggetto di studio rientra nella **categoria B** con valori di velocità equivalenti compresi tra 360 m/s e 800 m/s per le indagini.

Ruffano, novembre 2023

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

