



Regione Puglia
Città Metropolitana di Bari
Comune di Gravina in Puglia



Progetto per la realizzazione di un **impianto agrivoltaico** della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato “Macinale” con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA)

Titolo:

OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA
RELAZIONE GEOTECNICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 3 4 3 0 3	D	R	0 1 1 2	0 0

Proponente:

ALERIONSERVIZITECNICIE SVILUPPO

Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Via Renato Fucini 4
20122 – Milano (MI)

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Cardito, 202 | 83031 | Ariano Irpino (AV)
Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz | info@progettoenergia.biz



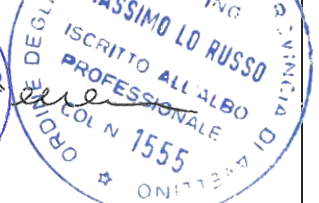
SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Geologo:

Dott. Antonio Petriccione

Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
REVISIONI	00	18.05.2023	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	M. SAMMARTINO	G. RIELLO	A. PETRICCIONE

INDICE

1	SCOPO.....	3
2	UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO	3
3	ARTICOLAZIONE DEL LAVORO	4
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE	4
4.1	GEOLOGICO E STRUTTURALE	4
4.2	GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO	7
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	8
5.1	DEFINIZIONE DEL PIANO DI INDAGINI DA ESEGUIRE.....	8
5.2	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT	8
6	INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)	13
7	MODELLAZIONE SISMICA.....	16
7.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA	16
7.2	RISULTATI INDAGINI SISMICHE MASW	19
7.3	ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	20
7.4	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	21
8	MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA.....	22
8.1	INDAGINI GEOTECNICHE.....	22
8.2	INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT	22
8.3	MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO E VALORI CARATTERISTICI ADOTTATI	25
8.4	STABILITÀ DELL'AREA	26
8.5	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	26
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	28

ALLEGATI:

1. Stralcio Corografia di inquadramento con ubicazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse Scala 1:25.000
2. Planimetria ubicazione indagini geognostiche eseguite Scala 1:5.000
3. Certificati prove penetrometriche statiche CPT
4. Elaborati indagine sismica Masw M1

1 SCOPO

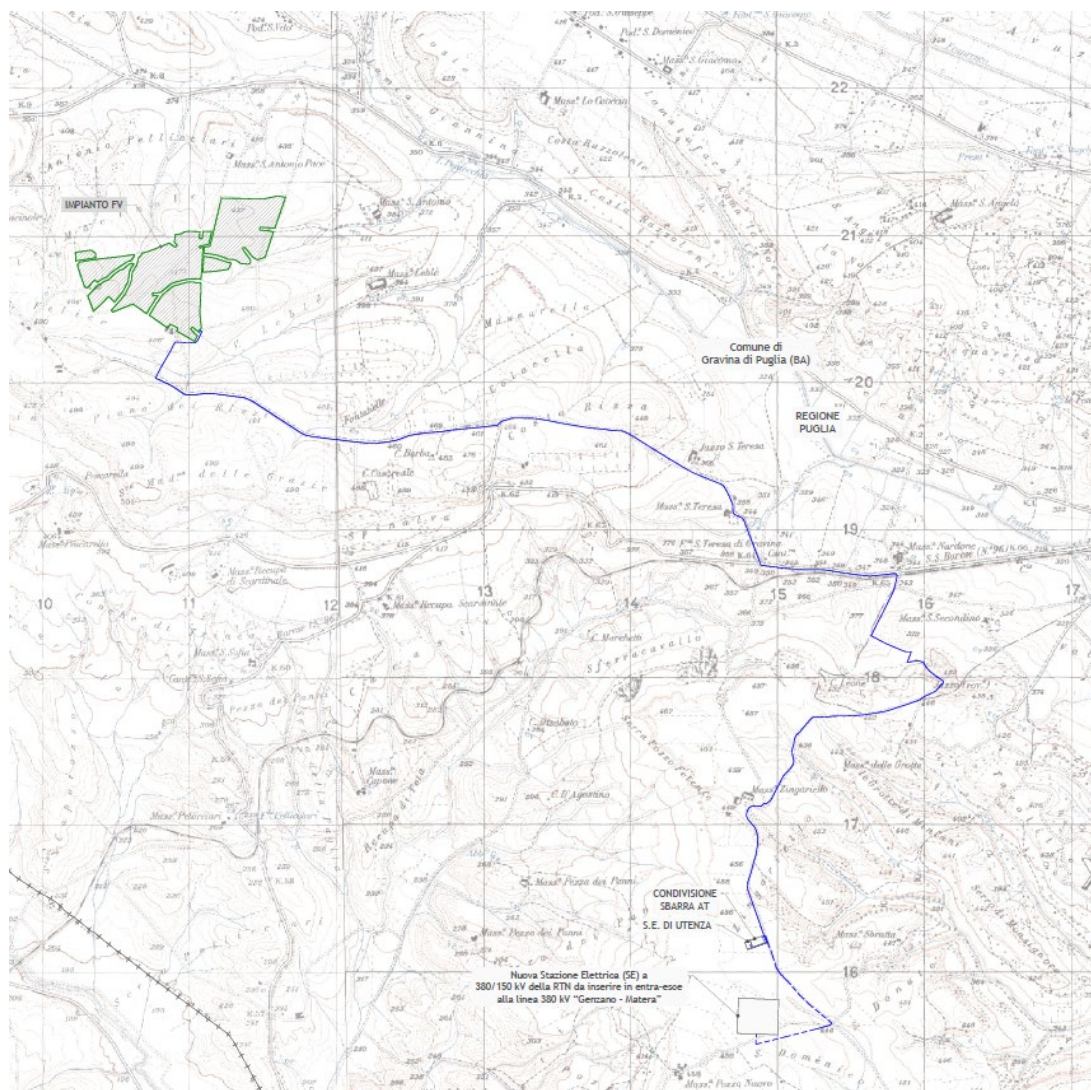
Scopo del presente documento è la redazione della relazione geotecnica e sismica finalizzata all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione e all'esercizio dell'impianto Agrivoltaico denominato "Macinale" da realizzarsi nel comune di Gravina in Puglia (BA), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione su uno stallo a 150 kV in antenna alla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV ubicata anche essa in Gravina in Puglia (BA).

2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO



L'intervento consiste nella realizzazione di un Impianto Fotovoltaico nel comune di Gravina in Puglia (BA), in località "Piano S.Felice", di potenza di 39.195 kWp (tenuto conto del rapporto di connessione DC / AC = 1,18 e della potenza di connessione pari 33.500,00 kWp), del relativo Cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, connessa in A.T. 150 kV in antenna alla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV "Genzano-Matera", ubicata nel comune di Gravina in Puglia (BA).

Si ricorda che con il termine "Progetto" si fa riferimento all'insieme di: Impianto Fotovoltaico, Cavidotto M.T., Stazione Elettrica d'Utenza, Impianto d'Utenza per la Connessione (linea A.T.) ed Impianto di Rete per la connessione.

Si riporta, di seguito, uno stralcio della corografia di inquadramento:



Corografia di inquadramento con individuazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse in esame

	<p style="text-align: center;">OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA).</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 234303_D_R_0112 Rev. 00</p>		

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nel Foglio n. 188 (Gravina in Puglia) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, e nei quadranti 188-II-NE (Gravina in Puglia) e 188-II-NO (Notargiacomo) della carta IGM in scala 1:25.000.

Dal punto di vista degli scenari di rischio idrogeologico, l'intero impianto attraversa il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (Ex AdB Basilicata).

3 ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

L'indagine è stata articolata, previa consultazione del progetto, nelle seguenti fasi:

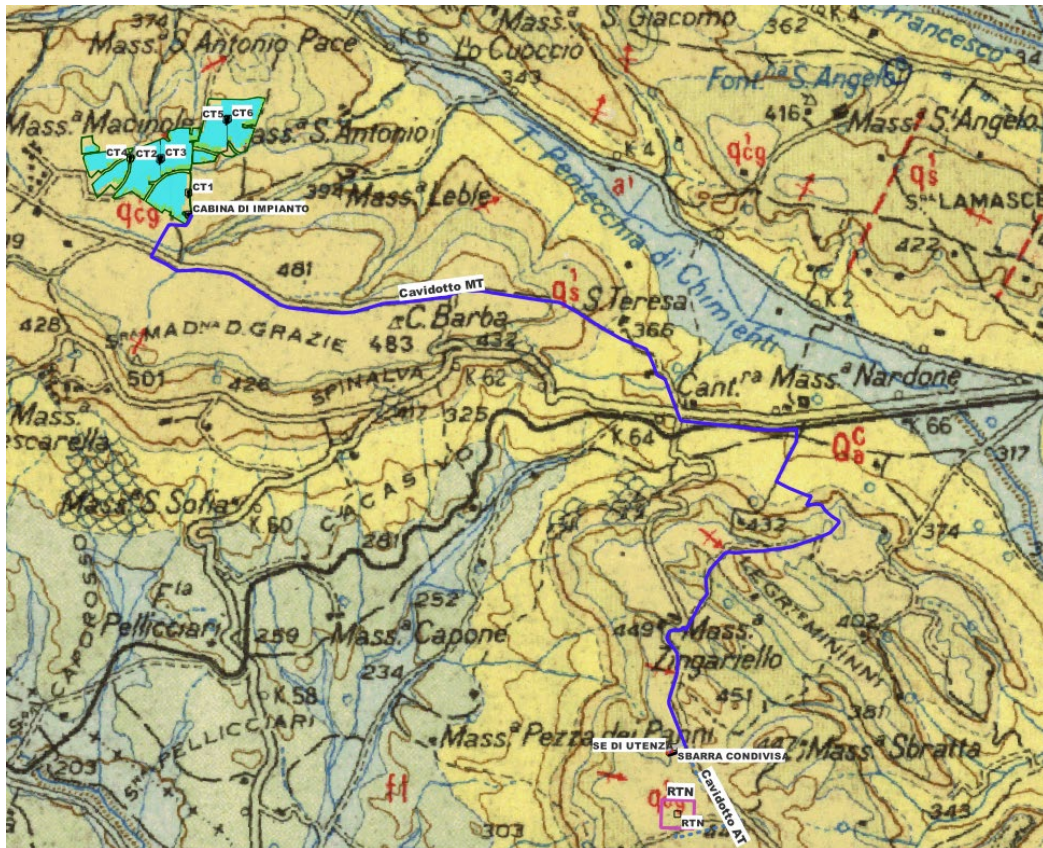
- *Rilevamento delle caratteristiche geomorfologiche e geolitologiche di superficie integrato dalla lettura delle carte geologiche presenti in bibliografia*
- *Analisi della cartografia a corredo del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (carta degli scenari di rischio)*
- *Reperimento e interpretazione di una serie di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche eseguite nelle aree ricadenti nelle zone che ospiteranno l'impianto fotovoltaico in esame e raccolta di dati bibliografici*
- *Esecuzione di una campagna di indagini geognostiche consistenti in:*
 - N. 3 prove penetrometriche statiche CPT
 - N. 1 indagine sismica di superficie di tipo M.A.S.W.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

4.1 GEOLOGICO E STRUTTURALE

Al fine di una più immediata comprensione dei caratteri litologici delle unità geologiche affioranti nel territorio studiato, è stato effettuato un inquadramento geologico-strutturale preliminare a scala regionale.

In particolare l'area in esame è ubicata all'interno del Foglio n. 188 (Gravina in Puglia) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, di cui di seguito si riporta uno stralcio.



Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio n. 188 (Gravina in Puglia)

Da un punto di vista geologico, dalla consultazione della carta geologica d'Italia l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico si contraddistingue per la presenza delle seguenti formazioni:

Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 188 (Gravina in Puglia)

DEPOSITI QUATERNARI

(q'cg) – (Pleistocene) – Conglomerati di Irsina– (Campo fotovoltaico – porzione di cavidotto – stazione elettrica di utenza- stazione RTN)

Trattasi di conglomerati alluvionali poligenici con evidente stratificazione incrociata e lenti sabbiose ocracee e rossastre.



(qs¹) – (Pleistocene) – Sabbie dello Stature– (Porzione di cavidotto)

Trattasi di sabbie fini quarzoso-micacee, ocracee e rossastre

(Qa^o) – (Pliocene) – Argille di Gravina – (Porzione di cavidotto)

Argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre talora con gesso e frustoli carboniosi.

Da un punto di vista geologico-strutturale, l'area in oggetto, ricade nell'ambito della Fossa Bradanica (Migliorini, 1937); quest'ultima è un'unità paleogeografica che, in Basilicata, rappresenta il bacino di sedimentazione plio-pleistocenico compreso tra la Catena Appenninica e l'Avampaese Apulo.

	<p style="text-align: center;">OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA).</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 234303_D_R_0112 Rev. 00</p>		

Si tratta di una depressione tettonica con asse allungato in direzione nord - ovest sud – est, compresa tra le Murge ad oriente e l'Appennino Lucano ad Occidente.

La Fossa è stata colmata durante il Plio-Pleistocene da una potente successione sedimentaria di origine clastica costituita essenzialmente da Argille marnose e siltose (formazione delle Argille sub appennine) passanti in alto a sabbie e ancora a Conglomerati Poligenici che rappresentano i depositi di chiusura del ciclo sedimentario.

Tale successione, in gran parte non affiorante, è stata ricostruita utilizzando dati di superficie e dati di sottosuolo, questi ultimi provenienti dall'esplorazione per ricerca di idrocarburi (Sella et al. 1988, Balduzzi et al., 1982, Casnedi et al., 1982).

Il substrato della successione della Fossa Bradanica è rappresentato dai carbonati della piattaforma apula di età Meso-Cenozoica; questi attraverso un sistema di faglie dirette formano una struttura a gradinata (sistema ad horst e graben) di cui l'altopiano murgiano rappresenta la zona di culminazione assiale (Ricchetti et al., 1980).

I primi sedimenti della serie bradanica sono costituiti da argille marnose (emipelagiti di bacino poco profondo) spesse 100-150 m, di età via via più recente procedendo da ovest verso est, in conseguenza della migrazione del bacino nella stessa direzione.

Le emipelagiti evolvono a sedimenti siltosi e sabbiosi spessi fino a 2000 m, che rappresentano depositi di bacino profondo dovuti ad un'intensa sedimentazione torbidityca. Sui depositi torbidityci poggiano altri sedimenti marini pleistocenici rappresentati da argille siltose di mare poco profondo spesse alcune centinaia di metri. Tali depositi affiorano diffusamente in tutta la Fossa Bradanica e sono noti in letteratura con il termine formazionale di "Argille subappennine".

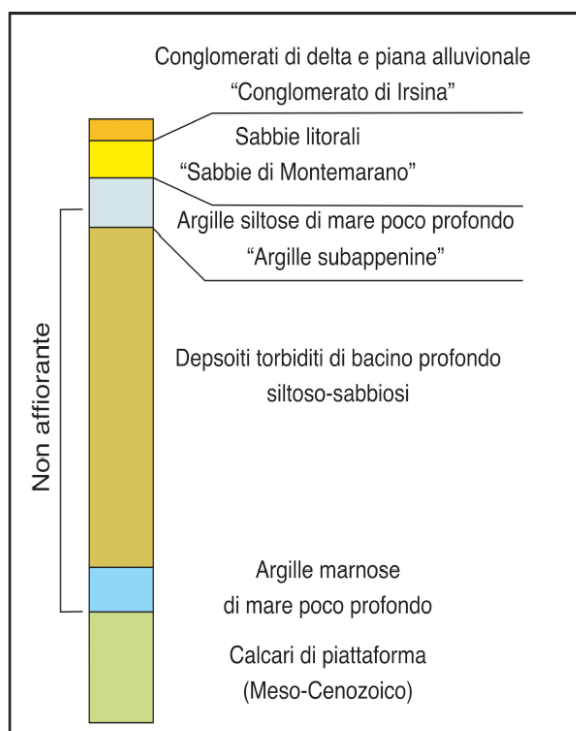
La successione bradanica si chiude con depositi clastici (sabbie e conglomerati) di ambiente litorale (spiaggia e delta) e continentale (piana alluvionale e depositi lacustri), che testimoniano la regressione marina e la contestuale emersione dell'area iniziata nel Pleistocene inferiore (1.8 Ma); tali depositi sono noti in letteratura con i termini formazionali di "Sabbie di Montemarano" (di ambiente marino) e "Conglomerati di Irsina" (in parte di ambiente continentale).

Il bacino bradanico inizia a configurarsi nel Pliocene inferiore. Esso deve la sua formazione alla subduzione verso ovest della litosfera adriatica, un processo già attivo a partire dal Miocene inferiore (Royden et al., 1994).

Durante questa fase si ha la flessura dell'avampaese apulo che subisce un'intensa fratturazione con la conseguente formazione di una struttura a gradinata (horst e graben) con settori ribassati verso ovest; si verifica, pertanto, l'ingressione marina è un progressivo approfondimento del bacino. Tale approfondimento è guidato dalla retroflessione della litosfera adriatica e dal carico litostatico della catena appenninica, il cui fronte progressivamente si sposta verso ovest sovrapponendosi agli stessi depositi di avanfossa.

A partire dal Pleistocene inferiore-medio, l'arretramento della litosfera rallenta a causa della resistenza a subdurre della spessa litosfera continentale adriatica (Doglioni et al., 1994). Inizia una fase di sollevamento regionale e di regressione marina testimoniata dalla presenza di un trend regressivo nei sedimenti della Fossa Bradanica (argille-sabbie-conglomerati).

Con il colmamento del bacino si ha l'emersione dell'intera area che da quel momento in poi non subisce deformazioni significative; ciò si riflette sull'assenza di deformazioni importanti. L'assetto geologico generale è caratterizzato da una giacitura degli strati suborizzontale o clinostratificata secondo l'originaria superficie deposizionale.

*Serie stratigrafica Bradanica*

In gran parte del bacino sedimentario, le inclinazioni sono contenute entro pochi gradi, con accentuazione sui margini della fossa, soprattutto sui murgiani appenninici.

Le leggere inclinazioni di strato sono connesse o a motivi deposizionali (conformazione del fondo del bacino) o a leggere differenziazioni nell'ambito del sollevamento.

In alcuni casi, i sedimenti terrigeni di riempimento del bacino sono interessati da faglie normali di piccolo rigetto per effetto del riaggiustamento strutturale a seguito del sollevamento regionale.

4.2 GEOLOGIA DEL SITO DI PROGETTO



Dalla disamina della carta geologica in scala 1:100.000 – Foglio n. 188 (Gravina in Puglia) e dal rilevamento geologico eseguito in fase di sopralluogo, si evince che l'impianto fotovoltaico e le relative opere connesse attraversano delle formazioni geologiche di cui di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi dell'impianto corrispondono:

▪ Conglomerato di Irsina (Villafranchiano).

Questa unità è rappresentata da ciottoli poligenici immersi in una matrice sabbioso-limosa dal rossastro al bruno che, a luoghi, può superare il 50%.

Trattasi di depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limosa con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, talora con intercalazioni di lenti di materiale argilloso-siltoso e sabbie giallastre.

Su tali depositi è prevista la realizzazione dell'intero impianto fotovoltaico, di parte del cavidotto, della stazione elettrica di utenza e della stazione RTN.

	<p style="text-align: center;">OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA).</i></p>	
Codifica Elaborato: 234303_D_R_0112 Rev. 00		

▪ **Sabbie dello Staturo (Villafranchiano).**

Questa unità è costituita da sabbie limose e debolmente limose di composizione quarzoso-micacea con sottili lenti di ciottoli poligenici e frazione argillosa estremamente bassa.

In relazione ai rapporti stratigrafici ed alla topografia è possibile desumere per questa formazione uno spessore massimo dell'ordine di 20-25 m.

Su tali depositi è prevista la realizzazione di parte del cavidotto MT.

▪ **Argille di Gravina o Argille subappennine (Calabriano).**

A questa formazione sono riferibili i terreni limoso-sabbiosi, abbastanza coesivi, con colorazione tipicamente grigio-azzurra.

Generalmente, la stratificazione è ben distinta e la parte alta della serie argillosa, nei punti di passaggio con i litotipi sovrastanti, è interessata da fitte intercalazioni limoso-sabbiose ocreo-giallastre e grigiastre, che segnano il graduale aumento della frazione grossolana sino alle sovrastanti formazioni sabbiose.

Su tali depositi è prevista la realizzazione di parte del cavidotto MT.

In allegato si riporta lo stralcio della carta geologica con individuazione dell'impianto fotovoltaico in esame

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

5.1 DEFINIZIONE DEL PIANO DI INDAGINI DA ESEGUIRE

Considerata l'entità dell'intervento, le conoscenze geologiche pregresse e le indagini geognostiche eseguite dal sottoscritto in zone limitrofe all'area di interesse, per la caratterizzazione geotecnica e sismica dell'area in esame è stata eseguita la seguente campagna di indagini geognostiche e geofisiche consistente in:

- *N. 3 prove penetrometriche statiche CPT spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 3.80 a 8.60 m dal piano campagna,*
- *N. 1 indagine sismica di superficie di tipo M.A.S.W.*

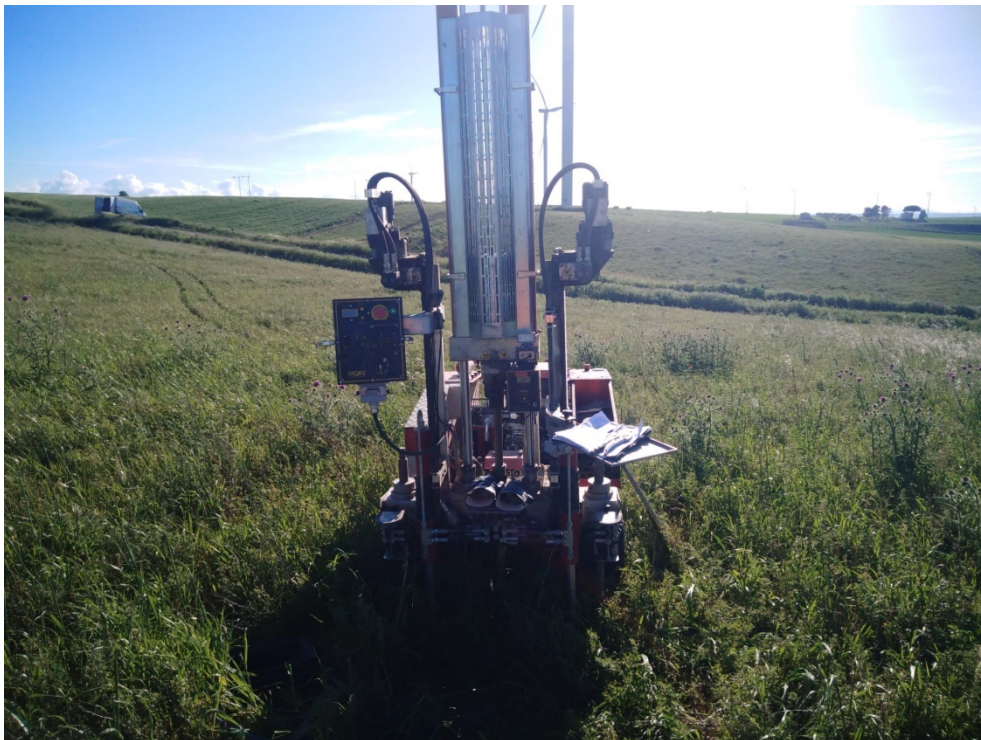
In allegato si riporta la planimetria in scala 1:5.000 con l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite.

5.2 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

Nel corso della campagna di indagini geognostiche, sono state eseguite n. 3 prove penetrometrica statica CPT spinte sino al raggiungimento del rifiuto strumentale avvenuto a profondità variabili da 3.80 m a 8.60 m dal locale piano campagna.



Prova Penetrometrica statica CPT 01



Prova Penetrometrica statica CPT 02



Prova Penetrometrica statica CPT 03

La prova CPT eseguita con il Penetrometro Statico Semovente Pluristandard da 20 tons della Pagani, determina la misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno. Lo sforzo per la penetrazione viene applicato per mezzo di un dispositivo di spinta che agisce su una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Fra i vari tipi di punte che solitamente vengono usate si è preferita la punta telescopica o punta Begemann. Questa possiede, dietro di sé, un manicotto opportunamente sagomato per evitare l'ingresso di terreno nell'intercapedine fra aste e tubi; viene inoltre usato un ulteriore manicotto scorrevole (friction jacket) che permette la misura della resistenza laterale locale (R_{ll}). Le dimensioni della punta e del manicotto sono standardizzate e precisamente:

- *Area trasversale della punta = 10 cmq*
- *Angolo di apertura del cono = 60°*
- *Superficie laterale del manicotto = 150 cmq*
- *Sulle aste cave è applicato un anello allargatore allo scopo di diminuire l'attrito del terreno sulla batteria di aste e facilitare l'approfondimento a parità di spinta disponibile.*

IL DISPOSITIVO DI MISURA

Per il penetrometro meccanico il dispositivo di misura è costituito da una piastra di carico collegata ad un sistema di acquisizione dati di alta precisione con un errore massimo < 0.2% del valore di fondo scala. Su un display digitale viene visualizzata la pressione necessaria per l'infissione nel terreno sia della punta che della punta più il manicotto laterale.

IL DISPOSITIVO DI SPINTA

Il dispositivo di spinta è costituito da un martinetto idraulico in grado di esercitare sulla batteria di aste cave una spinta di 20 tonnellate. La velocità con cui viene fatta penetrare la punta nel terreno è standard e precisamente di 2 cm/sec ± 0.2. ed è

indipendente dalla resistenza opposta dal terreno. Le misure di resistenza, come di norma, vengono annotate ogni 20 cm di penetrazione.

LA PROVA

Nel penetrometro meccanico la colonna di aste che fa avanzare la punta è protetta da una tubazione di rivestimento. L'esecuzione delle prove consente di ottenere valide informazioni ai fini della ricostruzione dei profili stratigrafici e geotecnici; infatti dal rapporto tra la resistenza laterale locale (Rll) e la resistenza all'avanzamento della punta (Rp) è possibile, mediante correlazione, risalire con una certa approssimazione alla natura dei terreni attraversati ed alle loro caratteristiche geotecniche quali angolo di attrito (ϕ), densità relativa (Dr), coesione (c) e modulo edometrico (Eed). In allegato, viene riportata l'elaborazione delle prove sia sotto forma di diagrammi che di tabulato dei valori rilevati alla centralina nonché quelli derivanti dall'elaborazione.

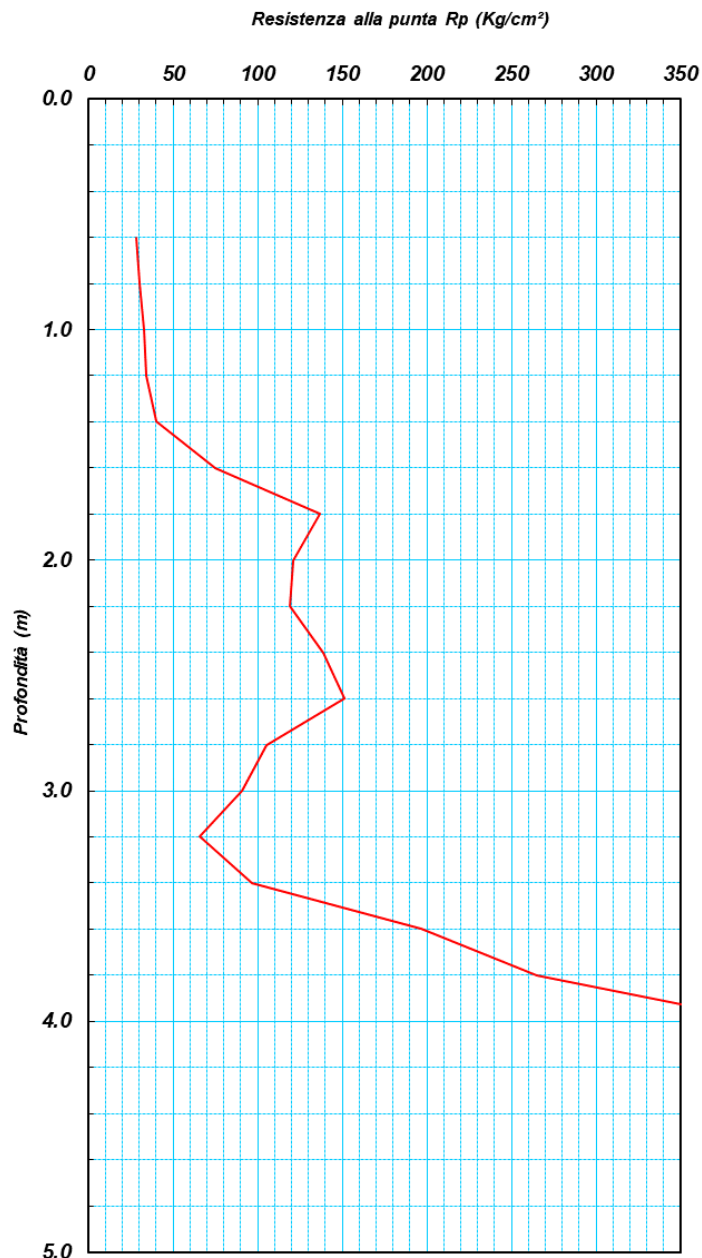


Grafico Resistenza alla punta Rp/profondità CPT 01

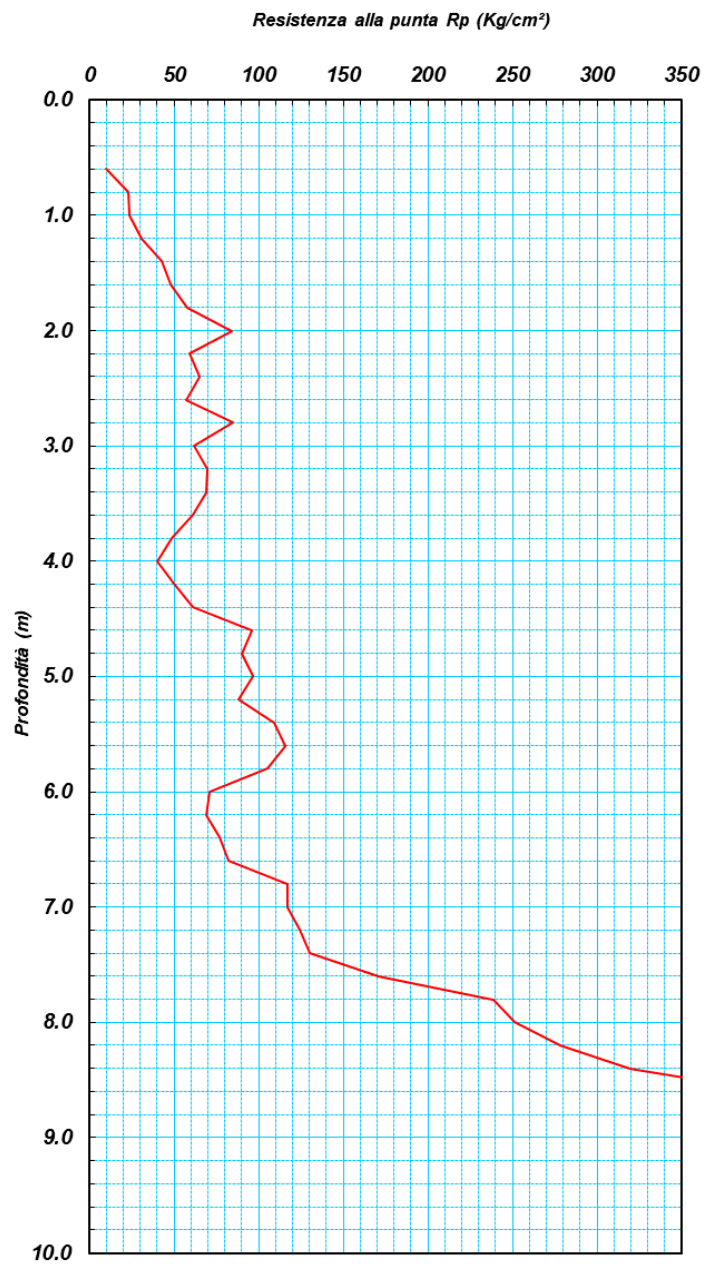
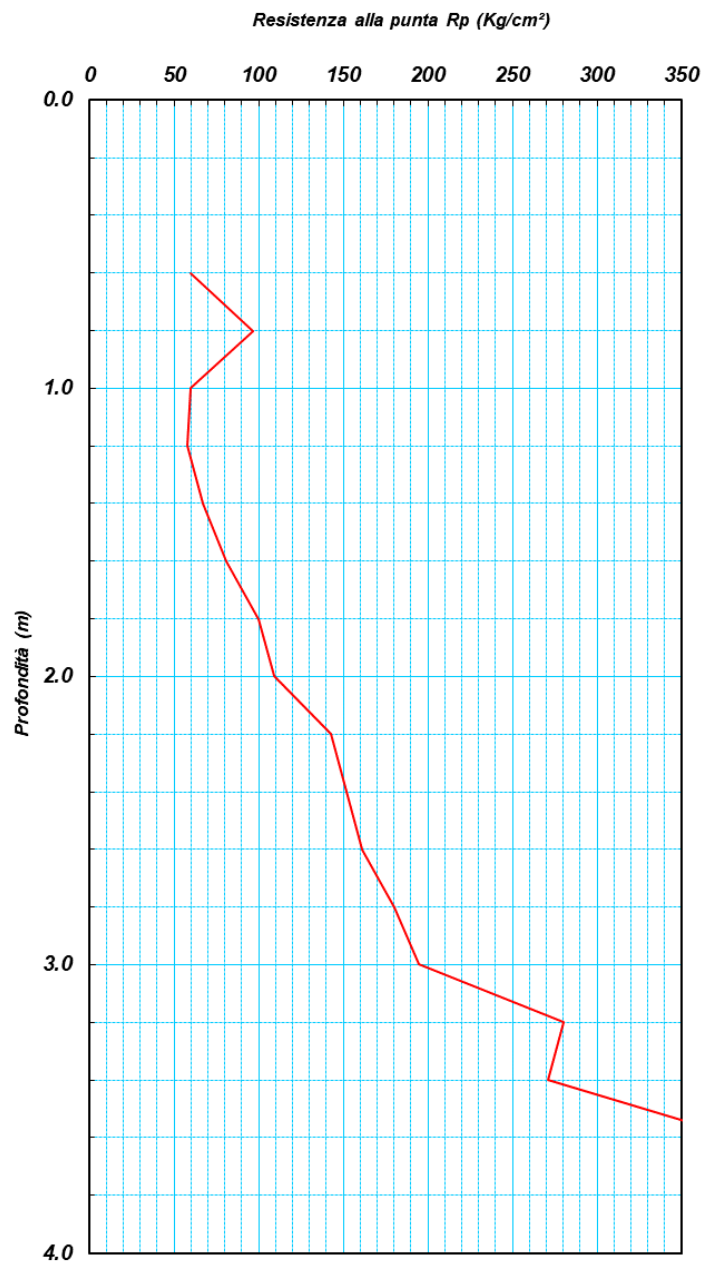


Grafico Resistenza alla punta R_p /profondità CPT 02

Grafico Resistenza alla punta R_p /profondità CPT 03

6 INDAGINE SISMICA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Nel corso della campagna di indagini geognostiche è stata eseguita N. 1 indagine sismica di superficie di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde superficiali di Rayleigh).

Tale indagine è stata condotta con il triplice scopo di individuare gli spessori dei litotipi caratterizzanti l'area, individuarne le caratteristiche sismostratigrafiche e di classificare sismicamente il suolo dell'area oggetto di studi per ottemperare alla normativa antisismica (D.M. 17/01/18).

ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

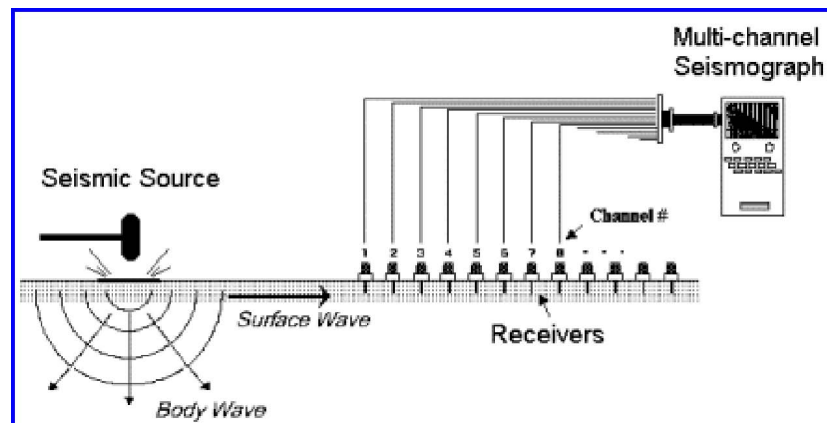
Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

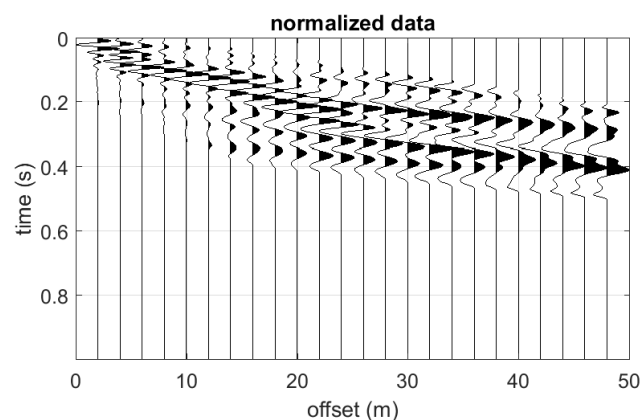
La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intera procedura per una MASW consiste di 4 passi fondamentali:

1. *Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (mazza battente su piastra o fucile sismico), lungo uno stendimento rettilineo di sorgentegeofoni;*

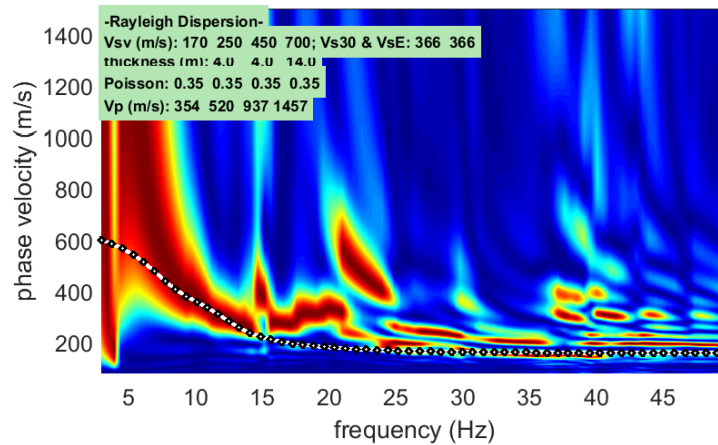


Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.



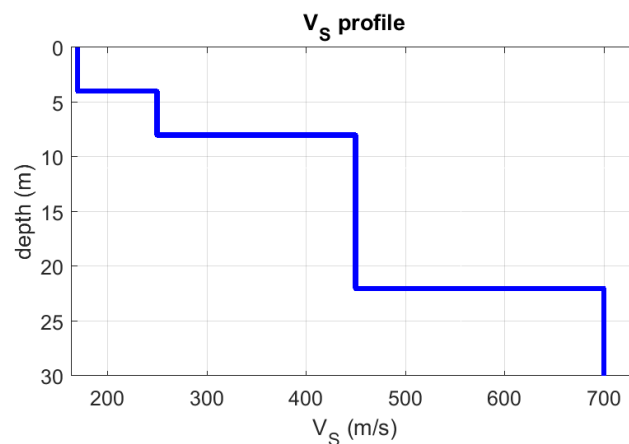
Segnali sismici acquisiti dai geofoni lungo uno stendimento tipo.

2. *Estrazione del modo fondamentale ed eventualmente, se presenti, dei modi superiori dalle curve di dispersione delle velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;*



Esempio di curva di dispersione: velocità di fase in funzione della frequenza delle onde superficiali di Rayleigh

3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle Vs (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);
4. Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle Vs dei terreni con approccio multicanale (con almeno due acquisizioni dei segnali, ovvero due spostamenti lungo la linea dello stendimento).



Esempio di modello di velocità delle onde di taglio Vs ottenuto dalla curva di dispersione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh attraverso l'inversione di un modello multistrato del terreno

STRUMENTAZIONE ADOPERATA

La strumentazione geosismica utilizzata comprende:

- Sismografo Pasi 16S24P basato su un processore Windows XP con 24 canali di registrazione simultanea a 24 bit, con filtri passa basso, passa alto ed a taglio di frequenza, memorizzazione delle onde registrate su un disco rigido interno di 60 GB, possibilità di interfaccia con stampante, tastiera e mouse esterno.

**Sismografo Pasi 16S24**

- 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno, con risposta lineare a partire dalla frequenza di 4.5 Hz e relativo cavo di collegamento;

**Geofono**

- massa battente e cannoncino sismico per l'energizzazione del terreno.

DISPOSIZIONI E CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO

Lo stendimento è stato eseguito disponendo 24 geofoni da 4.50 Hz ad una distanza di 2 metri uno dall'altro, per una lunghezza complessiva di 46 metri di stendimento. La sorgente energizzante è stata posta ad una distanza pari a 2 metri dal primo geofono. In prima analisi si esegue una energizzazione con piastra metallica impattata da una mazza da 10 kg, per la verifica della risposta dei terreni, dei guadagni da impostare sui vari canali e per verificare se le impostazioni relative al passo di campionamento, il tempo di registrazione, ecc. siano adeguate ai terreni presenti nel sottosuolo. Successivamente, l'energizzazione si esegue generalmente con l'ausilio di un fucile sismico che utilizza cartucce calibro 8 industriali; questo permette di avere un'energia nettamente superiore al rumore ambientale e rende più chiare e leggibili le tracce registrate.

7 MODELLAZIONE SISMICA

7.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Le norme per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza del O.P.C.M. 3274 e Decreto 14 settembre 2005), avevano suddiviso il territorio nazionale in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. I valori convenzionali di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale erano riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella Tabella che segue:

Zona	Valore di a_g
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g

4

0.05 g

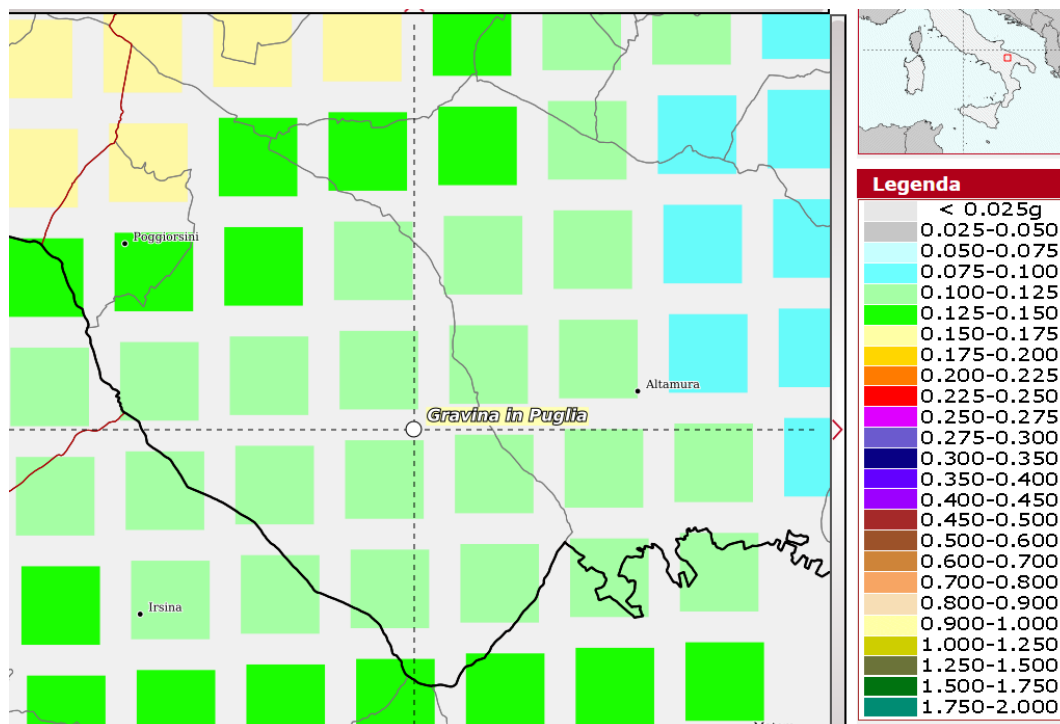
Il comune di Gravina in Puglia (BA), con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2.03.2004, venne classificato di **categoria 3**.

Con l'entrata in vigore del D.M. 17/01/2018 e ancor prima del D.M. 14/01/2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Quindi per la stima della pericolosità sismica di base, si determinano le coordinate geografiche del sito di interesse, si sceglie la maglia di riferimento, e si ricavano i valori dei parametri spettrali come media pesata dei valori corrispondenti ai vertici della maglia (forniti in allegato al D.M. 17.01.2018), moltiplicati per le distanze dal punto.

Le nuove Norme Tecniche per le costruzioni del 2008 forniscono, per l'intero territorio nazionale, i parametri da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica. Tali parametri sono forniti in corrispondenza dei nodi, posti ad una distanza massima di 10 km, all'interno di un reticolo che copre l'intero territorio nazionale. I valori forniti di a_g , T_r , F_o e T_c da utilizzare per la risposta sismica del sito sono riferiti al substrato, inteso come litotipo con $V_s > 800$ m/sec.

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).



Di seguito si riporta la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, per il comune di Gravina in Puglia nel quale ricadono le opere in esame.



Comune di Gravina in Puglia (BA)
Mappa di pericolosità sismica e relativa legenda con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Secondo le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale, per il sito in esame l'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico a_g varia tra 0.100 e 0.125 g (g espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi) - ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

La disaggregazione dei valori di a_g con la medesima probabilità di eccedenza, mostra come il contributo percentualmente maggiore

	<p style="text-align: center;">OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA).</i></p>	
Codifica Elaborato: 234303_D_R_0112 Rev. 00		

alla pericolosità sismica di base per il parco fotovoltaico in esame, sia determinato da sismi con magnitudo massima pari a 6.05 con epicentri individuati ad una distanza di 34 km.

L'azione sismica sulle costruzioni viene dunque valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale (categoria A nelle NTC). La "pericolosità sismica di base" costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Come anzi detto, essa, in un generico sito viene descritta in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, sopra definito, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri: a_g accelerazione orizzontale massima del terreno; 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. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- F_0 e T_c^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento, previste dalle NTC, scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è impostata operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

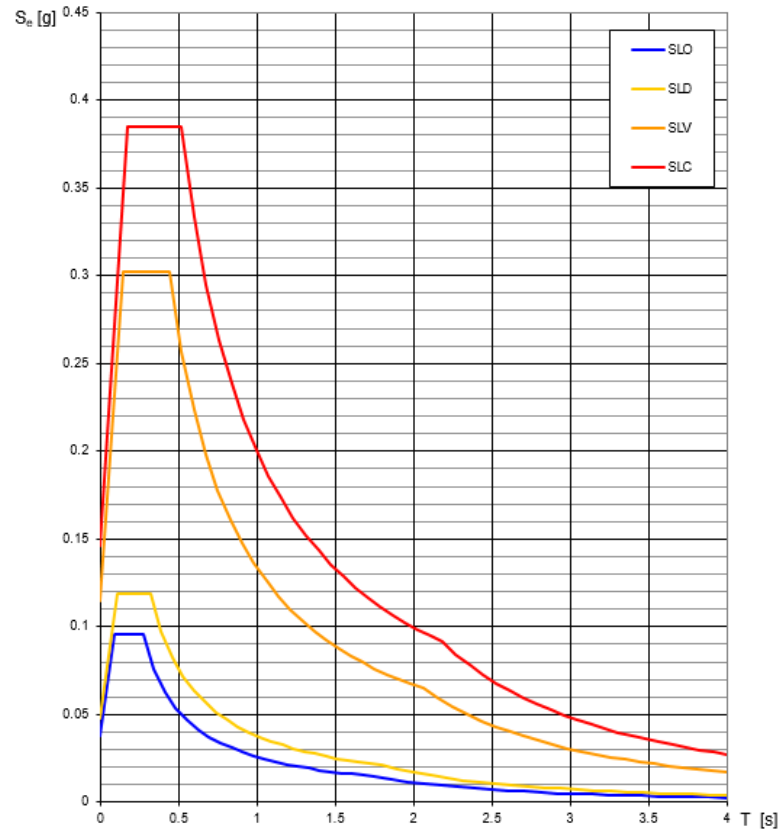
Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare: la vita di riferimento V_R della costruzione, le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} , associate a ciascuno degli stati limite considerati. Si possono così individuare, partendo dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Considerando che le aree di sedime che ospiteranno i futuri aerogeneratori appartengono alla categoria sismica B e alla categoria topografica T1, si riportano i valori di tali parametri ai vari stati limite previsti dalla normativa, (SLO stato limite di operatività, SLD stato limite di danno, SLV stato limite di salvaguardia della vita, SLC stato limite di prevenzione del collasso), calcolati all'interno del settore in cui verrà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.038	2.525	0.271
SLD	50	0.048	2.503	0.318
SLV	475	0.115	2.626	0.442
SLC	975	0.146	2.634	0.518

Gli stessi valori sono di seguito riportati sotto forma di grafico

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite*Grafici spettri di risposta per i diversi stati limite***7.2 RISULTATI INDAGINI SISMICHE MASW**

I risultati dell'indagine sismica MASW, riportati negli allegati sia in forma numerica che grafica presentano velocità delle onde di taglio compatibili con le litologie presenti.

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$, è definito dall'espressione:

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

dove h_i e $V_{S,i}$ sono gli spessori e le velocità delle onde di taglio dei singoli strati e H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Quando la profondità H del substrato è superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} 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.

Per la prova MASW M1, eseguita nelle aree che ospiteranno l'impianto fotovoltaico, il $V_{S,eq}$ calcolato a partire del piano campagna risulta pari a 403 m/s.

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	3.80	235	0.0162
3.80	19.80	420	0.0381
19.80	29.80	500	0.0200
29.80	35.00	750	0.0069

Tabella delle velocità rilevate dal MASW M1

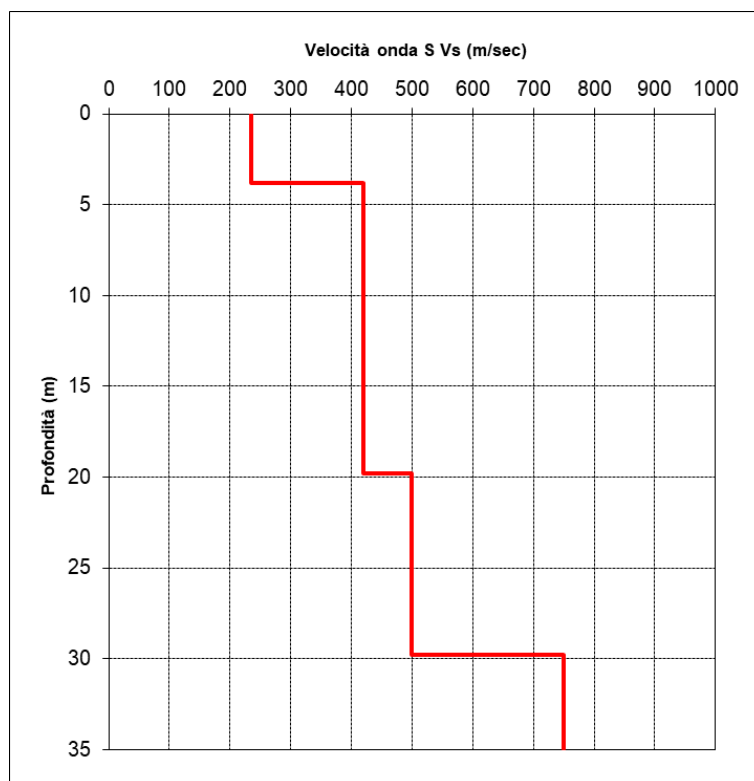


Grafico velocità-profondità dal MASW M1

7.3 ANALISI DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse è stata eseguita n° 1 indagine sismica di tipo MASW, dalla quale emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di $V_{s,eq}$ attribuibili alla categoria di suolo B.

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$, è definita dall'espressione:

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

dove h_i e $V_{S,i}$ sono gli spessori e le velocità delle onde di taglio dei singoli strati e H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Quando la profondità H del substrato è 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.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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.

Categorie di sottosuolo sismico per l'approccio semplificato

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_s e di C_c*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Espressioni di S_s e C_c



7.4 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

La norma citata, per la risposta sismica del sito, stabilisce 4 categorie, in relazione alle caratteristiche topografiche dell'area in esame. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale, mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

- 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 $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se presentano altezze maggiori di 30 m.

Per ciò che concerne l'area in studio, considerando che il parco fotovoltaico ricoprirà un'area più o meno estesa caratterizzata da morfologie piuttosto variegata, dall'analisi dei valori di inclinazione media ove andranno posizionate le opere in esame il coefficiente topografico da adottare è quello relativo alla categoria topografica T1.

	<p>OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</p> <p><i>Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA).</i></p>	 <p>PROGETTO ENERGIA</p>
<p>Codifica Elaborato: 234303_D_R_0112 Rev. 00</p>		

8 MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

8.1 INDAGINI GEOTECNICHE

Dalle conoscenze pregresse e dal modello geologico risultante dell'area di studio, oltre alle prove penetrometriche opportunamente eseguite:

- *N. 3 prove penetrometriche statiche CPT spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 3.80 a 8.60 m dal piano campagna*

si è proceduto ad analizzare una serie di indagini realizzate nel corso degli anni in aree limitrofe al sito in esame e su terreni con caratteristiche simili.

Pertanto, sono state consultate una serie di indagini geognostiche in sito e prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nell'ambito delle stesse formazioni geologiche che caratterizzano l'intero impianto fotovoltaico.

Inoltre, la massiccia raccolta di dati bibliografici rappresentativi dell'area in esame e delle principali litologie affioranti ha rappresentato un valido e ulteriore strumento per la definizione dei parametri geotecnici locali.

In particolare, le aree di sedime sulle quali verrà ubicato l'impianto fotovoltaico sostanzialmente sono riconducibili a depositi incoerenti a granulometria variabile da ghiaioso sabbiosa a sabbioso limoso ghiaiosa da moderatamente addensati a ben addensati.

8.2 INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT

Per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno l'impianto fotovoltaico e le opere accessorie, sono state prese in considerazione le prove penetrometriche eseguite.

Di seguito si riportano i grafici della resistenza alla punta R_p /Profondità delle prove e l'interpretazione delle stesse con le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici individuati.

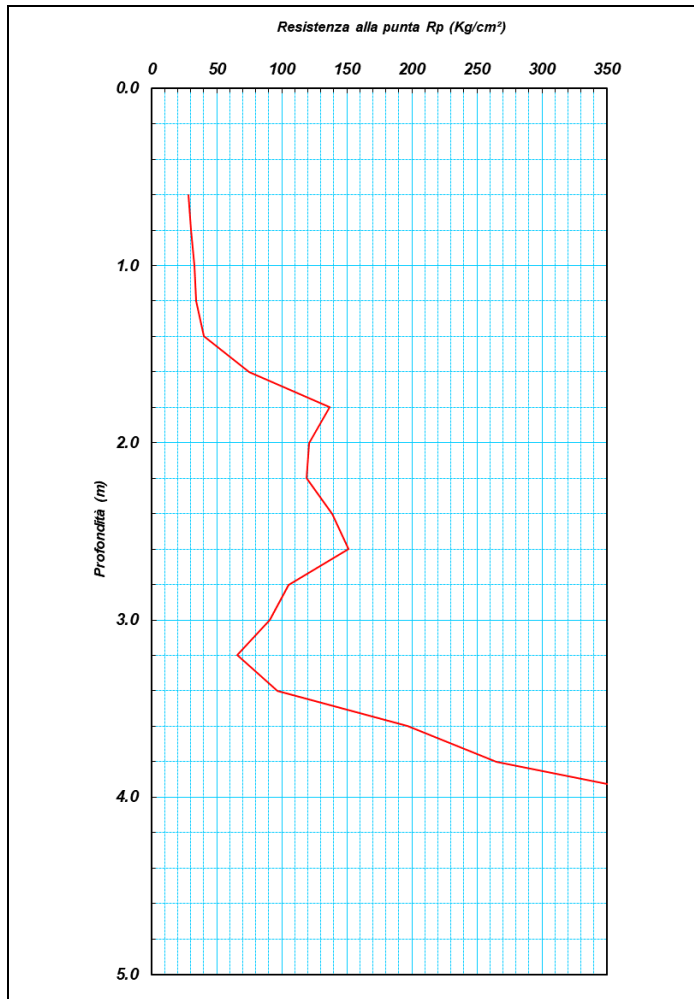


Grafico Resistenza alla punta Rp/profondità CPT 01

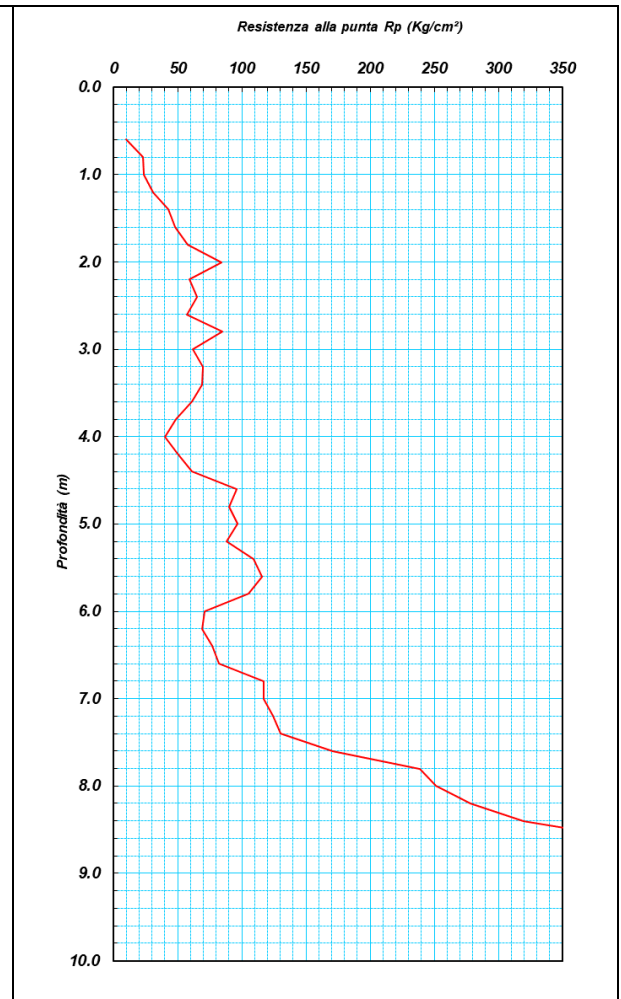


Grafico Resistenza alla punta Rp/profondità CPT 02

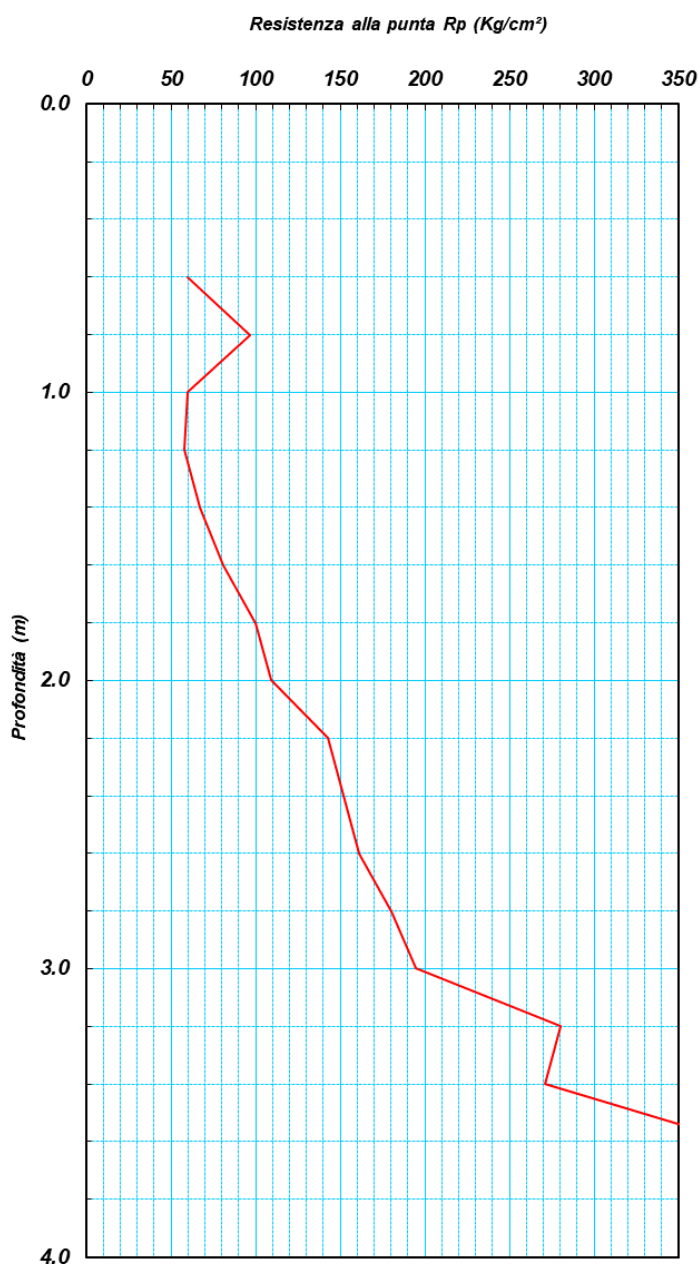


Grafico Resistenza alla punta Rp/profondità CPT 03

Si riportano le tabelle dei parametri geotecnici ricavati:

Prova (n): CPT 01

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato (n)	Profond. da (m)	Profond. a (m)	Peso di vol. γ_n (g/cm ³)	Media Rp (Kg/cm ²)	Media RII (Kg/cm ²)	Media Rp/RII (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm ²)	Definizione della litologia
1	0.0	1.4	1.60	33.00	2.16	15.3	31	1.49	57	99	Argille e limi argill.
2	1.4	3.2	1.80	104.00	4.31	24.1	36	4.71	87	312	Argille e limi argill.
3	3.2	4.0	2.00	240.00	10.35	23.2	>38	10.88	100	720	Argille e limi argill.



	OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA	
	<i>Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA).</i>	
Codifica Elaborato: 234303_D_R_0112 Rev. 00		

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica CPT 01

Prova (n): CPT 02

PARAMETRI GEOTECNICI											
Strato (n)	Profondità (m)	Profondità (m)	Peso di vol. γ_n (g/cm ³)	Media Rp (Kg/cm ²)	Media RII (Kg/cm ²)	Media Rp/RII (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm ²)	Definizione della litologia
1	0.0	1.6	1.70	30.00	2.61	11.5	31	1.35	50	90	Torbe
2	1.6	4.4	1.80	62.00	2.68	23.2	32	2.79	64	186	Argille e limi argill.
3	4.4	7.4	1.90	99.00	3.77	26.2	33	4.45	68	297	Limi sabbiosi
4	7.4	8.6	2.00	277.00	11.40	24.3	37	12.52	98	831	Argille e limi argill.

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica CPT 02

Prova (n): CPT 03

PARAMETRI GEOTECNICI											
Strato (n)	Profondità (m)	Profondità (m)	Peso di vol. γ_n (g/cm ³)	Media Rp (Kg/cm ²)	Media RII (Kg/cm ²)	Media Rp/RII (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm ²)	Definizione della litologia
1	0.0	1.6	1.70	71.00	2.13	33.3	35	3.21	80	213	Limi sabbiosi
2	1.6	3.0	1.80	149.00	6.45	23.1	37	6.75	99	447	Argille e limi argill.
3	3.0	3.8	2.00	334.00	12.67	26.4	>38	15.15	100	1002	Limi sabbiosi

Tabella parametri geotecnici prova penetrometrica CPT 03

Come è possibile evincere dai grafici su riportati, le risultanze delle prove eseguite sono rappresentative dei materiali che caratterizzano l'area in esame, ossia depositi incoerenti costituiti da sabbie ghiaiose eterometriche immerse in matrice sabbioso limoso ghiaiosa, talora con intercalazioni di livelli limoso sabbiosi da moderatamente addensati a molto addensati all'aumentare della profondità.

Tali depositi, presentano valori medi di resistenza alla punta $R_p >$ di 50 Kg/cm² già a partire dai primi metri per poi aumentare sensibilmente con la profondità, fino a ottenere il rifiuto strumentale per tutte le prove eseguite, a profondità variabili da 3.80 a 8.60 m dal p.c., a testimonianza della presenza di materiali con caratteristiche geotecniche da buone a ottime.

8.3 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO E VALORI CARATTERISTICI ADOTTATI

Dall'analisi delle conoscenze dello scrivente, dal modello geologico e dalle indagini geotecniche in sito opportunamente eseguite, unitamente alle indagini reperite nelle immediate vicinanze, è stato possibile definire le caratteristiche geotecniche del sottosuolo interessato dal futuro impianto fotovoltaico.

Di seguito si riporta la tabella con i parametri geotecnici medi individuati per l'area di sedime che ospiterà l'impianto fotovoltaico.

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO									
IMPIANTO FOTOVOLTAICO GRAVINA IN PUGLIA (BA)									
Profondità dal piano campagna (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Resistenza alla punta CPT	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo di deformazione edometrico edometrico
Da	a								
0.00	1.50	Depositi ghiaiosi eterometrici in matrice sabbioso-limosa, alterati, poco addensati. (1)	30	1.70	1.80	30	/	1.20	80
1.50	4.50	Depositi ghiaiosi eterometrici in matrice sabbioso-limosa, alterati, moderatamente addensati. (2)	60	1.80	1.90	31	/	2.00	120
4.50	8.00	Depositi ghiaiosi eterometrici in matrice sabbioso-limosa, alterati, da moderatamente addensati a addensati. (3)	100	1.90	2.00	33	/	3.50	200
8.00	20.00	Depositi ghiaiosi eterometrici in matrice sabbioso-limosa, alterati, addensati. (4)	200	2.00	2.10	36	/	5.00	300
Vs eq: 403 m/sec Categoria di suolo: B. Categoria topografica: T1									

Tabella parametri geotecnici area di impianto fotovoltaico

8.4 STABILITÀ DELL'AREA

Dal punto di vista della stabilità, considerando che essa è funzione delle caratteristiche geotecniche, litologiche, idrogeologiche e morfologiche dell'area, e in relazione a parametri quali la litologia, l'angolo di attrito interno, il contenuto d'acqua, la coesione, la giacitura dei terreni e, soprattutto, la pendenza dei versanti dove essi affiorano, è possibile asserire che l'area ove sorgerà l'impianto fotovoltaico attualmente si presenta stabile.

Non si evidenziano processi geomorfologici attivi di una certa entità in grado di interagire negativamente con le opere in progetto. Le situazioni di sostanziale stabilità ed assenza di rischio sono puntualmente confermate anche dall'Autorità di Bacino della Puglia che per l'area di studio non ha previsto alcun tipo di limitazione o prescrizione.

Inoltre, le attività di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse e infrastrutture necessarie alla connessione alla RTN non compromettono in nessun modo le caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio. In ogni caso, il grado di permeabilità dei terreni di copertura è tale da escludere la presenza di falde idriche importanti a breve distanza dal piano campagna.

In fase esecutiva, particolare attenzione deve essere posta alla regimentazione delle acque meteoriche per evitare che, il loro ruscellamento selvaggio e la loro infiltrazione negli strati più superficiali possa innescare fenomeni di instabilità.

Appare, inoltre, necessario prevedere la regolarizzazione della linea di drenaggio principale almeno nei settori direttamente interessati dai pannelli al fine di annullare l'approfondimento del profilo di fondo e richiamo di materiale dalle sponde per scoscendimenti.

Pertanto, nelle successive fasi progettuali dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche puntuali, con lo scopo di valutare e analizzare attentamente le caratteristiche geotecniche del caso.

8.5 POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno si intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. Se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma_{v0} - u) \tan \varphi$$

dove:

c = coesione del terreno

σ_{v0} = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine

u = pressione interstiziale dell'acqua

φ = angolo di resistenza al taglio del terreno,

È evidente che la grandezza " τ " si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni:

a) $c = 0$;

b) $(\sigma_{v0} - u) = 0$;

il caso $\varphi = 0$ non ha importanza pratica, perché può verificarsi solo in terreni coesivi in condizioni non drenate, dove però la condizione " $c=0$ " non può ovviamente verificarsi).

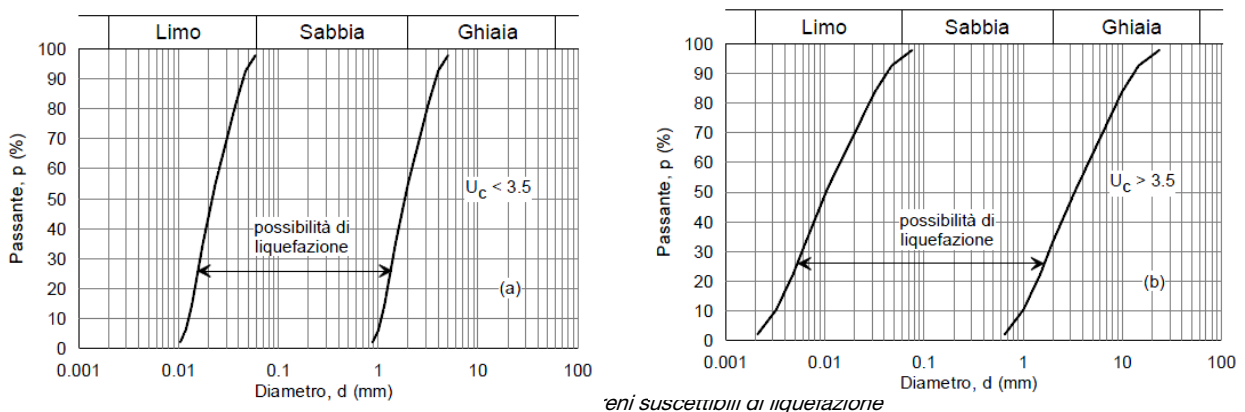
La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($\sigma_{v0} = u$). In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda, in seguito ad eventi che producono un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.



Il D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), richiede di effettuare la verifica a liquefazione nel caso in cui siano presenti, nel sottosuolo indagato, terreni granulari saturi (sabbie e sabbie limose) predisposti al fenomeno della liquefazione in caso di sisma.

Nelle stesse NTC è riportato che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ 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;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura che segue: (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Alla luce di queste considerazioni, dall'analisi di tutti i dati presi in considerazione è emerso che i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili principalmente a depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limosa con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, passanti a depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli arenitici, di

	<p style="text-align: center;">OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA).</i></p>	
<p>Codifica Elaborato: 234303_D_R_0112 Rev. 00</p>		

spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi.

Tuttavia, nel corso delle indagini geognostiche non è emersa la presenza di alcuna superficie piezometrica sino alla profondità massima investigata; ciò nonostante le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione sub- superficiale agevolata dalla presenza alla base di terreni impermeabili come le argille grigio-azzurre.

Da quanto su esposto, quindi, è possibile riscontrare la presenza di piccole falde acquifere a contatto tra le argille di base e depositi sabbioso-ghiaiosi.

Pertanto, in questo primo approccio potrebbe escludersi la verifica a liquefazione in caso di evento sismico; ciò nonostante la possibilità o meno di esclusione verrà valutata nelle successive fasi esecutive.

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Scopo del presente documento è la redazione della relazione archeologica finalizzata all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione e all'esercizio dell'impianto Agrivoltaico denominato "Macinale" da realizzarsi nel comune di Gravina in Puglia (BA), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione su uno stallo a 150 kV in antenna alla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV ubicata anche essa in Gravina in Puglia (BA).

L'intervento consiste nella realizzazione di un Impianto Fotovoltaico nel comune di Gravina in Puglia (BA), in località "Piano S.Felice", di potenza di 39.195 kWp (tenuto conto del rapporto di connessione DC / AC = 1,18 e della potenza di connessione pari 33.500,00 kWp), del relativo Cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, connessa in A.T. 150 kV in antenna alla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV "Genzano-Matera", ubicata nel comune di Gravina in Puglia (BA).

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade nel Foglio n. 188 (Gravina in Puglia) della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000, e nei quadranti 188-II-NE (Gravina in Puglia) e 188-II-NO (Notargiacomo) della carta IGM in scala 1: 25.000.

Dal punto di vista degli scenari di rischio idrogeologico, l'intero impianto attraversa il territorio di competenza dell'Unit of Management Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

Dalla disamina della carta geologica in scala 1:100.000 – Foglio n. 188 (Gravina in Puglia) e dal rilevamento geologico eseguito in fase di sopralluogo, si evince che l'impianto fotovoltaico e le relative opere connesse attraversano delle formazioni geologiche di cui di seguito si descrivono le caratteristiche principali e a quali elementi dell'impianto corrispondono:

- **Conglomerato di Irsina (Villafranchiano).**

Questa unità è rappresentata da ciottoli poligenici immersi in una matrice sabbioso-limosa dal rossastro al bruno che, a luoghi, può superare il 50%.

Trattasi di depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limosa con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, talora con intercalazioni di lenti di materiale argilloso-siltoso e sabbie giallastre,

Su tali depositi è prevista la realizzazione dell'intero impianto fotovoltaico, di parte del cavidotto, della stazione elettrica di utenza e della stazione RTN.

- **Sabbie dello Staturo (Villafranchiano).**

Questa unità è costituita da sabbie limose e debolmente limose di composizione quarzoso-micacea con sottili lenti di ciottoli poligenici e frazione argillosa estremamente bassa.

In relazione ai rapporti stratigrafici ed alla topografia è possibile desumere per questa formazione uno spessore massimo dell'ordine di 20-25 m.

Su tali depositi è prevista la realizzazione di parte del cavidotto MT.

▪ Argille di Gravina o Argille subappennine (Calabriano).

A questa formazione sono riferibili i terreni limoso-sabbiosi, abbastanza coesivi, con colorazione tipicamente grigio-azzurra. Generalmente, la stratificazione è ben distinta e la parte alta della serie argillosa, nei punti di passaggio con i litotipi sovrastanti, è interessata da fitte intercalazioni limoso-sabbiose ocraceo-giallastre e grigiastre, che segnano il graduale aumento della frazione grossolana sino alle sovrastanti formazioni sabbiose.

Su tali depositi è prevista la realizzazione di parte del cavidotto MT.

Per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico è stata eseguita n. 1 indagine sismica di superficie di tipo Masw, dalla quale emerge che le velocità delle onde di taglio sono compatibili con le litologie presenti con valori di V_{seq} attribuibili alle categorie di suolo B, con valori di $V_{s,eq}$ calcolato a partire dal piano campagna pari a 403 m/s per la prova MASW M1, eseguita nelle aree che ospiteranno l'impianto fotovoltaico.

Per la caratterizzazione geotecnica delle aree che ospiteranno il futuro impianto fotovoltaico, è stata eseguita la seguente campagna di indagini geonostiche:

- *N. 3 prove penetrometriche statiche CPT spinte fino al rifiuto strumentale, attestatosi a profondità variabili da 3.80 a 8.60 m dal piano campagna*

In particolare, le aree di sedime sulle quali verrà ubicato l'impianto fotovoltaico sono riconducibili sostanzialmente a depositi incoerenti costituiti da sabbie ghiaiose eterometriche immerse in matrice sabbioso limoso ghiaiosa, talora con intercalazioni di livelli limoso sabbiosi da moderatamente addensati a molto addensati all'aumentare della profondità.



Pertanto, dall'analisi delle conoscenze dello scrivente, dal modello geologico e dalle indagini geotecniche in sito opportunamente eseguite, unitamente alle indagini reperite nelle immediate vicinanze, è stato possibile definire le caratteristiche geotecniche del sottosuolo interessato dal futuro impianto fotovoltaico.

Di seguito si riporta la tabella con i parametri geotecnici medi individuati per l'area di sedime che ospiterà l'impianto fotovoltaico.

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO IMPIANTO FOTOVOLTAICO GRAVINA IN PUGLIA (BA)									
Profondità dal piano campagna. (m)		Descrizione litologica (Formazione)	Resistenza alla punta CPT	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito Picco	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo di deformazione edometrico edometrico
Da	a		Kg/cm ²	g/cm ³	g/cm ³	(°)		Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.00	1.50	Depositi ghiaiosi eterometrici in matrice sabbioso-limosa, alterati, poco addensati. (1)	30	1.70	1.80	30	/	1.20	80
1.50	4.50	Depositi ghiaiosi eterometrici in matrice sabbioso-limosa, alterati, moderatamente addensati. (2)	60	1.80	1.90	31	/	2.00	120
4.50	8.00	Depositi ghiaiosi eterometrici in matrice sabbioso-limosa, alterati, da moderatamente addensati a addensati. (3)	100	1.90	2.00	33	/	3.50	200
8.00	20.00	Depositi ghiaiosi eterometrici in matrice sabbioso-limosa, alterati, addensati. (4)	200	2.00	2.10	36	/	5.00	300
Vs eq: 403 m/sec Categoria di suolo: B. Categoria topografica: T1									

Tabella parametri geotecnici area di impianto fotovoltaico

Dal punto di vista della stabilità, considerando che essa è funzione delle caratteristiche geotecniche, litologiche, idrogeologiche e morfologiche dell'area, e in relazione a parametri quali la litologia, l'angolo di attrito interno, il contenuto d'acqua, la coesione, la giacitura dei terreni e, soprattutto, la pendenza dei versanti dove essi affiorano, è possibile asserire che l'area ove sorgerà l'impianto fotovoltaico attualmente si presenta stabile.

	<p style="text-align: center;">OK6NK25_RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Progetto per la realizzazione di un impianto Agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA).</i></p>	
Codifica Elaborato: 234303_D_R_0112 Rev. 00		

Non si evidenziano processi geomorfologici attivi di una certa entità in grado di interagire negativamente con le opere in progetto. Le situazioni di sostanziale stabilità ed assenza di rischio sono puntualmente confermate anche dall'Autorità di Bacino della Puglia che per l'area di studio non ha previsto alcun tipo di limitazione o prescrizione.

Inoltre, le attività di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse e infrastrutture necessarie alla connessione alla RTN non compromettono in nessun modo le caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio. In ogni caso, il grado di permeabilità dei terreni di copertura è tale da escludere la presenza di falde idriche importanti a breve distanza dal piano campagna.

In fase esecutiva, particolare attenzione deve essere posta alla regimentazione delle acque meteoriche per evitare che, il loro ruscellamento selvaggio e la loro infiltrazione negli strati più superficiali possa innescare fenomeni di instabilità.

Appare, inoltre, necessario prevedere la regolarizzazione della linea di drenaggio principale almeno nei settori direttamente interessati dai pannelli al fine di annullare l'approfondimento del profilo di fondo e richiamo di materiale dalle sponde per scoscendimenti.

Pertanto, nelle successive fasi progettuali dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e geotecniche puntuali, con lo scopo di valutare e analizzare attentamente le caratteristiche geotecniche del caso.

Per ciò che riguarda la possibilità o meno che i terreni investigati possano essere interessati da fenomeni di liquefazione in caso di evento sismico, i terreni che rappresentano l'area in esame sono riconducibili principalmente a depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limosa con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 5-6 cm, passanti a depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli arenitici, di spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi.

Tuttavia, nel corso delle indagini geognostiche non è emersa la presenza di alcuna superficie piezometrica sino alla profondità massima investigata; ciò nonostante le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione sub- superficiale agevolata dalla presenza alla base di terreni impermeabili come le argille grigio-azzurre.

Da quanto su esposto, quindi, è possibile riscontrare la presenza di piccole falde acquifere a contatto tra le argille di base e depositi sabbioso-ghiaiosi.

Pertanto, in questo primo approccio potrebbe escludersi la verifica a liquefazione in caso di evento sismico; ciò nonostante la possibilità o meno di esclusione verrà valutata nelle successive fasi esecutive.

In definitiva vista la morfologia, la strutturazione geologica dell'area in studio, si può asserire che questi offrono sufficienti garanzie ai fini della loro utilizzazione e quindi, tenuto conto di tutte le indicazioni riportate nella presente, non esiste alcuna controindicazione circa la fattibilità di quanto previsto nell'ipotesi progettuale.

Si rimanda alle fasi progettuali successive la predisposizione di una campagna geognostica puntuale atta a determinare i parametri geotecnici dei terreni che costituiranno fondazione delle opere.

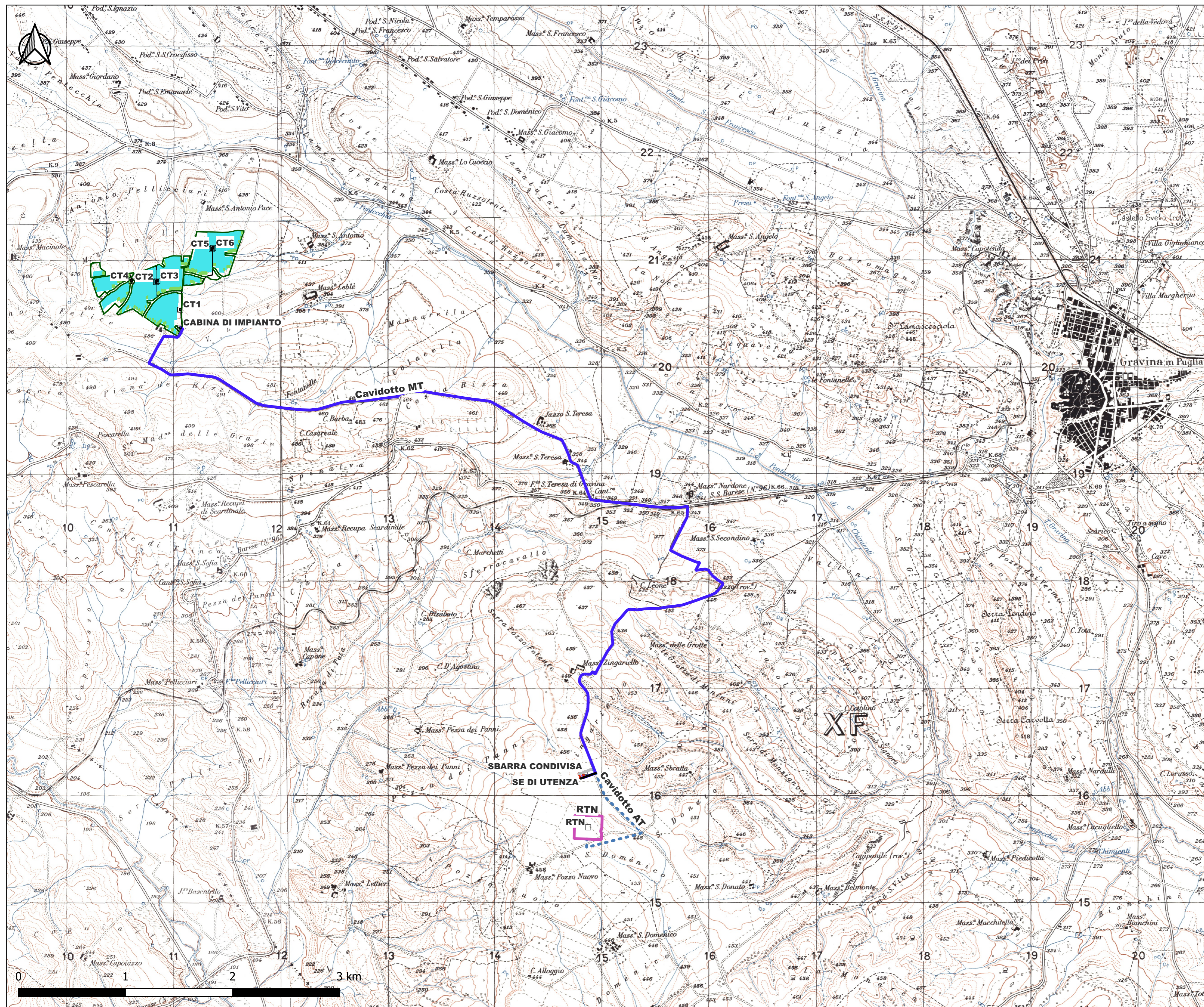
Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Castel Morrone, 18/05/2023



 Il Geologo
 Dott. Antonio Petriccione

STRALCIO IGM CON INDIVIDUAZIONE AREA IN ESAME

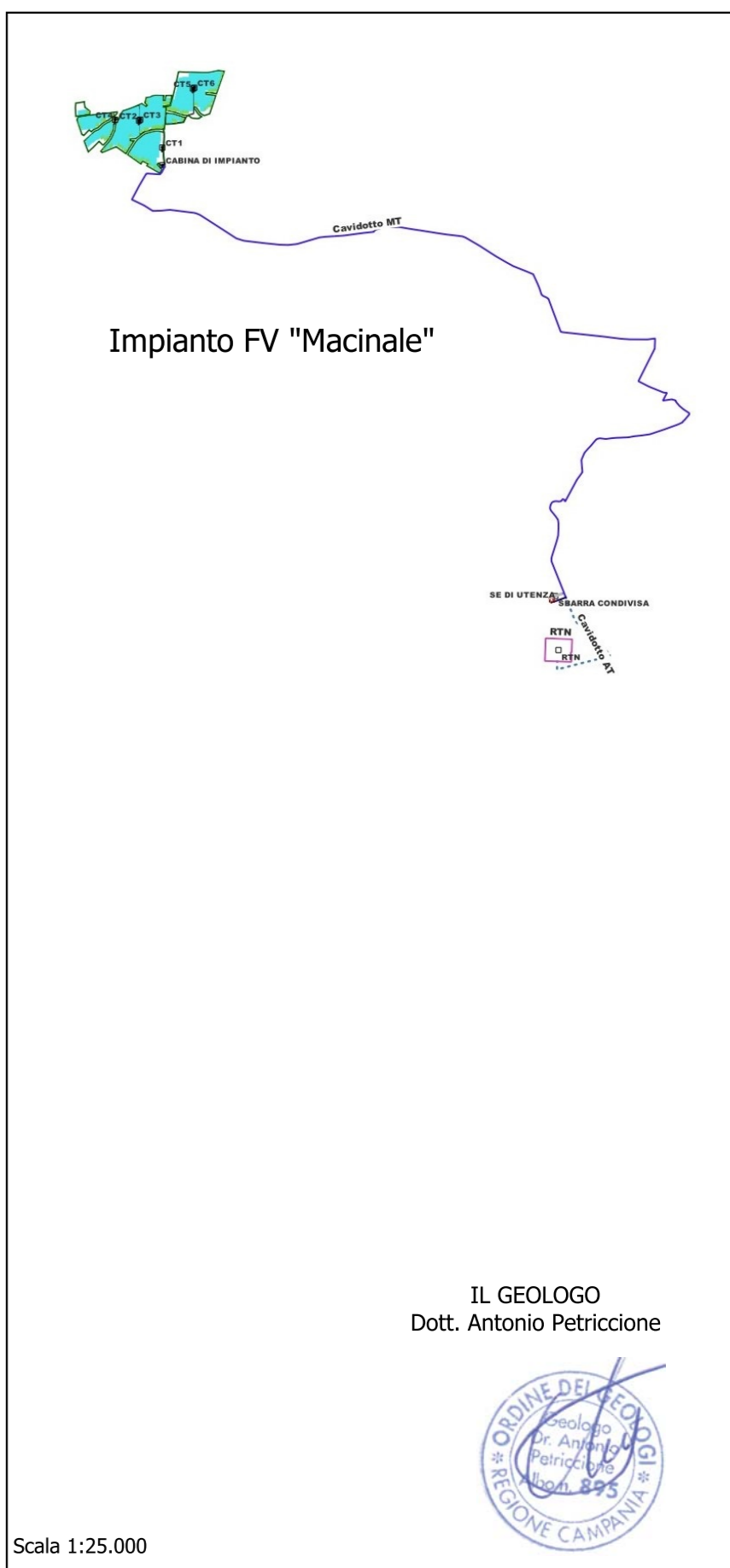


REGIONE PUGLIA
STRALCIO IGM
SCALA 1:25.000
FOGLIO 188-I-NE GRAVINA IN PUGLIA
FOGLIO 188-I-NO NOTARGIACOMO

COMMITTENTE: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

OGGETTO: Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA)

STRALCIO IGM CON UBICAZIONE AREA IN ESAME



IL GEOLOGO
 Dott. Antonio Petriccione



Scala 1:25.000

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

REGIONE PUGLIA
CARTA TECNICA REGIONALE
Elemento N° 453161
Masseria Sant'Antonio Pace


COMMITTENTE: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.


OGGETTO: Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA)

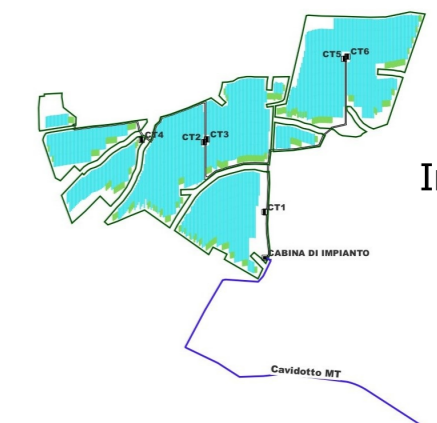
PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

LEGENDA

Indagini geognostiche eseguite

 Prova penetrometrica statica CPT

 Indagine sismica Masw

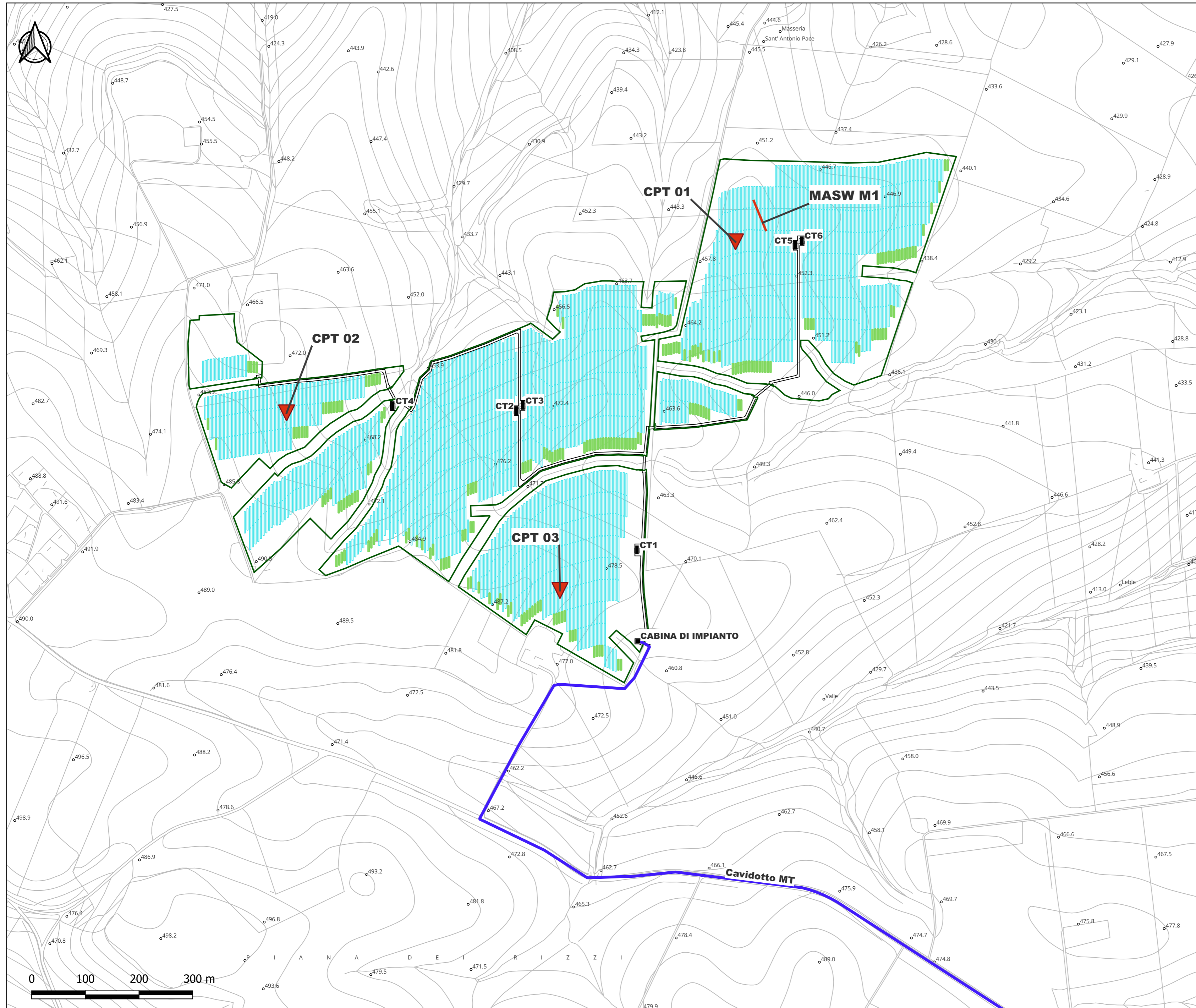


Impianto FV "Macinale"

IL GEOLOGO
 Dott. Antonio Petriccione



Scala 1:5.000



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

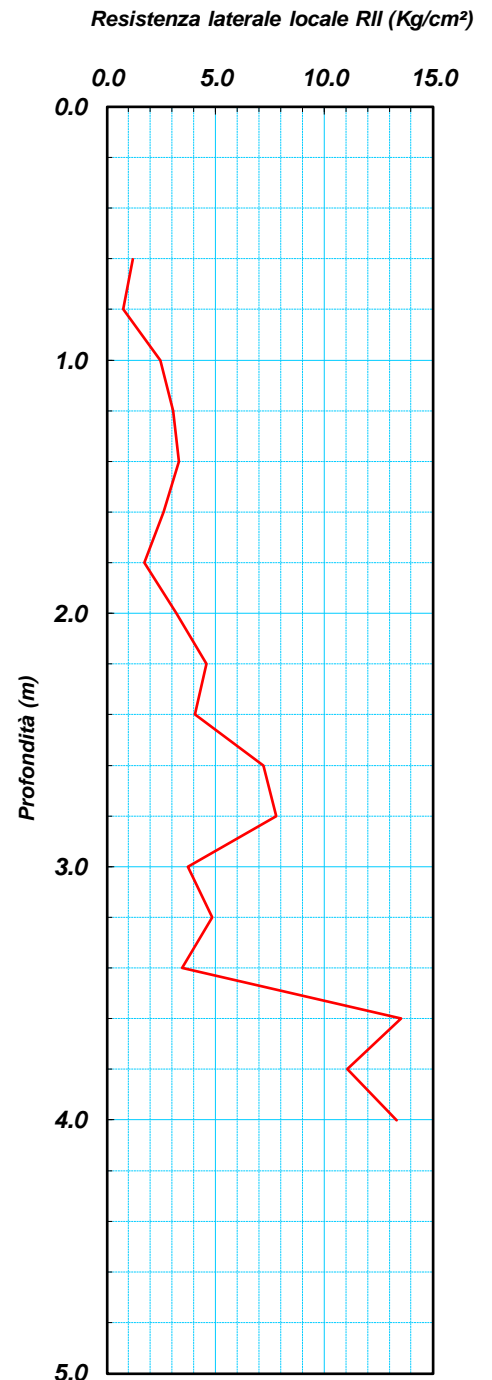
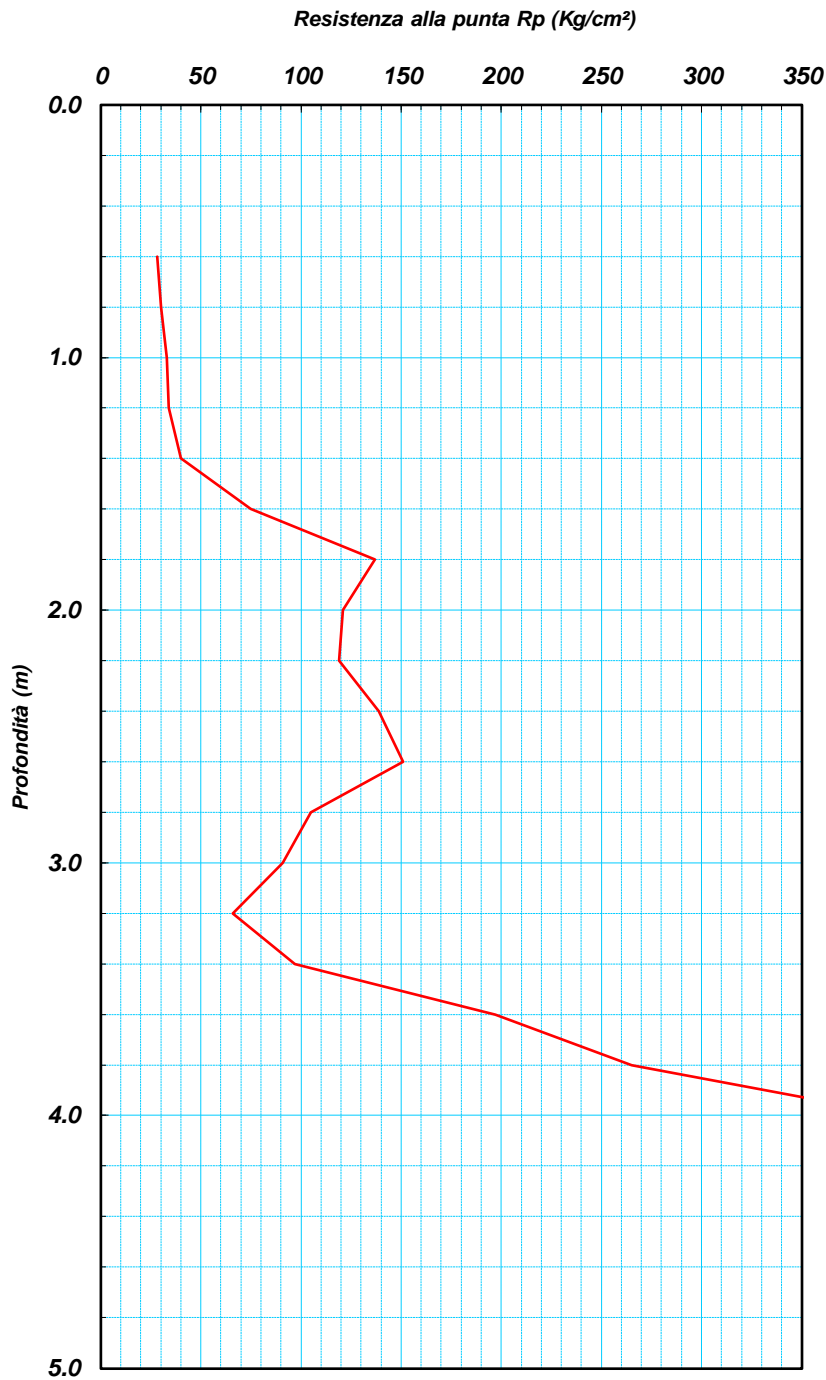
Committente: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Id Int. 093 / 23

Cantiere: Impianto Agrivoltaico "Macinale" Gravina in Puglia (BA)

Coordinate lat. e long.: N40.831800 / E16.318240 Data esecuz. prova: 26/04/23

Prova (n): CPT 01 Certificato n° 0275/23 del 18/05/2023



IL RESPONSABILE DI SITO

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Id Int. 093 / 23

Cantiere: Impianto Agrivoltaico "Macinale" Gravina in Puglia (BA)

Coordinate lat. e long.: N40.831800 / E16.318240 Data esecuz. prova: 26/04/23

Prova (n): CPT 01 Certificato n° 0275/23 del 18/05/2023

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO STATICO DA 20 TONS

Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Rll (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Rll (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Rll (MPa)
0.6	28.0	2.75						
0.8	30.0	2.94						
1.0	33.0	3.24						
1.2	34.0	3.33						
1.4	40.0	3.92						
1.6	75.0	7.36						
1.8	137.0	13.44						
2.0	121.0	11.87						
2.2	119.0	11.67						
2.4	139.0	13.63						
2.6	151.0	14.81						
2.8	105.0	10.30						
3.0	91.0	8.92						
3.2	66.0	6.47						
3.4	97.0	9.51						
3.6	197.0	19.32						
3.8	265.0	25.99						
4.0	400.0	39.23						

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino
IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

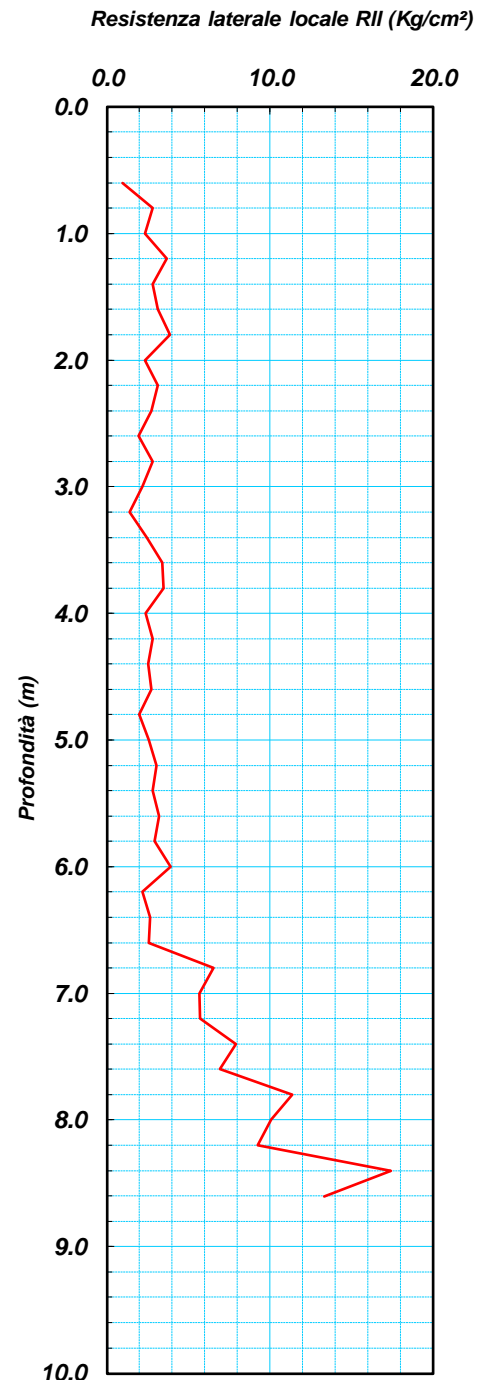
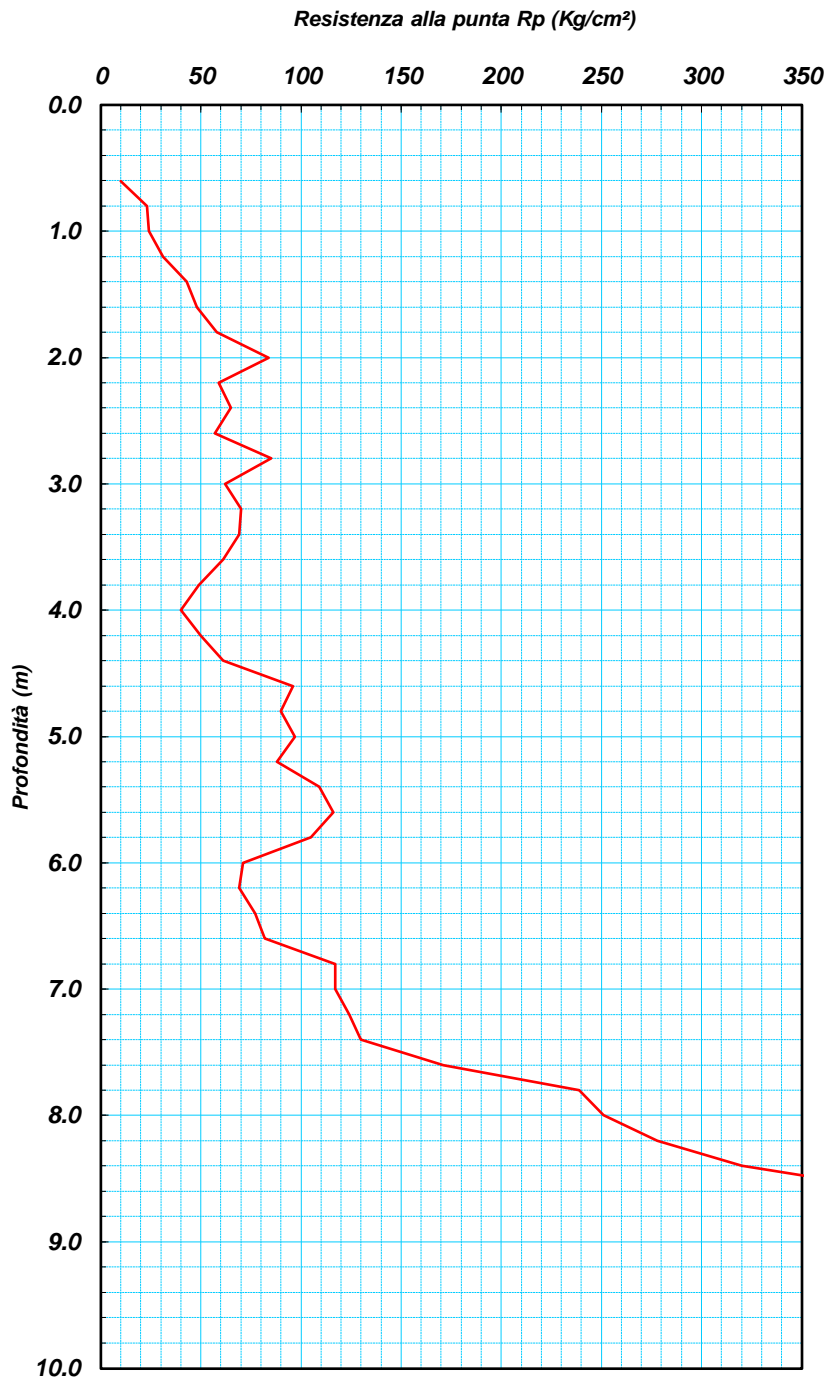
Committente: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Id Int. 093 / 23

Cantiere: Impianto Agrivoltaico "Macinale" Gravina in Puglia (BA)

Coordinate lat. e long.: N41.829400 / E16.308890 Data esecuz. prova: 26/04/23

Prova (n): **CPT 02** Certificato n° 0276/23 del 18/05/2023



IL RESPONSABILE DI SITO

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Rielo

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Id Int. 093 / 23

Cantiere: Impianto Agrivoltaico "Macinale" Gravina in Puglia (BA)

Coordinate lat. e long.: N41.829400 / E16.308890 Data esecuz. prova: 26/04/23

Prova (n): **CPT 02** Certificato n° **0276/23** del 18/05/2023

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO STATICO DA 20 TONS

Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (Kg/cm ²)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (Kg/cm ²)
0.6	10.0	0.98	0.9	0.09		8.4	320.0	31.38
0.8	23.0	2.26	2.8	0.27		8.6	400.0	39.23
1.0	24.0	2.35	2.3	0.23				17.4
1.2	31.0	3.04	3.7	0.36				1.71
1.4	43.0	4.22	2.8	0.27				
1.6	48.0	4.71	3.1	0.31				
1.8	58.0	5.69	3.9	0.38				
2.0	84.0	8.24	2.3	0.23				
2.2	59.0	5.79	3.1	0.31				
2.4	65.0	6.37	2.7	0.27				
2.6	57.0	5.59	1.9	0.19				
2.8	85.0	8.34	2.8	0.27				
3.0	62.0	6.08	2.2	0.22				
3.2	70.0	6.86	1.4	0.14				
3.4	69.0	6.77	2.5	0.24				
3.6	61.0	5.98	3.4	0.33				
3.8	49.0	4.81	3.5	0.34				
4.0	40.0	3.92	2.4	0.24				
4.2	50.0	4.90	2.8	0.27				
4.4	61.0	5.98	2.5	0.25				
4.6	96.0	9.41	2.7	0.27				
4.8	90.0	8.83	2.0	0.20				
5.0	97.0	9.51	2.6	0.25				
5.2	88.0	8.63	3.1	0.30				
5.4	109.0	10.69	2.8	0.27				
5.6	116.0	11.38	3.2	0.31				
5.8	105.0	10.30	2.9	0.29				
6.0	71.0	6.96	3.9	0.39				
6.2	69.0	6.77	2.2	0.22				
6.4	77.0	7.55	2.7	0.26				
6.6	82.0	8.04	2.6	0.25				
6.8	117.0	11.47	6.5	0.64				
7.0	117.0	11.47	5.7	0.56				
7.2	124.0	12.16	5.7	0.56				
7.4	130.0	12.75	7.9	0.78				
7.6	171.0	16.77	6.9	0.68				
7.8	239.0	23.44	11.4	1.12				
8.0	251.0	24.62	10.1	0.99				
8.2	278.0	27.26	9.3	0.91				

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Rella



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

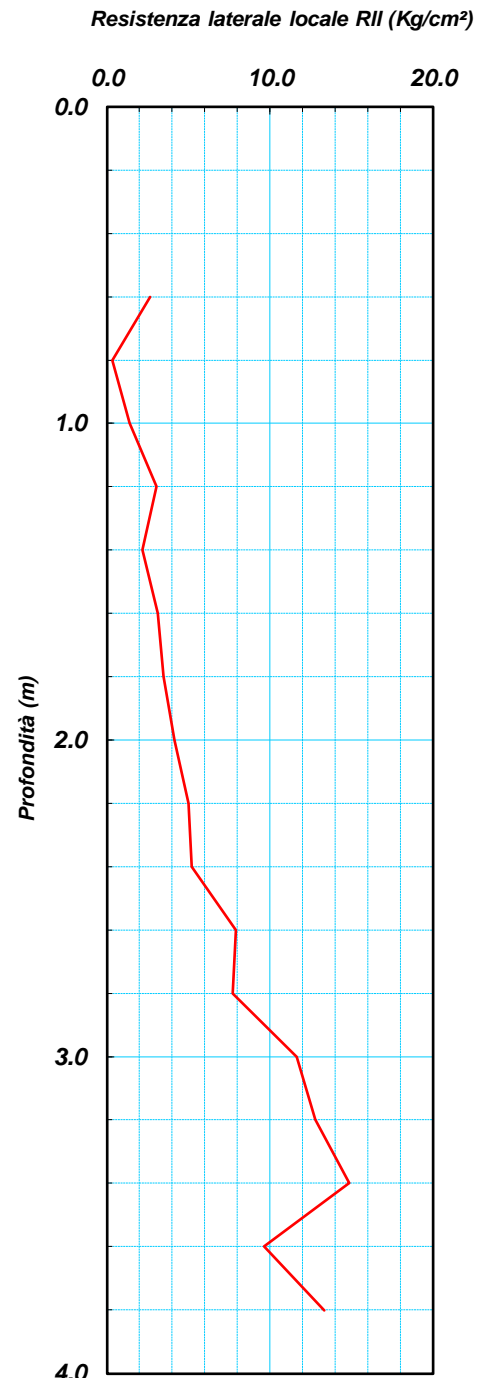
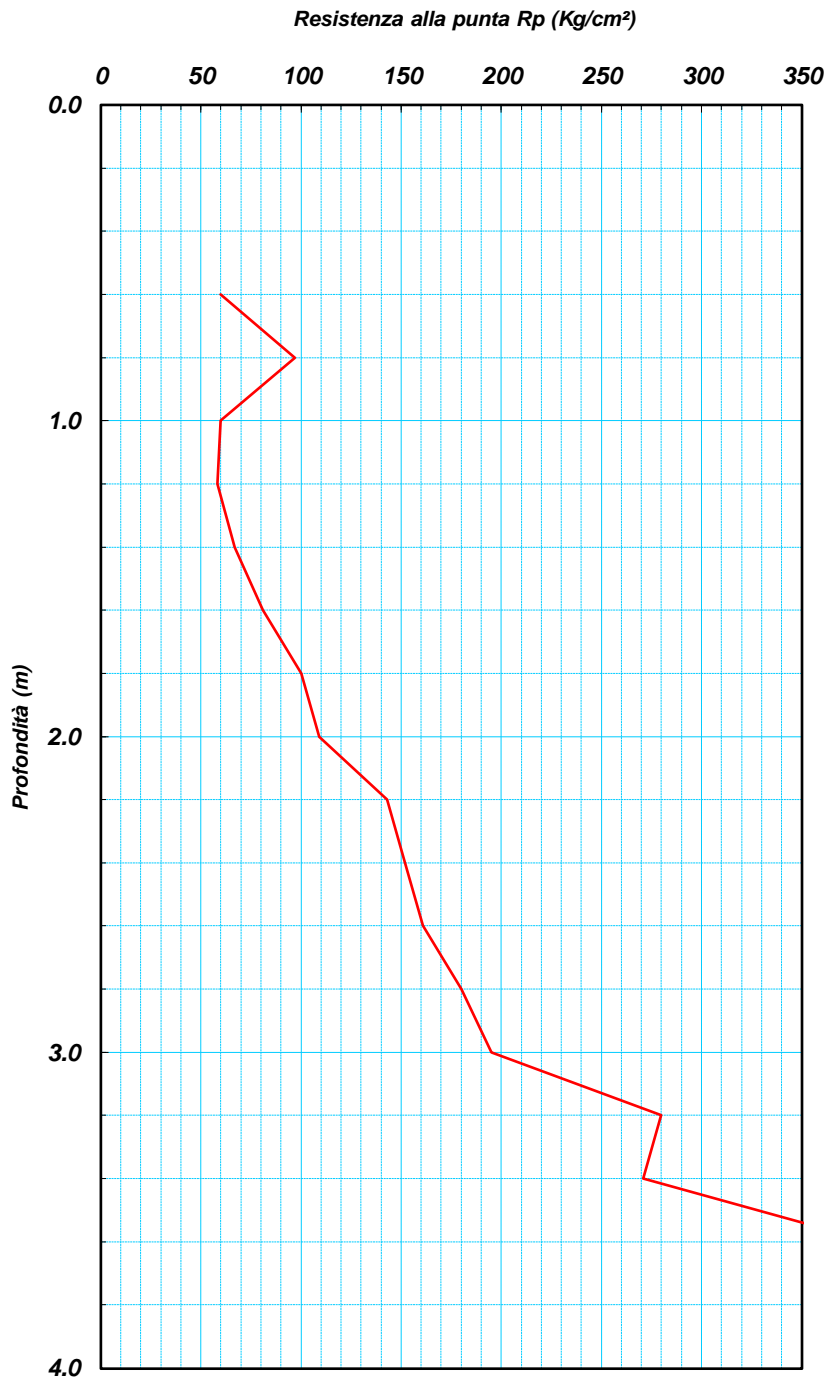
Committente: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Id Int. 093 / 23

Cantiere: Impianto Agrivoltaico "Macinale" Gravina in Puglia (BA)

Coordinate lat. e long.: N40.825660 / E16.314570 Data esecuz. prova: 26/04/23

Prova (n): **CPT 03** Certificato n° 0277/23 del 18/05/2023



IL RESPONSABILE DI SITO

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Id Int. 093 / 23

Cantiere: Impianto Agrivoltaico "Macinale" Gravina in Puglia (BA)

Coordinate lat. e long.: N40.825660 / E16.314570 Data esecuz. prova: 26/04/23

Prova (n): CPT 03 Certificato n° 0277/23 del 18/05/2023

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO STATICO DA 20 TONS

Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm ²)	Ril (MPa)
0.6	60.0	5.88	2.7	0.26				
0.8	97.0	9.51	0.3	0.03				
1.0	60.0	5.88	1.4	0.14				
1.2	58.0	5.69	3.1	0.30				
1.4	67.0	6.57	2.2	0.22				
1.6	81.0	7.94	3.1	0.31				
1.8	100.0	9.81	3.5	0.34				
2.0	109.0	10.69	4.1	0.41				
2.2	143.0	14.02	5.0	0.49				
2.4	152.0	14.91	5.2	0.51				
2.6	161.0	15.79	7.9	0.78				
2.8	180.0	17.65	7.7	0.76				
3.0	195.0	19.12	11.7	1.14				
3.2	280.0	27.46	12.8	1.26				
3.4	271.0	26.58	14.9	1.46				
3.6	385.0	37.76	9.7	0.95				
3.8	400.0	39.23	13.3	1.31				

IL RESPONSABILE DI SITO
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Ruffino



PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Protocollo n.: 093/23

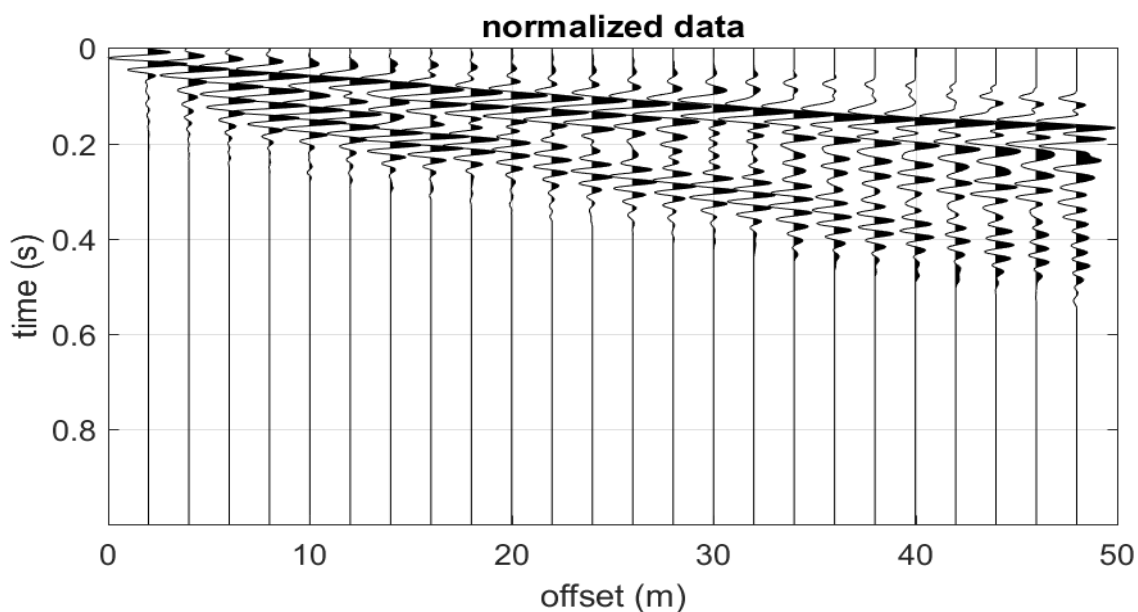
Cantiere: Impianto Agrivoltaico "Macinale" Gravina in Puglia (BA)

Data esecuzione prova: 26/04/23

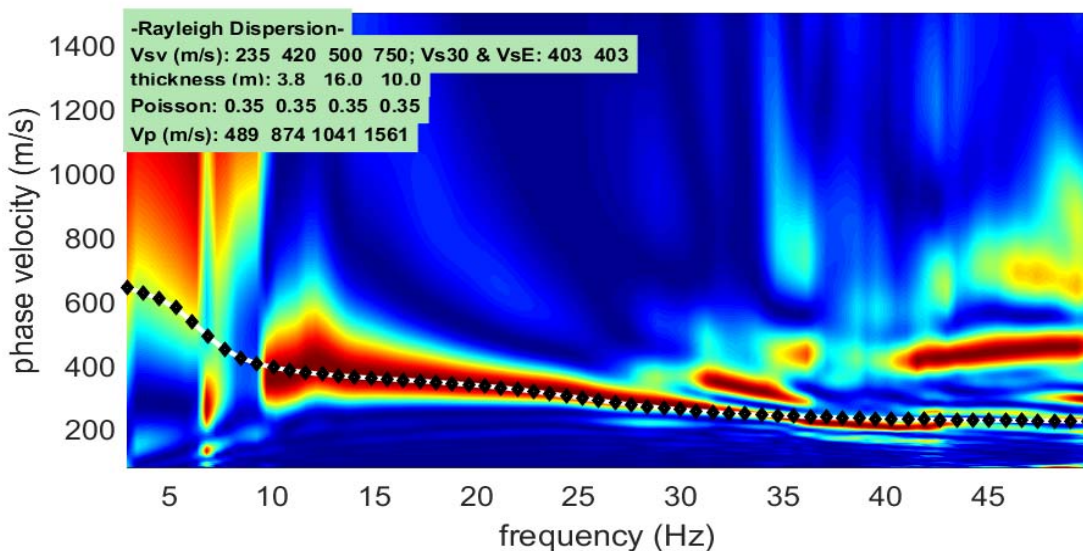
Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 18/05/2023

Registrazione di campagna delle tracce



Analisi delle frequenze e curva di dispersione calcolata dal modello del terreno



IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

INGE s.r.l.

Via Taverna Vecchia, 19
81020 Castel Morrone (CE)

Tel/Fax 0823399115 Cell. 3483850177 - 3486033921

PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Protocollo n.: 093/23

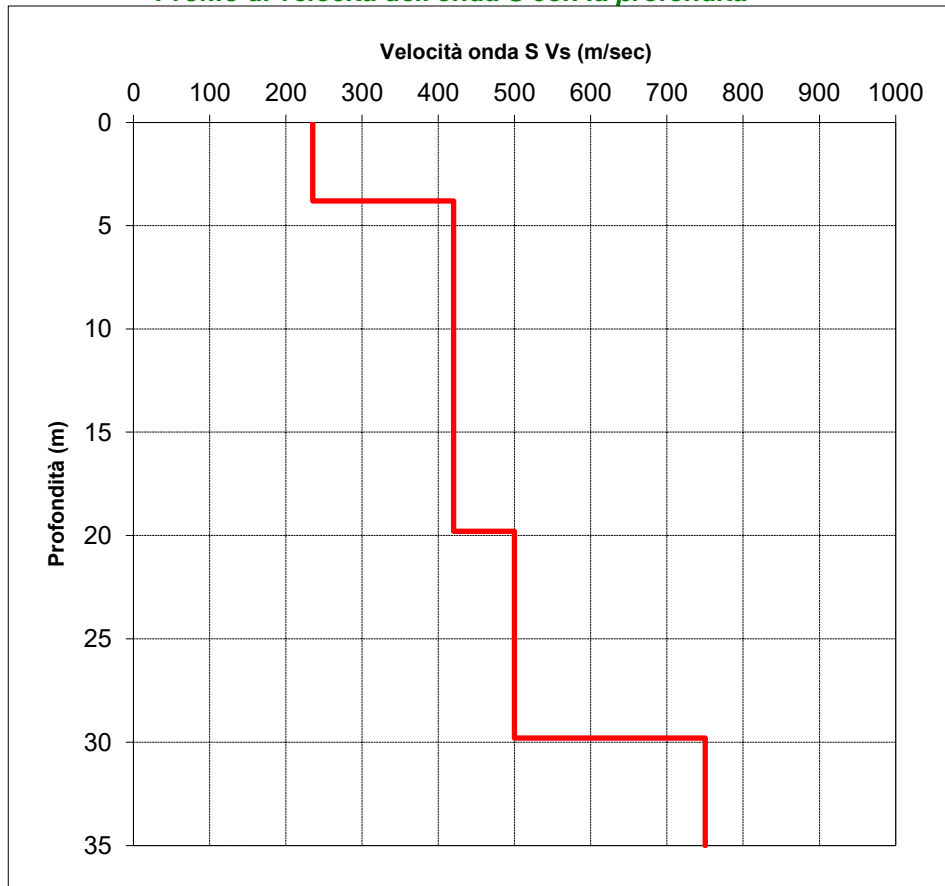
Cantiere: Impianto Agrivoltaico "Macinale" Gravina in Puglia (BA)

Data esecuzione prova: 26/04/23

Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 18/05/2023

Profilo di velocità dell'onda S con la profondità



Calcolo del Vs,eq

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	3.80	235	0.0162
3.80	19.80	420	0.0381
19.80	29.80	500	0.0200
29.80	35.00	750	0.0069

VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)
403

Categoria di sottosuolo
B



IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone