



**Regione Puglia
Provincia di Brindisi
Comuni di Brindisi e San Pietro Vernotico**

PROGETTO DEFINITIVO: IMPIANTO FV-QUERCIA



OGGETTO:
PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
DELLA POTENZA DI 39,000 MW IN AC E 46,627 MW IN DC E DI TUTTE LE OPERE
CONNESSE ED INFRASTRUTTURE

IL COMMITTENTE

SR PROJECT 2 S.R.L.
LARGO DONEGANI GUIDO N. 2 - MILANO (MI)
P.IVA 10707670963

timbro e firma

SR PROJECT 2 S.R.L.
Largo Donegani Guido 2 - Milano (MI)
P.IVA 10707670963

IL PROGETTISTA

Ing. Giuseppe Santaromita Villa

Collaboratori:
Ing. Torrisi Roberta
Ing. Messina Valeria
Ing. Lo Bello Alessia
Ing. Bazan Flavia
Ing. Cavarretta Maria Vincenza
Ing. Conoscenti Rosalia
Ing. Lala Rosa Maria
Ing. Pintaldi Giulia
Ing. Scacciaferro Anna



timbro e firma

COD. ELAB: A9	ELABORATO RELAZIONE GEOTECNICA	SCALA --
REVISIONE rev. 01	CODICE DI RINTRACCIABILITÀ 201800623	DATA 11/01/2023

TIMBRO ENTE AUTORIZZANTE

Sommario

1. Premessa.....	2
2. Inquadramento cartografico	3
3. Descrizione dell'area di installazione degli impianti	7
4. Modello geologico	16
4.1 Geologia del sito di intervento.....	18
5. Modello geotecnico del sottosuolo di fondazione.....	22
6. Zonazione sismogenetica e pericolosità sismica.....	28
6.1 Categoria suolo fondazione	31
6.2 Amplificazione stratigrafica	31
6.3 Amplificazione topografica	31
6.4 Caratterizzazione delle azioni sismiche.....	32
7. Le opere in progetto	37
7.1 Cabine prefabbricate.....	37
7.2 Teoria di calcolo per la verifica della capacità portante	37
8. Considerazioni conclusive	39

1. Premessa

Su incarico conferito dalla Società SR PROJECT 2 S.r.l., lo scrivente Ing. Giuseppe Santaromita Villa, ha eseguito un'analisi geotecnica preliminare di supporto alla *“Progettazione e realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico denominato FV-Quercia della potenza in immissione in rete di 39.000,00 kW in corrente alternata e una potenza di 46.627,00 kW in corrente continua e di tutte le opere connesse ed infrastrutture”*.

Lo studio è stato condotto al fine di accertare le condizioni di fattibilità del progetto di cui al titolo, attenzionando, in particolare, le caratteristiche litotecniche dei terreni interessati dalle opere in progetto.

Per la redazione di questa relazione specialistica si è fatto riferimento ai dati della relazione geologica ricavati da un rilevamento geologico di superficie; si sono utilizzati i risultati derivanti da indagini geofisiche di tipo sismico (masw e rifrazioni) e indagini geotecniche consistite in prove penetrometriche, con penetrometro del tipo pesante “DPSH”, inoltre ci si è avvalsi di dati bibliografici e della cartografia ufficiale esistente.

2. Inquadramento cartografico

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato **FV-Quercia** della potenza in immissione in rete di **39.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **46.627,00 kW** in corrente continua, localizzato all'interno del territorio comunale di Brindisi (BR) e San Pietro Vernotico (BR), e costituito da sei sotto-impianti della potenza in immissione in rete rispettivamente di:

- **FV-Parisi: 2.400,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **2.769,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Parisi**, nel comune di **Brindisi (BR)**, foglio 177 particelle 101, 289, 253, 252, 292, 213, 230 N.C.T.;
- **FV-Santa Teresa: 4.200,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **4.873,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Santa Teresa**, nel comune di **Brindisi (BR)**, foglio 180 particelle 71, 2, 67, 68, 70 N.C.T.;
- **FV-Bardi Vecchi: 17.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **20.591,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Tramazzone**, nel comune di **San Pietro Vernotico (BR)**, foglio 6 particelle 23, 25, 41, 43, 47, 61, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 84, 86, 87, 26, 56, 63, 85, 88, 89, 90, 91 N.C.T. e foglio 19 particella 6 N.C.T.;
- **FV-San Paolo: 7.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **8.369,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Tramazzone**, nel comune di **San Pietro Vernotico (BR)**, foglio 6 particelle 27, 28, 55, 57, 58, 64, 38 N.C.T.;
- **FV-Aviso: 5.600,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **6.745,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Finaca**, nel comune di **San Pietro Vernotico (BR)**, foglio 18 particelle 42, 43, 44, 45, 228, 227, 265, 287, 290, 307, 328, 284, 285, 237, 297 N.C.T.;
- **FV-Leanzi: 2.800,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **3.280,00 kW** in corrente continua da installarsi in **Contrada Finaca**, nel comune di **San Pietro Vernotico (BR)**, foglio 20 particelle 72, 184, 70, 68, 67, 69 N.C.T.



Figura 2-1 - Ortofoto del parco agro-fotovoltaico FV-Quercia

Il parco agro-fotovoltaico denominato FV-Quercia e meglio rappresentato nelle tavole di progetto sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite il collegamento della dorsale MT interrata alla nuova Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) per la trasformazione della tensione di esercizio in MT a 30 kV alla tensione di consegna a 150 kV lato RTN.

Un sistema di Sbarre AT a 150 kV sarà condiviso tra SR PROJECT 2 S.r.l. e altri 4 Produttori unitamente allo Stallo partenza cavo AT verso la Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi Sud" esistente, di coordinate geografiche latitudine 40°32'48.19"N e longitudine 17°54'24.57"E.

Dal sistema di Sbarre AT condivise partirà l'unico Stallo partenza cavo di collegamento in antenna a 150 kV per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli impianti di produzione dei cinque Produttori interessati, il quale andrà ad attestarsi ai terminali dello Stallo in S.E. RTN condiviso.

Le aree interessate dalle opere di connessione ricadono nel comune di San Pietro Vernotico (BR): foglio 18 particelle 227; foglio 19 particella 6; foglio 6 particelle 38, 23, 61, 43, 71, 67, 68, 25, 69, 70, 47, 88, 87, 26, 27; foglio 20 particella 68; foglio 5 particelle 88, 123, 32; e nel comune di

Brindisi (BR): foglio 166 particelle 1029, 1051, 74, 300, 299, 290, 289, 238; foglio 183 particelle 6, 7; foglio 180 particella 68; foglio 177 particelle 230, 253, 201, 200, 415, 477, 105, 352, 350, 404.



Figura 2-2 - Ortofoto del collegamento alla Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi Sud"

L'area oggetto del presente studio ricade nei Comuni di Brindisi e San Pietro Vernotico (BR) ed è inserita nel Foglio 495 "MESAGNE" e nel Foglio 496 "SQUINZANO" della Carta Topografica d'Italia IGM in scala 1:50.000.

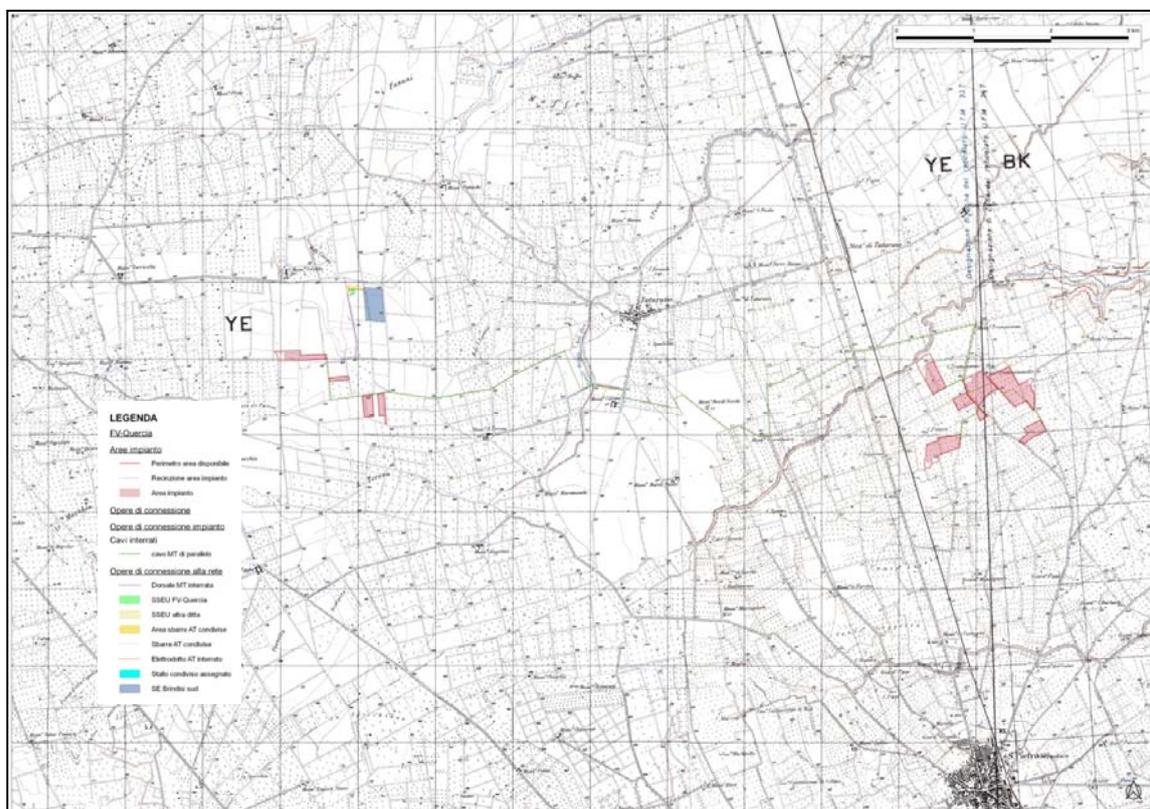


Figura 2-3 - Parco agro-fotovoltaico FV-Quercia riportato su cartografia IGM 25.000 (non in scala)

La scelta del sito di installazione nell'ambito della realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico è sempre legata e determinata da diversi fattori.

Al fine di poter procedere al corretto dimensionamento energetico dell'impianto agro-fotovoltaico connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale, è necessario tenere conto, oltre che della disponibilità economica, di altri fattori molto importanti quali:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto agro-fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo);
- fattori geomorfologici e vincolistici (impluvi, fasce di rispetto, ecc.).

Il progetto di ciascun sotto-impianto agro-fotovoltaico del parco FV-QUERCIA, si propone di produrre energia elettrica da fonte di energia solare utilizzando soltanto il valore di vendita dell'energia per sovvenzionare la progettazione dell'impianto.

Esternamente alla recinzione, all'interno di una fascia perimetrale larga 5 m, verrà invece predisposta una fascia arbustiva perimetrale (siepe), consigliata da un agronomo esperto, per contribuire ulteriormente alla mitigazione dell'impatto visivo dell'impianto installato nel rispetto del territorio circostante.

Le opere civili necessarie per l'installazione dell'impianto riguardano:

- la fondazione (prefabbricata) delle cabine;
- adattamento della viabilità esistente e delle eventuali opere d'arte in essa presenti qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto al sito dei componenti e delle attrezzature;
- realizzazione della nuova viabilità prevista in progetto;
- realizzazione di opere minori di regimazione idraulica superficiale quali canalette in terra;
- cunette, trincee drenanti ecc.;
- realizzazione di opere varie di sistemazione ambientale e morfologica;
- realizzazione dei cavidotti interrati interni all'impianto;
- eventuale locale guardiano;
- recinzione dell'intero lotto;
- opere di piantumazione.

Per ulteriori dati si rimanda alla consultazione degli elaborati progettuali.

3. Descrizione dell'area di installazione degli impianti

Il sito di installazione del sotto-impianto denominato “FV-Parisi” è localizzato nel comune di Brindisi (BR) località c.da “Parisi”, censito al N.C.T. al foglio e alle particelle di seguito elencate:

- comune di Brindisi (BR), foglio 177 particelle 101, 289, 253, 252, 292, 213, 230

per un'estensione complessiva pari a ha 7.31.99 da visure, dei quali vengono inclusi all'interno della recinzione 4.53.81 ha circa.



Figura 3-1 - Ortofoto sotto-impianto FV-Parisi (fonte dell'ortofoto: google earth anno di acquisizione dell'immagine 2021)

L'area, oggetto dell'intervento, è compresa all'interno del perimetro di coordinate geografiche di Latitudine 40°32'18.01"N e Longitudine 17°54'2.01"E, con una quota media di 62 m s.l.m.

Da certificato di destinazione urbanistica relativo all'area del sito in oggetto, si evince che il terreno risulta classificato, in base al piano regolatore generale del comune di Brindisi (BR), come Zona “E” - Agricola.

A seguito di analisi delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime come meglio indicato nelle relazioni specifiche, si ritiene che l'area sia idonea alla realizzazione di quanto previsto in progetto.

Si ritiene utile specificare infatti che l'installazione dei moduli fotovoltaici in situ non creerà

particolari e irreversibili modificazioni del suolo, né al territorio e al paesaggio circostanti, non costituendo in alcun modo un ostacolo e un'interazione negativa con la flora e la fauna tali da sconvolgerne ed alterarne i naturali equilibri.

La mancata esistenza di vincoli quali

- Parchi e riserve;
- SIC (Siti di Importanza Comunitaria);
- ZPS (Zone di Protezione Speciale);

risulta essere un'ulteriore dimostrazione che a livello di biocenosi, l'area interessata mostra una certa scarsità di presenze e quindi l'impianto non rappresenterebbe, visto anche il modello costruttivo, una minaccia per questa.

Il sito di installazione del sotto-impianto denominato **"FV-Santa Teresa"** è localizzato nel comune di Brindisi (BR) località c.da "Santa Teresa", censito al N.C.T. al foglio e alle particelle di seguito elencate:

- comune di Brindisi (BR), foglio 180 particelle 71, 2, 67, 68, 70

per un'estensione complessiva pari a ha 6.70.40 da visure, dei quali vengono inclusi all'interno della recinzione 5.48.47 ha circa.



Figura 3-2 - Ortofoto sotto-impianto FV-Santa Teresa (fonte dell'ortofoto: google earth anno di acquisizione dell'immagine 2021)

L'area, oggetto dell'intervento, è compresa all'interno del perimetro di coordinate geografiche di Latitudine 40°32'8.11"N e Longitudine 17°54'18.72"E, con una quota media di 63 m s.l.m.

Da certificato di destinazione urbanistica relativo all'area del sito in oggetto, si evince che il terreno risulta classificato, in base al piano regolatore generale del comune di Brindisi (BR), come *Zona "E" - Agricola*.

A seguito di analisi delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime come meglio indicato nelle relazioni specifiche, si ritiene che l'area sia idonea alla realizzazione di quanto previsto in progetto.

Si ritiene utile specificare infatti che l'installazione dei moduli fotovoltaici in situ non creerà particolari e irreversibili modificazioni del suolo, né al territorio e al paesaggio circostanti, non costituendo in alcun modo un ostacolo e un'interazione negativa con la flora e la fauna tali da sconvolgerne ed alterarne i naturali equilibri.

La mancata esistenza di vincoli quali

- Parchi e riserve;
- SIC (Siti di Importanza Comunitaria);
- ZPS (Zone di Protezione Speciale);

risulta essere un'ulteriore dimostrazione che a livello di biocenosi, l'area interessata mostra una certa scarsità di presenze e quindi l'impianto non rappresenterebbe, visto anche il modello costruttivo, una minaccia per questa.

Il sito di installazione del sotto-impianto denominato **"FV-Bardi Vecchi"** è localizzato nel comune di San Pietro Vernotico (BR) località c.da "Tramazzone", censito al N.C.T. al foglio e alle particelle di seguito elencate:

- comune di San Pietro Vernotico (BR), foglio 6 particelle 23, 25, 41, 43, 47, 61, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 84, 86, 87, 26, 56, 63, 85, 88, 89, 90, 91 e foglio 19 particella 6

per un'estensione complessiva pari a ha 28.92.40 da visure, dei quali vengono inclusi all'interno della recinzione 25.77.63 ha circa.

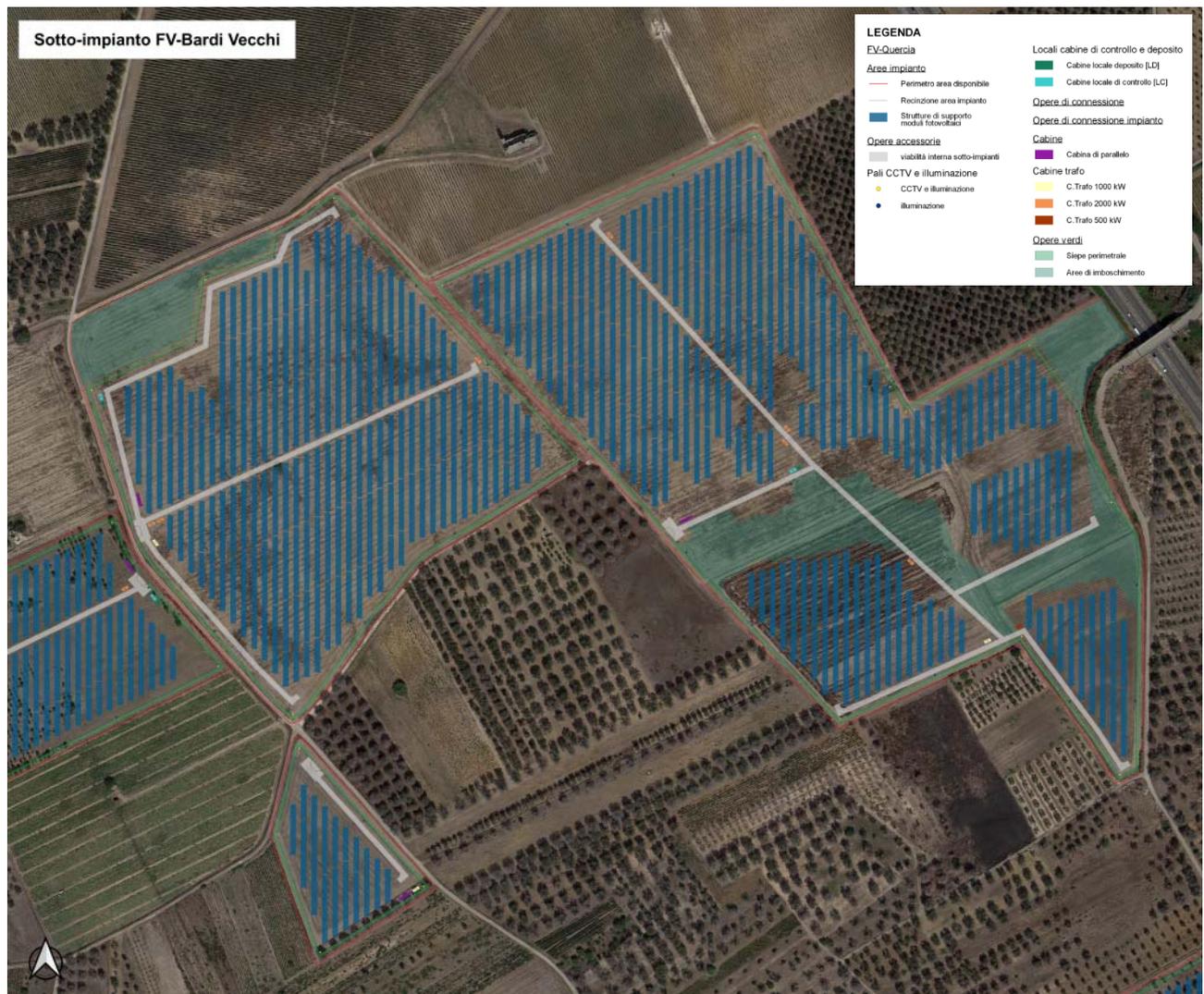


Figura 3-3 - Ortofoto sotto-impianto FV-Bardi Vecchi (fonte dell'ortofoto: google earth anno di acquisizione dell'immagine 2021)

L'area, oggetto dell'intervento, è compresa all'interno del perimetro di coordinate geografiche di Latitudine $40^{\circ}32'6.18''N$ e Longitudine $18^{\circ}0'6.91''E$, con una quota media di 34 m s.l.m.

Da certificato di destinazione urbanistica relativo all'area del sito in oggetto, si evince che il terreno risulta classificato, in base al piano regolatore generale del comune di San Pietro Vernotico (BR), come Zona "E1" - Agricola Produttiva Normale.

A seguito di analisi delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime come meglio indicato nelle relazioni specifiche, si ritiene che l'area sia idonea alla realizzazione di quanto previsto in progetto.

Si ritiene utile specificare infatti che l'installazione dei moduli fotovoltaici in situ non creerà particolari e irreversibili modificazioni del suolo, né al territorio e al paesaggio circostanti, non costituendo in alcun modo un ostacolo e un'interazione negativa con la flora e la fauna tali da

sconvolgerne ed alterarne i naturali equilibri.

La mancata esistenza di vincoli quali

- Parchi e riserve;
- SIC (Siti di Importanza Comunitaria);
- ZPS (Zone di Protezione Speciale);

risulta essere un'ulteriore dimostrazione che a livello di biocenosi, l'area interessata mostra una certa scarsità di presenze e quindi l'impianto non rappresenterebbe, visto anche il modello costruttivo, una minaccia per questa.

Il sito di installazione del sotto-impianto denominato **"FV-San Paolo"** è localizzato nel comune di San Pietro Vernotico (BR) località c.da "Tramazzone", censito al N.C.T. al foglio e alle particelle di seguito elencate:

- comune di San Pietro Vernotico (BR), foglio 6 particelle 27, 28, 55, 57, 58, 64, 38 per un'estensione complessiva pari a ha 13.63.44 da visure, dei quali vengono inclusi all'interno della recinzione 9.56.33 ha circa.

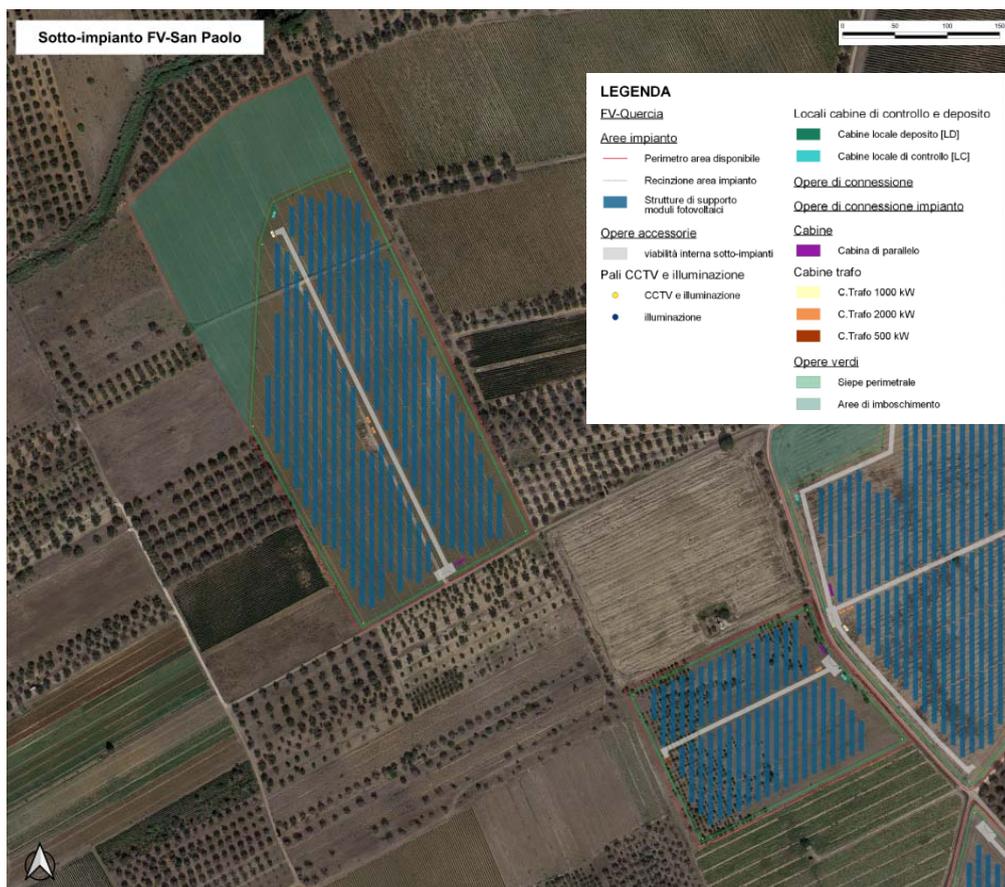


Figura 3-4 - Ortofoto sotto-impianto FV-San Paolo (fonte dell'ortofoto: google earth anno di acquisizione dell'immagine 2021)

L'area, oggetto dell'intervento, è compresa all'interno del perimetro di coordinate geografiche di Latitudine 40°32'10.64"N e Longitudine 17°59'28.64"E ,con una quota media di 35 m s.l.m.

Da certificato di destinazione urbanistica relativo all'area del sito in oggetto, si evince che il terreno risulta classificato, in base al piano regolatore generale del comune di San Pietro Vernotico (BR), come *Zona "EI" - Agricola Produttiva Normale*.

A seguito di analisi delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime come meglio indicato nelle relazioni specifiche, si ritiene che l'area sia idonea alla realizzazione di quanto previsto in progetto.

Si ritiene utile specificare infatti che l'istallazione dei moduli fotovoltaici in situ non creerà particolari e irreversibili modificazioni del suolo, né al territorio e al paesaggio circostanti, non costituendo in alcun modo un ostacolo e un'interazione negativa con la flora e la fauna tali da sconvolgerne ed alterarne i naturali equilibri.

La mancata esistenza di vincoli quali

- Parchi e riserve;
- SIC (Siti di Importanza Comunitaria);
- ZPS (Zone di Protezione Speciale);

risulta essere un'ulteriore dimostrazione che a livello di biocenosi, l'area interessata mostra una certa scarsità di presenze e quindi l'impianto non rappresenterebbe, visto anche il modello costruttivo, una minaccia per questa.

Il sito di installazione del sotto-impianto denominato "**FV-Aviso**" è localizzato nel comune di San Pietro Vernotico (BR) località c.da "Finaca", censito al N.C.T. al foglio e alle particelle di seguito elencate:

- comune di San Pietro Vernotico (BR), foglio 18 particelle 42, 43, 44, 45, 228, 227, 265, 287, 290, 307, 328, 284, 285, 237, 297

per un'estensione complessiva pari a ha 10.30.94 da visure, dei quali vengono inclusi all'interno della recinzione 7.94.85 ha circa.

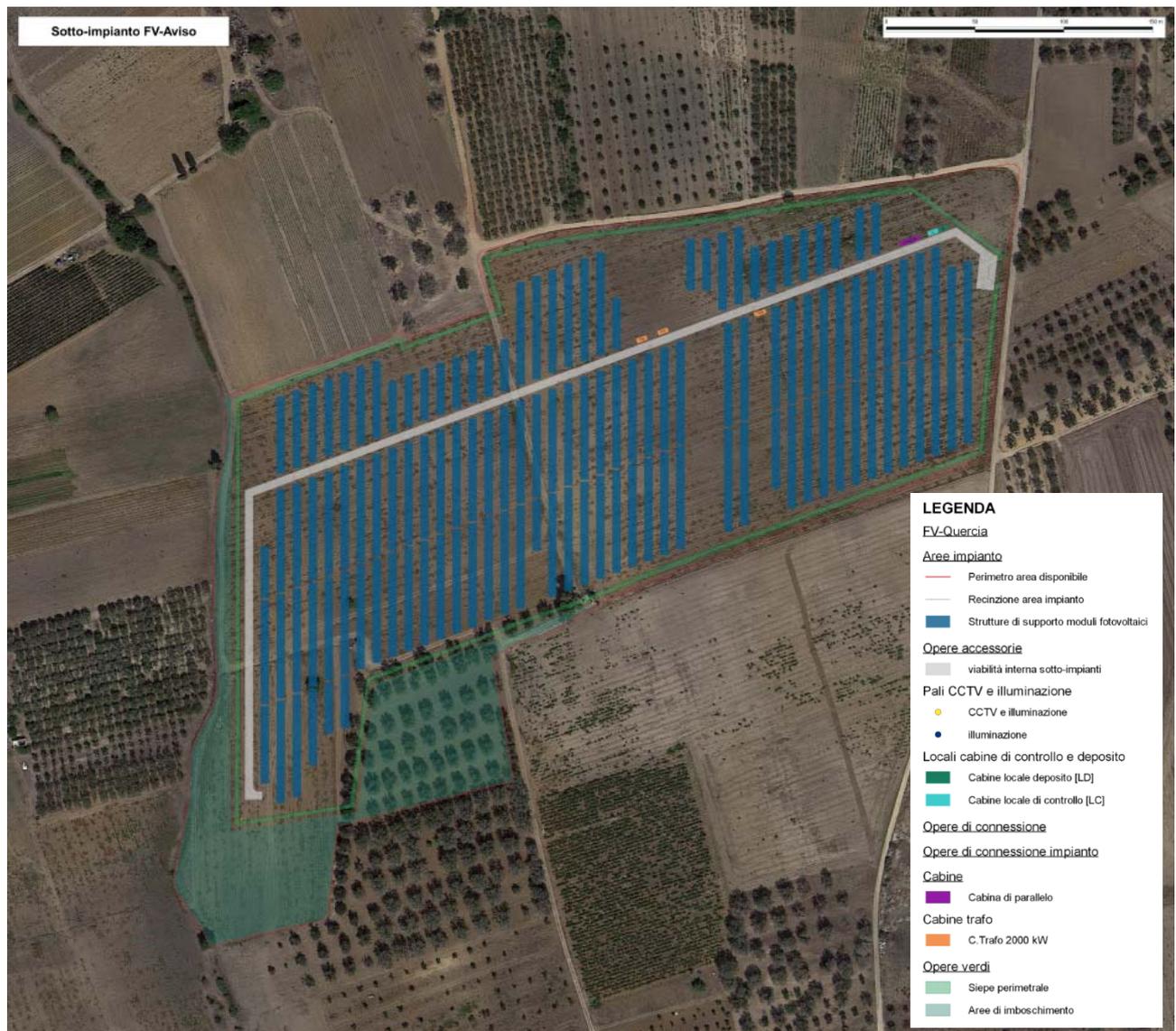


Figura 3-5 - Ortofoto sotto-impianto FV-Aviso (fonte dell'ortofoto: google earth anno di acquisizione dell'immagine 2021)

L'area, oggetto dell'intervento, è compresa all'interno del perimetro di coordinate geografiche di Latitudine $40^{\circ}31'40.97''N$ - Longitudine $17^{\circ}59'32.61''E$, con una quota media di 38 m s.l.m.

Da certificato di destinazione urbanistica relativo all'area del sito in oggetto, si evince che il terreno risulta classificato, in base al piano regolatore generale del comune di San Pietro Vernotico (BR), come Zona "E1" - Agricola Produttiva Normale.

A seguito di analisi delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime come meglio indicato nelle relazioni specifiche, si ritiene che l'area sia idonea alla realizzazione di quanto previsto in progetto.

Si ritiene utile specificare infatti che l'installazione dei moduli fotovoltaici in situ non creerà particolari e irreversibili modificazioni del suolo, né al territorio e al paesaggio circostanti, non

costituendo in alcun modo un ostacolo e un'interazione negativa con la flora e la fauna tali da sconvolgerne ed alterarne i naturali equilibri.

La mancata esistenza di vincoli quali

- Parchi e riserve;
- SIC (Siti di Importanza Comunitaria);
- ZPS (Zone di Protezione Speciale);

risulta essere un'ulteriore dimostrazione che a livello di biocenosi, l'area interessata mostra una certa scarsità di presenze e quindi l'impianto non rappresenterebbe, visto anche il modello costruttivo, una minaccia per questa.

Il sito di installazione del sotto-impianto denominato "FV-Leanzi" è localizzato nel comune di San Pietro Vernotico (BR) località c.da "Finaca", censito al N.C.T. al foglio e alle particelle di seguito elencate:

- comune di San Pietro Vernotico (BR), foglio 20 particelle 72, 184, 70, 68, 67, 69

per un'estensione complessiva pari a ha 4.88.49 da visure, dei quali vengono inclusi all'interno della recinzione 4.22.99 ha circa.

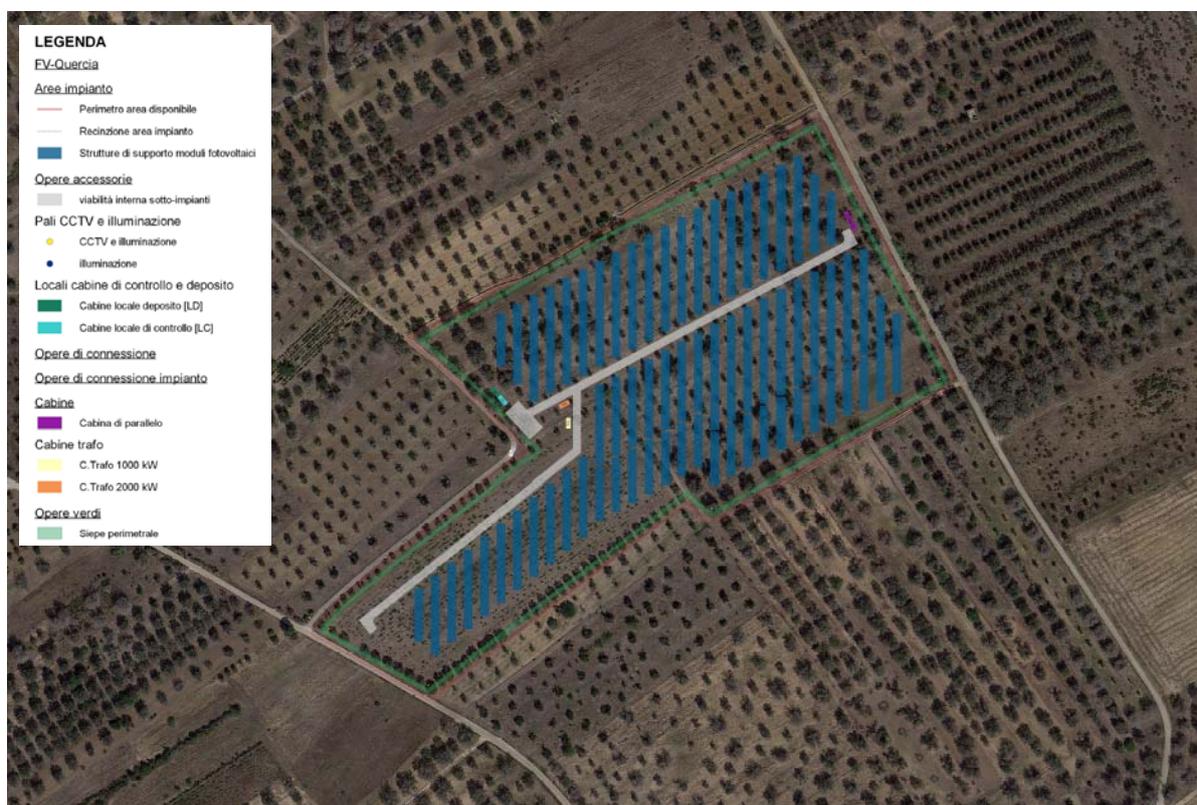


Figura 3-6 - Ortofoto sotto-impianto FV-Leanzi (fonte dell'ortofoto: google earth anno di acquisizione dell'immagine 2021)

L'area, oggetto dell'intervento, è compresa all'interno del perimetro di coordinate geografiche di Latitudine 40°31'45.86"N - Longitudine 18° 0'24.46"E ,con una quota media di 34 m s.l.m.

Da certificato di destinazione urbanistica relativo all'area del sito in oggetto, si evince che il terreno risulta classificato, in base al piano regolatore generale del comune di San Pietro Vernotico (BR), come *Zona "EI" - Agricola Produttiva Normale*.

A seguito di analisi delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime come meglio indicato nelle relazioni specifiche, si ritiene che l'area sia idonea alla realizzazione di quanto previsto in progetto.

Si ritiene utile specificare infatti che l'istallazione dei moduli fotovoltaici in situ non creerà particolari e irreversibili modificazioni del suolo, né al territorio e al paesaggio circostanti, non costituendo in alcun modo un ostacolo e un'interazione negativa con la flora e la fauna tali da sconvolgerne ed alterarne i naturali equilibri.

La mancata esistenza di vincoli quali

- Parchi e riserve;
- SIC (Siti di Importanza Comunitaria);
- ZPS (Zone di Protezione Speciale);

risulta essere un'ulteriore dimostrazione che a livello di biocenosi, l'area interessata mostra una certa scarsità di presenze e quindi l'impianto non rappresenterebbe, visto anche il modello costruttivo, una minaccia per questa.

4. Modello geologico

L'impalcatura geologica dell'area è esclusivamente costituita dal Cretacico, rappresentato dalle Dolomie di Galatina, del Cenomaniano e forse del Turoniano inferiore, e dai Calcari di Melissano, del Cenomaniano-Senoniano.

Al Cretacico si addossano lungo scarpate, o si sovrappongono, in trasgressione, sedimenti miocenici, costituiti dalla tipica "pietra leccese", prevalentemente dell'Elveziano, e dalle Calcareniti di Andrano, in prevalenza del Miocene medio-superiore.

Notevole diffusione hanno pure i sedimenti marini pliocenici e quaternari, spesso rappresentati dai ben noti "tufi" (Calcareniti del Salento). Anche questi sedimenti sono trasgressivi, appoggiati lateralmente o sovrapposti ai sedimenti più antichi, del Cretacico e del Miocene.

I depositi continentali sono esclusivamente olocenici e sono rappresentati dai depositi sabbioso argillosi, spesso lagunari, e dalle dune sabbiose, della fascia costiera.

Il fenomeno dell'accostamento dei sedimenti marini miocenici e pliocenico-quaternari lungo scarpate, formate dai terreni più antichi (Cretacico-miocenici), è molto frequente nella Penisola Salentina, ed è stato interpretato (M. NARDIN e D. Rossi, 1966); (D. Rossi 1968); come un accostamento originario, dovuto alla presenza di terre emerse, delimitate da scarpate marine, attive nel periodo di tempo corrispondente all'età dei sedimenti accostati.

Rapporti stratigrafici di questo genere, così importanti per la ricostruzione paleogeografica, sono stati osservati anche in seno alle formazioni plio-pleistoceniche. Infatti, anche i terreni pliocenici e pleistocenici si presentano spesso addossati l'uno all'altro. L'accostamento avviene di solito lungo scarpate appena percettibili, di pochi metri di altezza e assai poco inclinate, di andamento prevalentemente sinuoso, evidenti in molti casi solo all'esame delle foto aeree.

Di seguito si riporta la successione stratigrafica, dal basso verso l'alto della zona come da Carta Geologica D'Italia dei fogli nn. 203 e 204:

- Cretacico

DOLOMIE DI GALATINA

C⁸⁻⁶ : - Calcari dolomitici e dolomie grigio – nocciola, a frattura irregolare, calcari grigi spesso vacuolari. Tra fossili frequente *Apricardia carantonensis*. Microfauna scarsa con *Miliolidae*, *Ophthalmidiidae* e *Texulariidae* (Cenomaniano e forse Turoniano).

- Pliocene

CALCARENITI DEL SALENTO

P³: Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre, macrofauna a coralli, cirripedi, molluschi, echinidi etc... in trasgressione sulle formazioni più antiche (Pliocene sup. Medio);

Q¹-P³: Sabbie calcaree poco cementate con intercalati banchi di panchina; sabbie argillose grigio azzurre, in trasgressione sulle formazioni più antiche (Calabriano – Pliocene sup.);

Q²: Calcari bioclastici ricchi di fossili (in base ai rapporti stratigrafici, riferibile al Pleistocene);

Q³: Calcareniti e calcari tipo Panchina con ricca fauna (in base ai rapporti stratigrafici, riferibile al Pleistocene).

- Pleistocene

FORMAZIONE DI GALLIPOLI

Q_c¹ e Q_s¹ :- Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurre (Q_c¹); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcareniti ben cementate che prendono il nome di Panchina (Q_s¹) **(affioranti nell'area dei parchi)**;

- Olocene

Depositi e sedimenti continentali derivanti dalla disgregazione e dal dilavamento dei sedimenti calcilutitici e calcarenitici che denotano una intensa attività di alterazione chimica delle rocce calcaree. Sono depositi residuali limoso - terrosi di color rosso brunastro con ciottolame calcareo la cui potenza varia da pochi cm al metro. Le variazioni di spessore sono dovute alle caratteristiche geologiche della zona che hanno determinato la creazione di cavità più o meno ampie (lame, vore, fratture anche sepolte dai sedimenti quaternari) verso le quali convogliano le acque con conseguente trasporto di terreno (terra rossa): nelle aree più depresse gli spessori raggiungono anche i 20 metri; tali sedimenti costituiscono la normale coltre di terreno vegetale.

4.1 Geologia del sito di intervento

In seguito alla interpretazione di n. 4 prove penetrometriche DPSH (*Dynamic Probing Super Heavy*), effettuate fino a 9 m di profondità, sono stati interpretati due modelli stratigrafici, uno per gli impianti ubicati più a Ovest in agro di Brindisi e uno per quelli ubicati più a Est in agro di San Pietro V.co. In entrambe le aree ove verranno realizzati i parchi FV è affiorante in superficie uno strato di regolite di circa 1 m, costituito da terreno vegetale con un elevato contenuto di sostanza organica e utilizzato per le normali pratiche agricole.

Direttamente al di sotto del terreno vegetale, si rinvencono limi sabbiosi i quali passano più in profondità a sabbie limose (Formazione di Gallipoli).

Al di sotto di tale formazione è di dubbia certezza la presenza delle Calcareniti del Salento dovuta a lacuna stratigrafica, mentre dai dati delle stratigrafie dei pozzi limitrofi (fonte ISPRA) si ha che il banco calcareo-dolomitico relativo alle Dolomie di Galatina dovrebbe attestarsi intorno ai 35-40 m di profondità.

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio sono rappresentate, per la successione litologica esistente, dalla presenza di due falde distinte e sovrapposte; una falda freatica ospitata nei depositi sabbiosi pliocenici che è sostenuta dai termini più limosi della formazione e da una profonda, o di base, circolante, ora a pelo libero ora in pressione, nel basamento calcareo cretaceo profondo.

Falda freatica superficiale

L'alimentazione della falda freatica di tipo superficiale è dovuta agli apporti meteorici di una ridotta zona di bacino idrogeologico se rapportata all'imponente bacino della falda carsica profonda alimentata dai massicci calcarei della zona rappresentati dalle vicine "Murge". Infatti, per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico per uso irriguo, si ha che il pelo libero, attestato nelle sabbie argillose della Formazione di Gallipoli, che ammettono un coefficiente di permeabilità compreso tra $4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ e $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, subisce nel tempo oscillazioni dipendenti dal regime pluviometrico, innalzandosi in occasione di precipitazioni intense e prolungate ed abbattendosi, invece, in circostanze di siccità protratta.

Nel particolare, per i siti di installazione ubicati più a Ovest, ubicati nel territorio comunale di Brindisi, sono state effettuate le prove penetrometriche DPSH1 ed DPSH2, le quali hanno raggiunto una profondità di 9 m non si è rilevata la presenza di falda superficiale, al contrario di quanto riportato nel PTA/P che stima una quota piezometrica compresa tra 60 – 65 m s.l.m. e che quindi per le quote della zona sarebbe dovuta affiorare intorno ai 2-3 m dal p.c.; questo testimonia che evidentemente il livello di tale falda nel periodo indagato è più profondo di 9 metri, testimoniando il

carattere di variabilità stagionale.

Per quanto concerne invece i siti di installazione più a Est, ubicati nel territorio di San Pietro V.co, si ha che i sondaggi penetrometrici effettuati, DPSH3 ed DPSH4, hanno evidenziato la presenza di falda superficiale tra i 4,4 m e 4,8 dal p.c., in perfetto accordo con la piezometria riportata dal PTA/P.

Anche se non sono state effettuate misure in continuo del livello statico di tale falda, non sarebbe da escludersi la possibile interazione di questa con il piano campagna, in virtù della esigua profondità.

Non è da escludersi, inoltre, la presenza di altri livelli freatici superficiali più in profondità rispetto alle quote investigate con le prove penetrometriche.

Falda carsica profonda

Notevole è invece la circolazione idrica sotterranea, costituita dalla falda profonda di tipo carsico, la così detta falda carsica, o di base, che ha sede nel substrato carbonatico costituito dalle "Dolomie di Galatina".

La formazione carbonatica mesozoica rappresenta un'unità da poco a molto permeabile con valori del coefficiente di permeabilità compresi tra 10^{-3} m/s e 10^{-4} m/s, pertanto, in considerazione anche del notevole spessore e della elevata estensione, è sede di una cospicua e ben alimentata falda. Essa circola prevalentemente in pressione, ma a luoghi anche a pelo libero attraverso la rete di discontinuità del calcare a luoghi ampliate dalla dissoluzione carsica che ha generato autentici condotti. L'infiltrazione e la circolazione avvengono sia in forma concentrata che diffusa e sono, in ogni caso, influenzate sempre dall'orientazione dei principali sistemi di fratturazione.

La falda carsica galleggia sulla più densa acqua marina di invasione continentale e al contatto acqua dolce acqua salata si individua una zona detta di transizione o zona di diffusione dove si verificano fenomeni di miscelamento salino. La superficie piezometrica, che spesso non coincide con il tetto della falda, per i motivi sopra descritti, ammette un valore del carico compreso tra 2-3 m s.l.m. come riportato nelle tavole del Piano di Tutela delle Acque della Puglia, con direzione di moto, almeno al tetto, orientata verso N-N.E..

Data l'elevata profondità, tale falda è di nessun interesse per lo studio condotto.

Dalla consultazione completa della cartografia ufficiale del PTA/P, si rappresenta infine che sui terreni oggetto di realizzazione dei parchi FV **non sussiste** alcun vincolo di protezione speciale degli acquiferi (ZPSI) e **nessun vincolo** recante misure di tutela quali-quantitativa; essi tuttavia ricadono in area vulnerabile alla contaminazione salina, comunque di non rilevanza per le opere in progetto.

L'area in studio si colloca strutturalmente sulla "piana brindisina", una zona blanda in cui l'assetto geologico generale è sostenuto sempre da un'impalcatura calcarea in cui il regime distensivo ha contribuito alla formazione di una zona più depressa definendo una topografia più pianeggiante e meno accidentata rispetto alla zona murgiana. Questa è drappeggiata da coperture quaternarie più recenti, sedimentate nei vari cicli di subsidenza e ingressione/regressione marina.

Il sistema di faglie e di fratture della zona ha talora condizionato lo sviluppo del reticolo idrografico, con linee di incisione corrispondenti ad allineamenti di faglia o di fatturazione.

I calcari mesozoici rinvenuti in profondità sono stati interessati da una tettonica compressiva, che ha determinato dapprima una serie di strutture plicative, più o meno accentuate, e successivamente il fagliamento degli stessi.

Sul territorio di Brindisi e San Pietro Vernotico insistono una serie di vincoli individuati dal P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico).

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

Il P.A.I. della Regione Puglia per il rischio idrogeologico individua le seguenti aree:

- Pericolosità Geomorfologica;
- Pericolosità Idraulica;
- Classe di Rischio;
- Aree gravate dalle componenti della Carta Idrogeomorfologica cui agli art. nn. 6, 10 delle NTA PAI/P.

Lo studio del P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico) e la sua consultazione, ha messo in evidenza che i terreni interessati dai lavori non ricadono in:

- Area a pericolosità idraulica;
- Area a pericolosità geomorfologica;
- Aree a rischio.

Detti terreni, ricadono invece in:

- Aree di modellamento attivo/aree golenali e aree di pertinenza fluviale della Carta Idrogeomorfologica o reticolo idrografico della Carta I.G.M. 1:25.000, nelle quali sono vigenti gli artt. nn. 6, 10 delle NTA/PAI Puglia. Tale vincolistica implica che sia realizzato uno studio di compatibilità idrologica/idraulica, il quale dimostri che le opere in progetto

siano realizzate in condizioni di sicurezza idraulica. Per tale studio si rimanda alla consultazione degli specifici elaborati specialistici allegati al progetto dell'IMPIANTO FV-QUERCIA.

Si sottolinea altresì, che il progetto non prevede sostanziali modifiche morfologiche né scavi per la realizzazione delle strutture fondali, pertanto i movimenti di terreno eseguiti non produrranno risultati lesivi per l'assetto idrogeologico dei luoghi.

Ciò nonostante, al fine di garantire il naturale scorrimento delle acque superficiali, bisognerà prevedere in fase esecutiva, la realizzazione di idonee opere di drenaggio.

In conclusione, l'assetto generale del territorio studiato appartiene alla Categoria Topografica **TI** (ai sensi delle NTC 2018); in essa non si evidenzia, allo stato attuale, l'esistenza di processi morfodinamici in atto, tanto meno nello stretto ambito dell'area di competenza, né sono stati individuati gravi agenti geodinamici che possano turbare, anche in futuro, le attuali condizioni di equilibrio.

5. Modello geotecnico del sottosuolo di fondazione

In questo capitolo sono state analizzate le caratteristiche fisico-meccaniche della *litofacies* che caratterizzano il sedime dell'area oggetto di studio.

Al fine di rendere attendibili le valutazioni geotecniche, riguardanti l'area oggetto di studio, si è fatto riferimento ai risultati di prove penetrometriche dinamiche effettuate all'interno del sito in progetto, in modo tale da avere una visione litotecnica di dettaglio dell'area, e di ricostruire la locale successione stratigrafica.

Grazie alle indagini in situ effettuate, ai rilievi di superficie e alla ricerca bibliografica, è stato possibile fornire indicazioni dettagliate in merito alla stratigrafia ed alle caratteristiche geomeccaniche delle unità geo-litologiche. Le prove sono state effettuate con l'ausilio di un penetrometro di tipo superpesante (DPSH), corredato da massa battente con maglio di 60 kg.

In base a quanto emerso dalle indagini realizzate e dalla ricerca bibliografica nel sito in esame, si è potuto rilevare la successione stratigrafica riportata nelle figure a seguire, corredata dall'inquadramento su ortofoto dell'ubicazione prove.

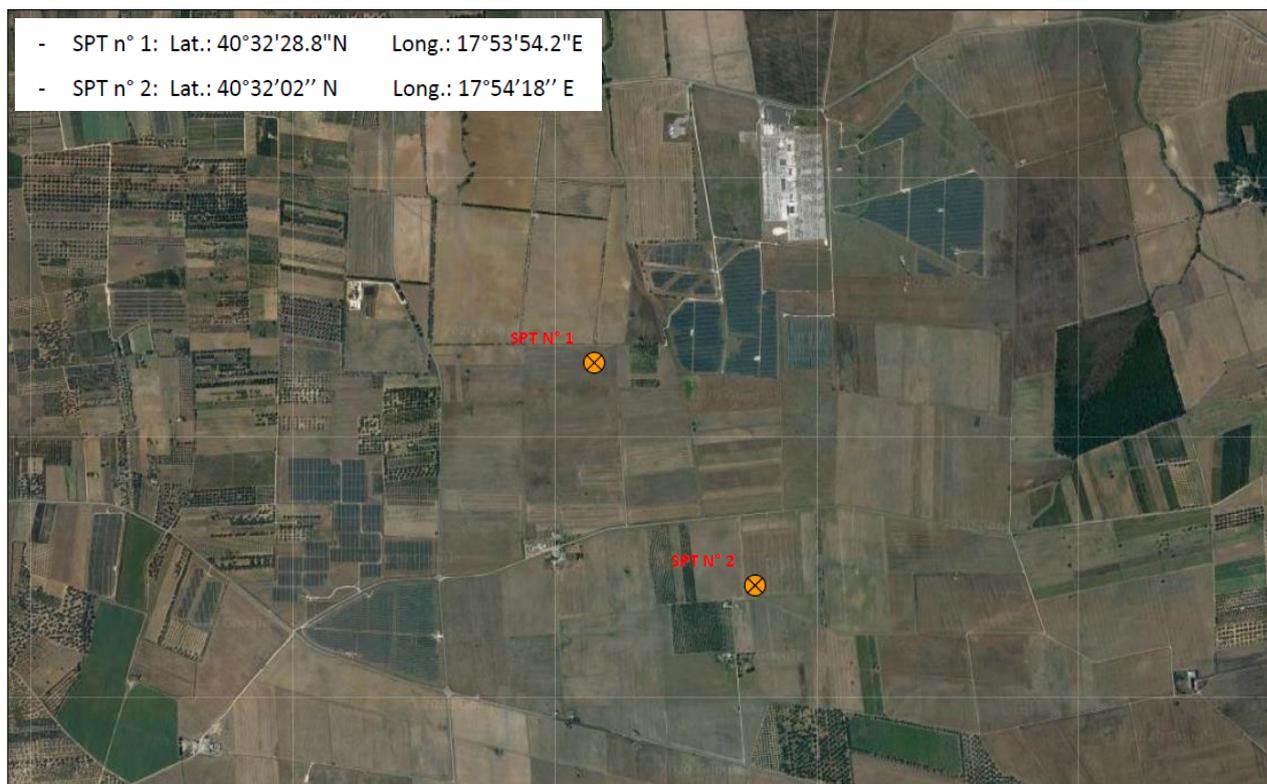


Fig. 1: Ubicazione Indagini :  Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante (DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY) – COMUNE DI BRINDISI (BR)

Figura 5-1 - Ortofoto con ubicazione prove penetrometriche

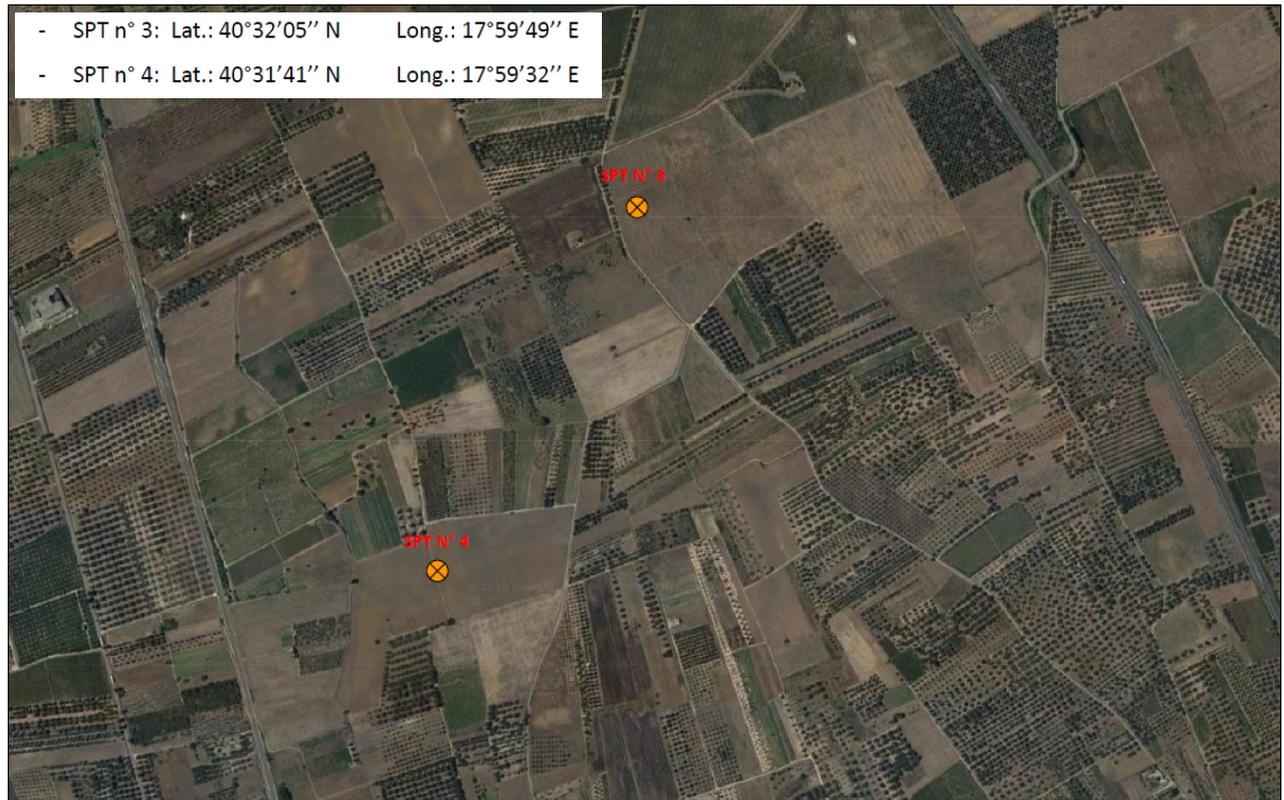


Fig. 2: Ubicazione Indagini :  Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante (DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY) – COMUNE DI SAN PIETRO V.CO (BR)

Figura 5-2 - Ortofoto con ubicazione prove penetrometriche

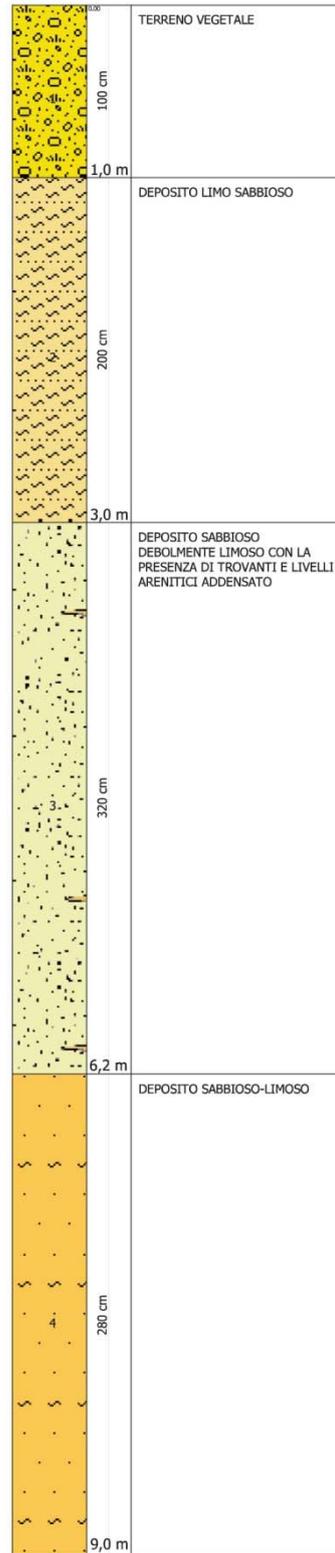


Figura 5-3 - Stratigrafia interpretata da prove DPSH - Stratigrafia impianti Ovest (agro di Brindisi)

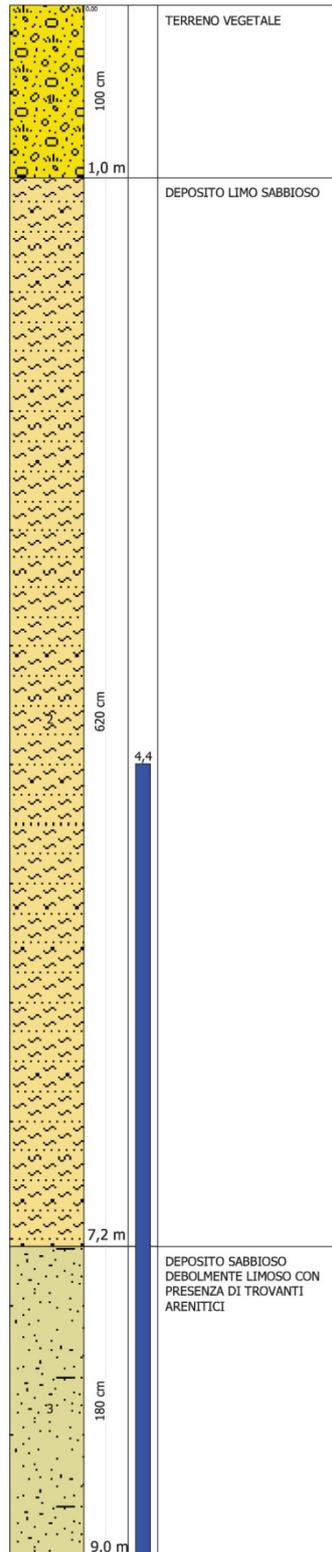


Figura 5-4 - Stratigrafia interpretata da prove DPSH - Stratigrafia impianti Est (agro di San Pietro Vernotico)

Dal punto di vista geotecnico è possibile definire per l'impianto FV-QUERCIA n.2 modelli geotecnici, così come illustrati nel "Report indagini geognostiche-penetrometriche" in allegato agli elaborati di progetto.

Per i siti di installazione FV ubicati a Ovest, in agro di Brindisi, si ha che questi sorgeranno sul termine Q_s^1 della Formazione di Gallipoli, la quale risulta avere i seguenti parametri geotecnici ricavati dalle prove penetrometriche "SPT₁" ed "SPT₂":

Tabella 5-1 - Attribuzione dei parametri geotecnici indicativi al terreno di fondazione in agro di Brindisi (BR) - zona Ovest di installazione

LITOLOGIA (ORIZZONTE)	PROFONDITA' dal P.C. (mt)		PARAMETRI GEOTECNICI	CORRELAZIONE	VALORE
	DA	A			
TERRENO VEGETALE (ORIZZONTE 1)	0,00	1,00	=	=	=
DEPOSITO LIMO SABBIOSO MODERATAMENTE ADDENSATO (ORIZZONTE 2)	1,00	3,00	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0,0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Sower 1961]	30°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	96,24 Kg/cm ²
			Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	80,59 (Kg/cm ²)
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,34
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
			Peso unità di volume naturale (γ)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,50 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,91 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{Sigma}_H / P_0$	[Navfac 1971-1982]	2,50
			Falda profondità dal p.c.	=	NON RILEVATA
DEPOSITO SABBIOSO DEBOLMENTE LIMOSO CON LA PRESENZA DI TROVANTI E LIVELLI ARENITICI MODERATAMENTE ADDENSATO (ORIZZONTE 3)	3,00	6,20	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0 (Kg/cm ²)
			Angolo di attrito	[Sower 1961]	32°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	180,48 (Kg/cm ²)
			Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	105,08 (Kg/cm ²)
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,33
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
			Peso unità di volume naturale (γ)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,55 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,94 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{Sigma}_H / P_0$	[Navfac 1971-1982]	3,10
			Falda superficiale dal p.c.	=	NON RILEVATA
DEPOSITO SABBIOSO LIMOSO MODERATAMENTE ADDENSATO (ORIZZONTE 4)	6,20	9,00	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0,0 (Kg/cm ²)
			Angolo di attrito	[Sower 1961]	30°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	144,36 Kg/cm ²
			Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	91,65 (Kg/cm ²)
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,32
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
			Peso unità di volume naturale (γ)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,50 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,94 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{Sigma}_H / P_0$	[Navfac 1971-1982]	2,53
			Falda profondità dal p.c.	=	NON RILEVATA

Per i siti di installazione FV ubicati più a Est in agro di San Pietro V.co, si ha che questi sorgeranno sul termine Q_c^1 della Formazione di Gallipoli, la quale risulta avere i seguenti parametri geotecnici ricavati dalle prove penetrometriche “SPT₃” ed “SPT₄”:

Tabella 5-2 - Attribuzione dei parametri geotecnici indicativi al terreno di fondazione in agro di San Pietro Vernotico (BR) - zona Est di installazione

LITOLOGIA (ORIZZONTE)	PROFONDITA' dal P.C. (mt)		PARAMETRI GEOTECNICI	CORRELAZIONE	VALORE
	DA	A			
TERRENO VEGETALE (ORIZZONTE 1)	0,00	1,00	=	=	=
DEPOSITO LIMO SABBIOSO MODERATAMENTE ADDENSATO (ORIZZONTE 2)	1,00	7,20	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0,0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Sower 1961]	30°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	96,24 Kg/cmq)
			Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	80,59 (Kg/cmq)
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,33
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE E ADDENSATO
			Peso unità di volume naturale (γ)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,50 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,94 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{vh} / \sigma_v$	[Navfac 1971-1982]	2,53
Falda profondità dal p.c.	=	4,40 mt			
DEPOSITO SABBIOSO DEBOLMENTE LIMOSO CON LA PRESENZA DI TROVANTI E LIVELLI ARENITICI MODERATAMENTE ADDENSATO (ORIZZONTE 3)	7,20	9,00	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Sower 1961]	32°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	189,24 (Kg/cmq)
			Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	108,33 (Kg/cmq)
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,32
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE E ADDENSATO
			Peso unità di volume naturale (γ)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,55 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,96 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_{vh} / \sigma_v$	[Navfac 1971-1982]	3,27
Falda superficiale dal p.c.	=	4,40 mt			

In seguito alla interpretazione di n. 4 prove penetrometriche DPSH (Dynamic Probing Super Heavy), effettuate fino a 9 m di profondità, sono stati interpretati due modelli stratigrafici, uno per gli impianti ubicati più a Ovest in agro di Brindisi e uno per quelli ubicati più a Est in agro di San Pietro V.co. In entrambe le aree ove verranno realizzati i parchi FV è affiorante in superficie uno strato di regolite di circa 1 m, costituito da terreno vegetale con un elevato contenuto di sostanza organica e utilizzato per le normali pratiche agricole. Direttamente al di sotto del terreno vegetale si rinvencono limi sabbiosi i quali passano più in profondità a sabbie limose (Formazione di Gallipoli). Al di sotto di tale formazione è di dubbia certezza la presenza delle Calcareniti del Salento dovuta a lacuna stratigrafica, mentre dai dati delle stratigrafie dei pozzi limitrofi (fonte ISPRA) si ha che il banco calcareo-dolomitico relativo alle Dolomie di Galatina dovrebbe attestarsi intorno ai 35-40 m di profondità.

6. Zonazione sismogenetica e pericolosità sismica

Al fine di definire la pericolosità sismica di base è stato eseguito uno studio relativo alla classificazione sismica ed alla zonazione sismogenetica del territorio italiano in linea con quanto prescritto dalle NTC 2018. La finalità di questa indagine è quella di valutare e quantificare la pericolosità sismica di base partendo da valori attribuiti al territorio nell'ambito dei lavori per la redazione della mappa di pericolosità sismica dell'INGV (OPCM 20.03.2003 n.3274). Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04 (fig. 6.1) è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006 (G.U. n.105 dell'11 maggio 2006), mentre la redazione dell'ultima cartografia ufficiale (Carta ZS9) edita dall'INGV ha permesso la conseguente attribuzione di valori relativi alle specifiche degli eventi sismici attesi.

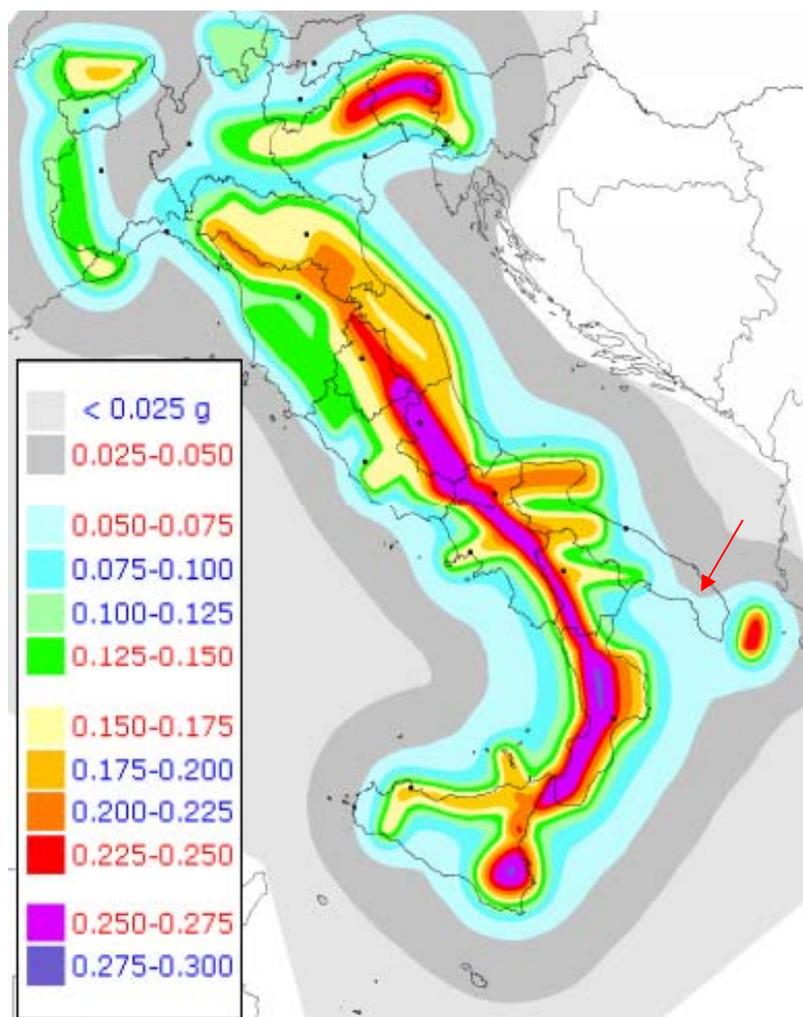


Figura 6-1- Carta della pericolosità sismica MPS04 del territorio nazionale elaborata dall'INGV. Con la freccia è indicata la zona dove ricade l'area in esame.

In base a quanto stabilito dalle NTC 2018, per la definizione dell'azione sismica, si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo (A, B, C, D, E) e delle condizioni topografiche (T1, T2, T3, T4).

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

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

Con:

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite come:

- *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 fine 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 – Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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 fine 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.*

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Per quanto riguarda le configurazioni topografiche si ha che per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

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 $i > 30^\circ$.*

Per definire la categoria di sottosuolo, sono state condotte **n. 2 indagini di sismica attiva MASW** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), con n. 24 geofoni disposti su un array lungo 46 metri.

L'interdistanza geofonica adoperata per le prove è pari a 2 m, con durata dell'acquisizione dei sismogrammi di 1000 ms e passo di campionamento temporale pari a 130 μ s. Detta metodologia consente con l'analisi in frequenza delle onde superficiali di tipo "rayleigh", generate con metodologia attiva, di ricavare tramite inversione la sismostratigrafia riferita alle onde di taglio Vs tramite il fenomeno della dispersione e quindi determinare la $V_{s,eq}$ del sito indagato. La strumentazione utilizzata è del tipo a 24 canali, modello Echo 24 (anno 2002) della AMBROGEO interfacciato con un computer portatile.

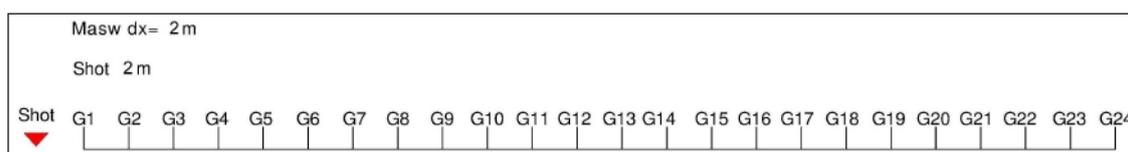


Figura 6-2 - Configurazione geometrica dello stendimento sismico tipo MASW

Per maggiori specifiche sulle prove MASW eseguite si rimanda alla Relazione geologica allagata al progetto.

6.1 Categoria suolo fondazione

Le indagini di tipo MASW hanno dato:

- “MASW 1” - $V_{S,eq} = 322 \text{ m/s}$ ossia **Cat. “C”**; (Per i siti di installazione in agro di Brindisi)
- “MASW 2” - $V_{S,eq} = 376 \text{ m/s}$, ossia **Cat. “B”**. (Per i siti di installazione in agro di San Pietro Vernotico)

Per quanto riguarda le caratteristiche topografiche, tutte le aree rientrano nella categoria **T1**, ossia: “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”.

6.2 Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono **1**. Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 6.1, nelle quali g è l’accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 6.1: espressioni di S_s e C_c .

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

6.3 Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S riportati nella Tab. 6.2, in funzione delle categorie T topografiche e dell’ubicazione dell’opera o dell’intervento.

Tabella 6.2: Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

6.4 Caratterizzazione delle azioni sismiche

L'entrata in vigore dell'Ordinanza OPCM n. 3274 del 20/03/2003 ha determinato una suddivisione del territorio nazionale in aree omogenee da un punto di vista del rischio sismico e perimetrate, sulla base della presenza/assenza, di aree sismogenetiche attive.

Sono stati così individuati 10751 nodi di riferimento. Ad ogni nodo è associato un valore di accelerazione massima attesa al suolo per un determinato periodo di ritorno.

La forma e intensità dello spettro di risposta di progetto sono funzione di tre parametri, che cambiano da sito a sito:

- **ag**: accelerazione orizzontale massima al sito;
- **Fo**: 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.

L'entità di questi tre parametri determina lo spettro di risposta e, conseguentemente, l'entità delle forze esercitate sugli edifici.

Gli effetti dovuti al tipo di sottosuolo, alla stratigrafia, alla tettonica ed alla topografia, già indagati precedentemente in questo studio, saranno considerati nella costruzione del modello geologico.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie (come visto in precedenza con la determinazione della Categoria di sottosuolo sito specifica B e C e dei coefficienti di amplificazione topografica $S_T=1,0$ e stratigrafica $S_s=1,2$ e $1,5$).

Per la costruzione dei grafici e per il calcolo dei parametri di pericolosità sismica si è utilizzato il software freeware della geostru (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>) che, grazie ad un database statistico, ai dati sugli edifici e sul terreno ed ai dati sulla struttura, permette di ricavare alcuni valori utili al fine di quantificare i suddetti parametri. In conclusione, considerando una vita nominale dell'opera pari a 35 anni con classe d'uso I, si sono ottenuti i risultati di seguito riportati.

Sito: Comune di Brindisi (BR) in contrada Parisi

Coordinate sito (ED50):

latitudine: 40,542310

longitudine: 17,899175

Altitudine = 61.00 metri s.l.m.

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 34144	Lat: 40,5485	Lon: 17,8991	Distanza: 696,1
Sito 2	ID: 34145	Lat: 40,5459	Lon: 17,9648	Distanza: 5561,8
Sito 3	ID: 34367	Lat: 40,4960	Lon: 17,9613	Distanza: 7355,3
Sito 4	ID: 34366	Lat: 40,49865	Lon: 17,8957	Distanza: 4864,6



Considerato dunque:

1. Le coordinate geografiche del sito oggetto di studio Lat: 40,54231; Long:17,899175;
2. La tipologia di costruzione ricadente in classe 1 con Vita Nominale (V_N) delle opere in progetto pari a 35 anni e un coefficiente d'uso pari a 0,7, pertanto un periodo di riferimento (V_R) pari a 24,5 anni ($V_R = V_N \times C_u$);

Tab. 6.3: Tabella relativa ai valori di: Tempi di ritorno (TR); parametri spettrali relativi alla accelerazione orizzontale massima al sito (a_g) Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_o) e periodo di inizio del tratto di velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T_c^*); associati allo stato limite Operatività (SLO); Danno (SLD); Salvaguardia Vita (SLV); Prevenzione Collasso (SLC).

Stati limite					Coefficienti sismici				
Classe Edificio I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli... Vita Nominale: 50 Interpolazione: Media ponderata CU = 0.7					Tipo: Muri di sostegno NTC 2008 <input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti. H (m): 1 us (m): 0.1 Cat. Sottosuolo: C Cat. Topografica: T1				
Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_o	T_c^* [s]					
Operatività (SLO)	30	0.014	2.320	0.155					
Danno (SLD)	35	0.016	2.327	0.171					
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.042	2.474	0.421					
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.052	2.548	0.486					
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35								
					SLO	SLD	SLV	SLC	
SS Amplificazione stratigrafica					1,50	1,50	1,50	1,50	
CC Coeff. funz categoria					1,94	1,88	1,40	1,33	
ST Amplificazione topografica					1,00	1,00	1,00	1,00	

Sito: Comune di San Pietro Vernotico (BR) in contrada Aviso

Coordinate sito (ED50):

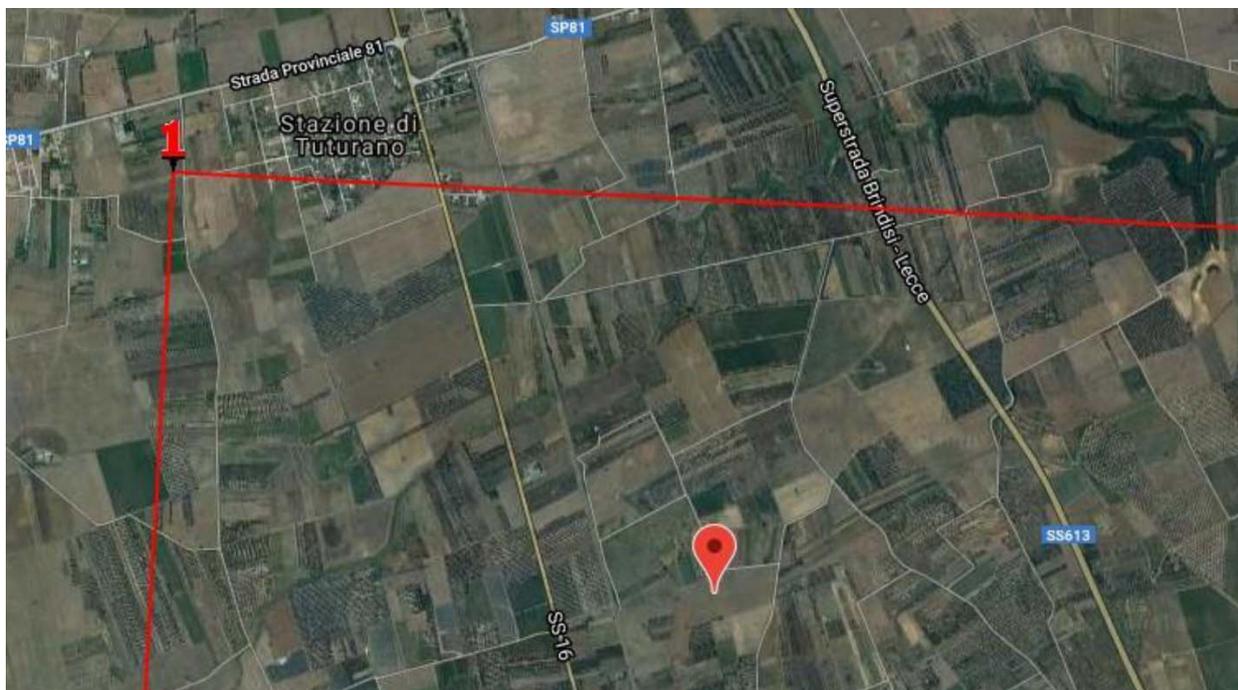
latitudine: 40,529039

longitudine: 17,993003

Altitudine = 61.00 metri s.l.m.

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 34144	Lat: 40,5485	Lon: 17,8991	Distanza: 696,1
Sito 2	ID: 34145	Lat: 40,5459	Lon: 17,9648	Distanza: 5561,8
Sito 3	ID: 34367	Lat: 40,4960	Lon: 17,9613	Distanza: 7355,3
Sito 4	ID: 34366	Lat: 40,49865	Lon: 17,8957	Distanza: 4864,6



Considerato dunque:

1. Le coordinate geografiche del sito oggetto di studio Lat: 40,529039; Long: 17,993003;
2. La tipologia di costruzione ricadente in classe 1 con Vita Nominale (VN) delle opere in progetto pari a 35 anni e un coefficiente d'uso pari a 0,7, pertanto un periodo di riferimento (VR) pari a 24,5 anni ($VR = VN \times Cu$);

Tab. 6.4: Tabella relativa ai valori di: Tempi di ritorno (TR); parametri spettrali relativi alla accelerazione orizzontale massima al sito (a_g) Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_o) e periodo di inizio del tratto di velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T_c^*); associati allo stato limite Operatività (SLO); Danno (SLD); Salvaguardia Vita (SLV); Prevenzione Collasso (SLC).

Stati limite					Coefficienti sismici				
Classe Edificio I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...					Tipo Muri di sostegno NTC 2008 <input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.				
Vita Nominale 50 Interpolazione Media ponderata CU = 0.7					H (m) 1 us (m) 0.1				
					Cat. Sottosuolo B Cat. Topografica T1				
Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_o	T_c^* [s]					
Operatività (SLO)	30	0.013	2.356	0.151					
Danno (SLD)	35	0.014	2.337	0.165					
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.040	2.446	0.422					
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.051	2.509	0.492					
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35								
					SLO	SLD	SLV	SLC	
					SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
					CC Coeff. funz categoria	1,60	1,58	1,31	1,27
					ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

In conclusione, si può asserire che per le aree in esame, non esistono particolari problematiche sismiche che possono provocare fenomeni di amplificazione, liquefazione, cedimenti ed instabilità, tali da innescare scenari di pericolosità sismica potenziale.

7. Le opere in progetto

7.1 Cabine prefabbricate

Tra le opere civili che costituiranno l'impianto di produzione di energia elettrica, tramite conversione fotovoltaica, vi sono le cabine prefabbricate.

Nello specifico sono previste:

- n.10 cabine di parallelo (PP) di dimensioni in pianta pari a 12,00 m x 2,50 m;
- n. 26 trasformatori (TF) di dimensioni in pianta pari a 6,0 m x 2,50 m;
- n. 9 control room (CR) di dimensioni in pianta pari a 6,00 m x 2,50 m;
- n. 9 locale deposito (LD) di dimensioni in pianta pari a 6,00 m x 2,50 m.

Per la posa in opera di ciascun locale è previsto uno scavo di profondità pari a 60 cm nel quale verrà realizzato un letto di magrone alto 10 cm sul quale verrà adagiato il locale cabina prefabbricato. Per una lettura dettagliata delle forme, dimensioni e particolari costruttivi delle opere da realizzarsi si rimanda alle tavole grafiche allegate al progetto.

7.2 Teoria di calcolo per la verifica della capacità portante

L'interazione terreno struttura viene modellata applicando il modello di Winkler, il quale caratterizza il sottosuolo con una relazione lineare fra il cedimento in un punto della superficie limite e la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi. Si assume cioè che:

$$p = kvw$$

dove:

- kv = costante di sottofondo o coefficiente di reazione del terreno
- w = abbassamento della trave di fondazione tale da comprimere il terreno sottostante.

Le platee di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito che segue sempre la giacitura di un piano. L'elemento lastra-piastra (denominato guscio) possiede nel sistema di riferimento locale come in quello globale 6 gradi di libertà per nodo. L'elemento è computato sovrapponendo il comportamento lastra o membrana, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (una coppia di spostamenti planari e un grado di libertà alla rotazione intorno ad un asse perpendicolare al piano medio), e il comportamento piastra, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (uno spostamento perpendicolare al piano medio e una coppia di rotazioni ortogonali aventi assi sostegno paralleli al piano medio). La geometria dell'elemento finito SHELL può essere definita attraverso 3 o 4 nodi. La trattazione nei due casi è completamente diversa. L'elemento a 3 nodi viene usato per

creare esclusivamente mesh di transizione nel caso di figure irregolari.

La formulazione dell'elemento è basata sulla teoria di Mindlin-Reissner in cui viene considerato anche il contributo della deformazione dovuta al taglio risolvendolo secondo la formulazione isoparametrica. Tutte le caratteristiche sono calcolate attraverso l'integrazione numerica ai punti di Gauss secondo la regola 2x2 ed estrapolate ai nodi. Nel caso delle platee di fondazione, l'interazione viene modellata attraverso l'introduzione di molle distribuite sulla superficie dell'elemento che vengono automaticamente concentrate (rappresentative della propria area di influenza e calcolate attraverso l'integrazione di Gauss) e applicate ai nodi di estremità.

Il calcolo viene effettuato seguendo la teoria di Brinch Hansen, la quale tiene conto:

- della forma della fondazione;
- della profondità del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del carico sulla fondazione;
- dell'eccentricità del carico;
- dell'inclinazione del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del piano di campagna;
- dell'effetto inerziale nella fondazione;
- dell'effetto cinematico del sottosuolo.

Il carico limite si ottiene dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = 0.5 \cdot B \cdot [\gamma_2' + (\gamma_2 - \gamma_2') \cdot dw/B] \cdot N_y \cdot s_y \cdot d_y \cdot i_y \cdot g_y \cdot b_y \cdot z_y \cdot e_{yk} \cdot e_{yi} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + z_c (q + \gamma_1 \cdot D) \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q$$

dove:

- $B' = B - 2 \cdot e_B$
- B = lato minore della fondazione
- e_B = eccentricità del carico lungo B
- D = profondità del piano di posa della fondazione
- γ_1 = peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione
- γ_2 = peso del terreno sotto il piano di posa della fondazione
- γ_2' = peso del terreno immerso sotto il piano di posa
- C = coesione del terreno
- q = carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione
- dw = profondità della falda acquifera.

Per maggiori approfondimenti relativamente ai calcoli strutturali si rimanda alla documentazione specialistica allegata al progetto o ad eventuali altri elaborati richiesti e presentati in fase esecutiva.

8. Considerazioni conclusive

In considerazione della posizione morfologica relativamente favorevole dei luoghi oggetto d'intervento e delle comprovate condizioni di stabilità generale sopra descritte, la caratterizzazione delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo è stato ottenuto mediante la raccolta di notizie e dati di base, con il rilevamento geologico-tecnico di un intorno significativo e con l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche all'interno del sito in progetto.

In ordine al rapporto fra la struttura in progetto ed il terreno, occorre rilevare che il piano di imposta delle strutture fondali dovrà essere determinato nelle successive fasi progettuali (progetto esecutivo) in modo da raggiungere strati di terreno competenti all'esercizio del carico della struttura sovrastante.

Da quanto detto precedentemente si prescrivono i seguenti interventi:

- 1) Adozione di strutture fondali compatibili con le resistenze del terreno in posto.
- 2) Garantire il naturale scorrimento delle acque superficiali evitando di alterare l'infiltrazione efficace, attraverso la realizzazione di idonee opere di drenaggio. Ciò consentirebbe una corretta regimazione ed un rapido allontanamento delle acque superficiali.

Inoltre, si dovrà prestare particolare attenzione alla regimazione delle acque meteoriche provenienti dallo scolo dei moduli fotovoltaici, con la realizzazione di canalette poste alla base delle strutture, in modo tale da evitare l'erosione accelerata del substrato in posto e ristagni d'acqua nei pressi del piano di posa della fondazione.

L'Ingegnere strutturista verificherà, infine, in sede esecutiva la compatibilità del carico di esercizio con la portanza del terreno, l'adeguatezza strutturale della fondazione e prevederà, qualora fosse necessario, un eventuale rinforzo delle stesse. In fase esecutiva la direzione lavori verificherà la congruenza delle caratteristiche litologiche del terreno in posto, con quelle attese in seguito alla schematizzazione effettuata nel presente documento.

I sopralluoghi eseguiti, sull'area oggetto d'indagine e sui terreni vicini non hanno evidenziato, allo stato attuale, segni di dissesti o movimenti gravitativi in atto o potenziali. Non si ritiene, allo stato attuale delle conoscenze, di eseguire verifiche di stabilità in quanto si registrerebbero valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla legge.

Lo studio del P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico) e la sua consultazione, ha messo in evidenza che i terreni interessati dai lavori non ricadono in:

- Area a rischio e pericolosità geomorfologica;
- Area a rischio e pericolosità idraulica;

Detti terreni, ricadono invece in:

- Aree di modellamento attivo/aree golenali e aree di pertinenza fluviale della Carta Idrogeomorfologica o reticolo idrografico della Carta I.G.M. 1:25.000, nelle quali sono vigenti gli artt. nn. 6, 10 delle NTA/PAI Puglia.

Tale vincolistica implica che sia realizzato uno studio di compatibilità idrologica/idraulica, il quale dimostri che le opere in progetto siano realizzate in condizioni di sicurezza idraulica. Per tale studio si rimanda alla consultazione degli specifici elaborati specialistici allegati al progetto dell'impianto FV-QUERCIA.

Considerate le caratteristiche geologiche e geotecniche del sito in oggetto, si può esprimere parere preliminare favorevole all'esecuzione delle opere in progetto, infatti la valutazione e l'interpretazione critica delle osservazioni afferenti il complesso degli elementi oggettivi raccolti nel corso dei sopralluoghi consentono di esprimere parere di fattibilità geotecnica per la realizzazione degli interventi in progetto alle condizioni sopra elencate.

Palermo, 11/01/2023

The image shows a blue circular professional stamp and a handwritten signature in blue ink. The stamp contains the text: "GIUSEPPE SANTAROMITA VILLA", "Il Professionista", "Incarico", "Matricola", and "1992 - CAPO D'ORLANDO". The signature is written over the stamp and extends to the right.

Ing. Giuseppe Santaromita Villa