

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNI DI MANFREDONIA  
ED ORTA NOVA



Denominazione impianto:

**LA PESCIA**

Ubicazione:

**Comuni di Manfredonia (FG) ed Orta Nova (FG)  
Località "La Pescia" e "Santa Felicità"**

## PROGETTO DEFINITIVO

**per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro  
dei comuni di Manfredonia (FG) ed Orta Nova (FG) in località "La Pescia" e "Santa Felicità",  
potenza nominale pari a 39,8268 MW in DC e potenza in immissione pari a 37,8 MW in AC,  
e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nei comuni  
di Manfredonia (FG), Orta Nova (FG), Carapelle (FG), Cerignola (FG) e Foggia (FG).**

PROPONENTE



**SORGENIA RENEWABLES S.R.L.**

Milano (MI) Via Algardi Alessandro 4 - CAP 20148

Partita IVA: 10300050969

Indirizzo PEC: [sorgenia.renewables@legalmail.it](mailto:sorgenia.renewables@legalmail.it)

ELABORATO

**Relazione Geotecnica**

Tav. n°

**3RG.1**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Ottobre 2022	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06			

PROGETTAZIONE

GRM GROUP S.R.L.  
Via Caduti di Nassiriya n. 179  
70022 Altamura (BA)  
P. IVA 07816120724  
PEC: [grmgrouprl@pec.it](mailto:grmgrouprl@pec.it)  
Tel.: 0804168931



Spazio riservato agli Enti

IL TECNICO

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE  
Contrada Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)  
Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924  
PEC: [antonioavallone@pec.it](mailto:antonioavallone@pec.it)  
Cell: 339 796 8183



Dott. Pasquale TRIGGIANI  
Via G. Matteotti, 12  
71010 - Ischitella (FG)  
Ordine dei Geologi della Regione Puglia, n. 552  
PEC: [pasqualettriggiani@epap.sicurezza postale.it](mailto:pasqualettriggiani@epap.sicurezza postale.it)  
Cell: 3466431824



## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	9
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	9
4.	IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA .....	13
5.	DESCRIZIONE DELL'OPERA E COLLOCAZIONE NEL TERRITORIO .....	16
6.	ANALISI SISMICA DELLA ZONA DI INTERESSE .....	29
7.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECCNICA .....	30
8.	CONCLUSIONI .....	32

### ALLEGATI:

UBICAZIONE C.P.T. E SONDAGGI SISMICI

DESCRIZIONE PROVE C.P.T.

INDAGINE GEOFISICA

STRATIGRAFIE E PROVE DI LAB. IN LOC. "BECCARINI RAMATOLA"

STRATIGRAFIE POZZI (ARCHIVIO ISPRA)

## 1. PREMESSA

### 1.1. Generalità

Ottemperando all'incarico ricevuto dalla SORGENIA RENEWABLES S.R.L. con sede in via Algardi Alessandro, 4, 20148 Milano (MI), partita IVA: 10300050969, pec:sorgenia.renewables@legalmail.it, lo scrivente dott. geologo Pasquale Triggiani, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia con il n. 552 e al Collegio dei Geometri di Lucera n. 1296, ha redatto la presente relazione geotecnica relativa al progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare in agro dei comuni di Manfredonia (FG) ed Orta Nova (FG) in località "La Pescia" e delle relative opere di connessione alla RTN.L'iniziativa prevede la realizzazione di un impianto agro-voltaico destinato **alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare integrato da un progetto agronomico.**

Il modello, meglio descritto nelle relazioni specialistiche, si prefigge l'obiettivo di **ottimizzare** e utilizzare in modo **efficiente** il territorio, producendo **energia elettrica** pulita e garantendo, per il miglior utilizzo del suolo, una **produzione agricola**.

L'iniziativa si inserisce nel quadro istituzionale identificato dall'art.12 del D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003, che dà direttive per la promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

L'impianto fotovoltaico produrrà energia elettrica rinnovabile da fonte solare fotovoltaica. Il progetto si inserisce nel quadro generale della riconversione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonte fossile in favore degli impianti da fonte rinnovabili, in grado di produrre energia a prezzo concorrenziale senza l'utilizzo di materie prima di origine fossile.

E' ormai evidente come il clima negli ultimi anni ha subito un forte cambiamento con il verificarsi in maniera sempre più frequente di eventi climatici estremi e di notevole intensità come alluvioni, uragani, scioglimento dei ghiacciai sulle montagne e quello dei ghiacciai delle calotte polari con la deriva di iceberg dell'estensione di centinaia di chilometri quadrati.

Con gli accordi sanciti dal Protocollo internazionale di Kyoto del 1997 e dal Libro Bianco italiano scaturito dalla Conferenza Nazionale Energia e Ambiente del 1998, l'Italia si è dotata di un piano Energetico Nazionale 2030, con l'obiettivo di raggiungere attraverso le energie rinnovabili l'indipendenza dalle materie prime di origine fossile provenienti dall'estero.

Questa nuova opportunità può contribuire a incrementare l'occupazione sul territorio con la creazione di migliaia di posti di lavoro e migliorare il tenore di vita e il reddito nelle regioni più svantaggiate e contribuire a conseguire una maggiore coesione economica e sociale.

In tale contesto lo sfruttamento dell'energia solare da fonte fotovoltaica, costituisce una valida risposta alle esigenze economiche ed ambientali sopra esposte.

## **1.2. Descrizione dell'iniziativa**

L'iniziativa prevede la realizzazione di un parco fotovoltaico suddiviso in due aree indicate con A1 e A2, ubicate rispettivamente A1 nel comune di Manfredonia e A2 nel comune di Orta Nova (FG).

Per ottimizzare la produzione agronomica e la produzione energetica, è stato scelto di realizzare l'impianto fotovoltaico mediante strutture ad inseguimento mono-assiale (da est verso ovest). Essi garantiranno una maggiore resa in termini di producibilità energetica.

L'intervento in questione, riguarda la realizzazione di un impianto agrovoltaiico connesso alla RTN della potenza di picco pari a 39,8268 MW in DC da ubicarsi in località "La Pescia" in agro dei comuni di Manfredonia (FG) e Orta Nova (FG), e delle opere connesse e di infrastrutture indispensabili da ubicarsi negli stessi comuni.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da due lotti A1 e A2, su una superficie complessiva impegnata di circa 57 ettarie sarà costituito da n. 69.264 moduli fotovoltaici da 575 Wp (fig. 1).

Presso l'impianto verranno realizzate 9 cabine di campo e la cabina di smistamento, dalla quale si dipartiranno le linee di collegamento di media tensione lungo il tracciato aereo che interesserà i comuni di Orta Nova (FG) e Manfredonia (FG) verso la Sotto Stazione Utente AT/MT - Punto di Consegna RTN Terna localizzata nel comune di Manfredonia (FG).

L'impianto sarà collegato in A.T. alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Il territorio è caratterizzato da un'orografia prevalentemente pianeggiante. Entrambe le suddette aree sono caratterizzate da una morfologia pianeggiante e si posizionano rispetto al livello del mare, nel modo seguente:

A1 - quota media 25 m circa s.l.m.;

A2 - quota media 35 m circa s.l.m..

**Il presente documento si propone di descrivere la caratterizzazione geotecnica e sismica dei siti in oggetto e le verifiche geotecniche relative alle fondazioni dei Tracker e alle strutture di servizio dell'impianto fotovoltaico. Le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni sono state desunte dallo studio geologico redatto dal dott. geologo Pasquale Triggiani (redattore insieme al progettista anche della presente relazione della parte relativa solamente alla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo), allegato al presente progetto.**

Le opere, data la loro specificità, sono da intendersi di interesse pubblico, indifferibili ed urgenti ai sensi di quanto affermato dall'art. 1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall'art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003, nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come sancito dal comma 7 dello stesso articolo del decreto legislativo.



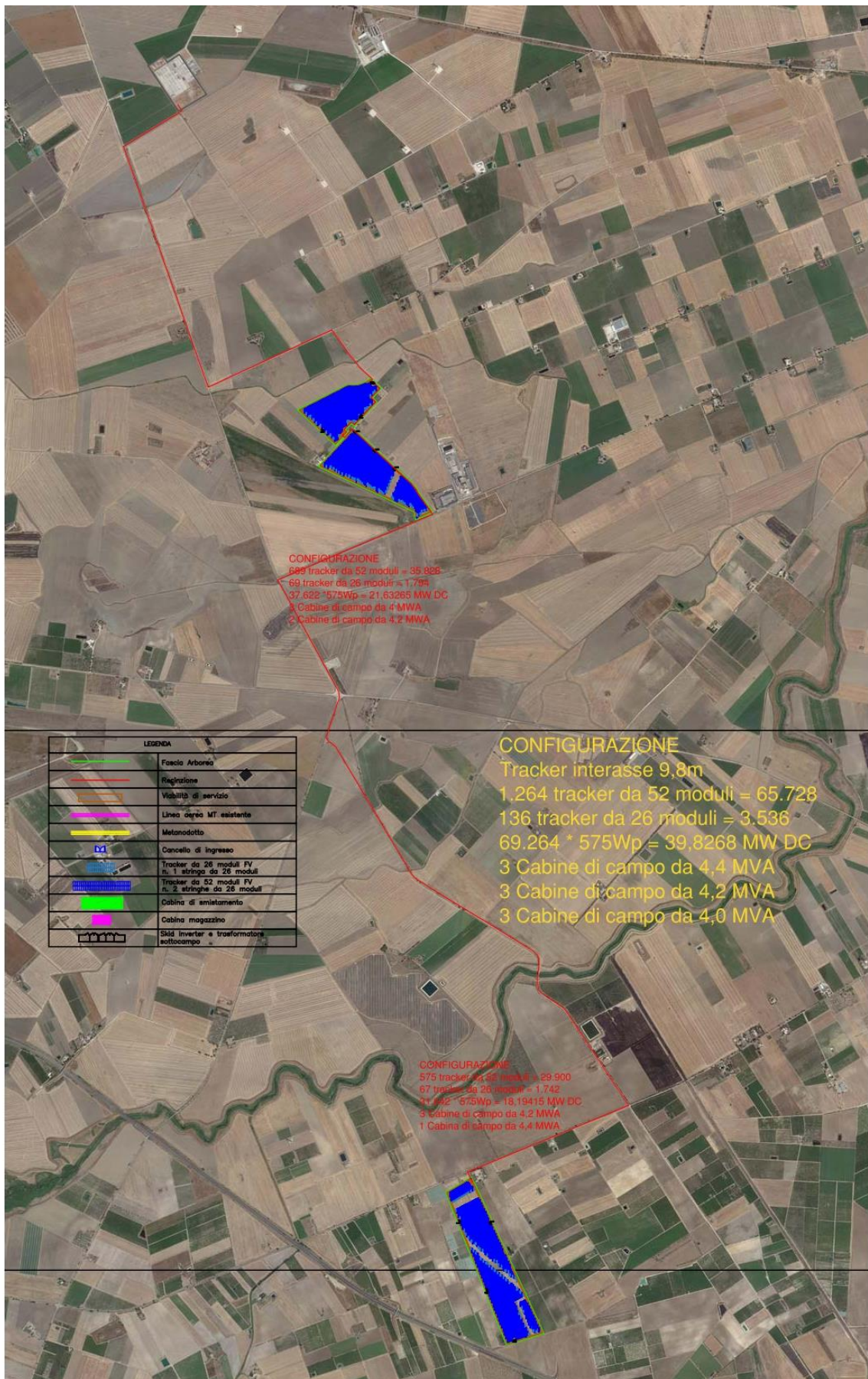


Fig. 1 - Layout impianto



### 1.3. Localizzazione

Le zone oggetto di studio denominate A1 e A2 trovano riferimento in due distinte tavolette appartenenti al Foglio 164, nello specifico, l'area A1 è ubicata in agro del comune di Manfredonia ed è identificata dalla tavoletta IGM 164 II NO (fig. 2), mentre, l'area A2 è ubicata in agro del comune di Orta Nova e rientra nella tavoletta IGM 164 II SO (fig. 3).

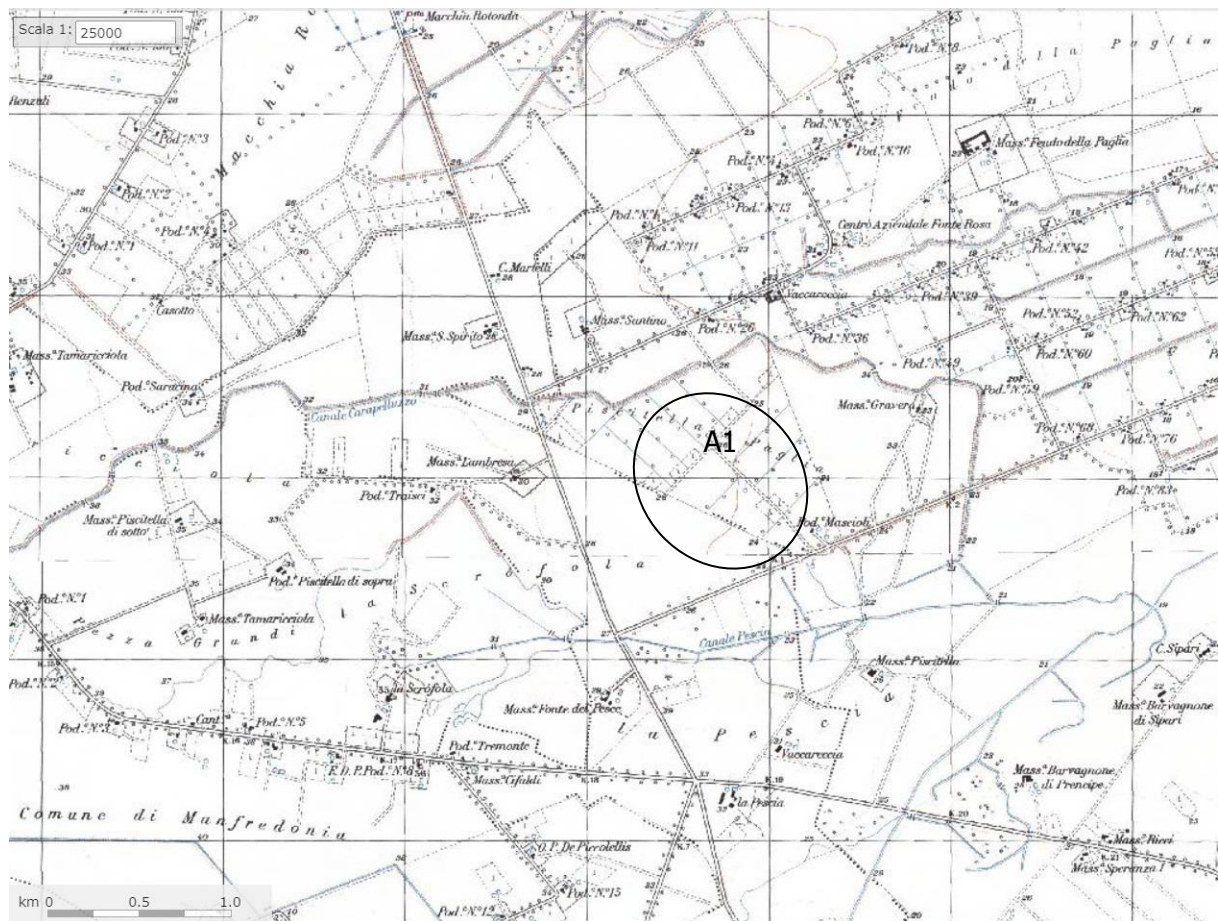


Fig. 2 - Stralcio topografico dell'area A1 (IGM 25.000-Tavoletta IGM 164 II NO)

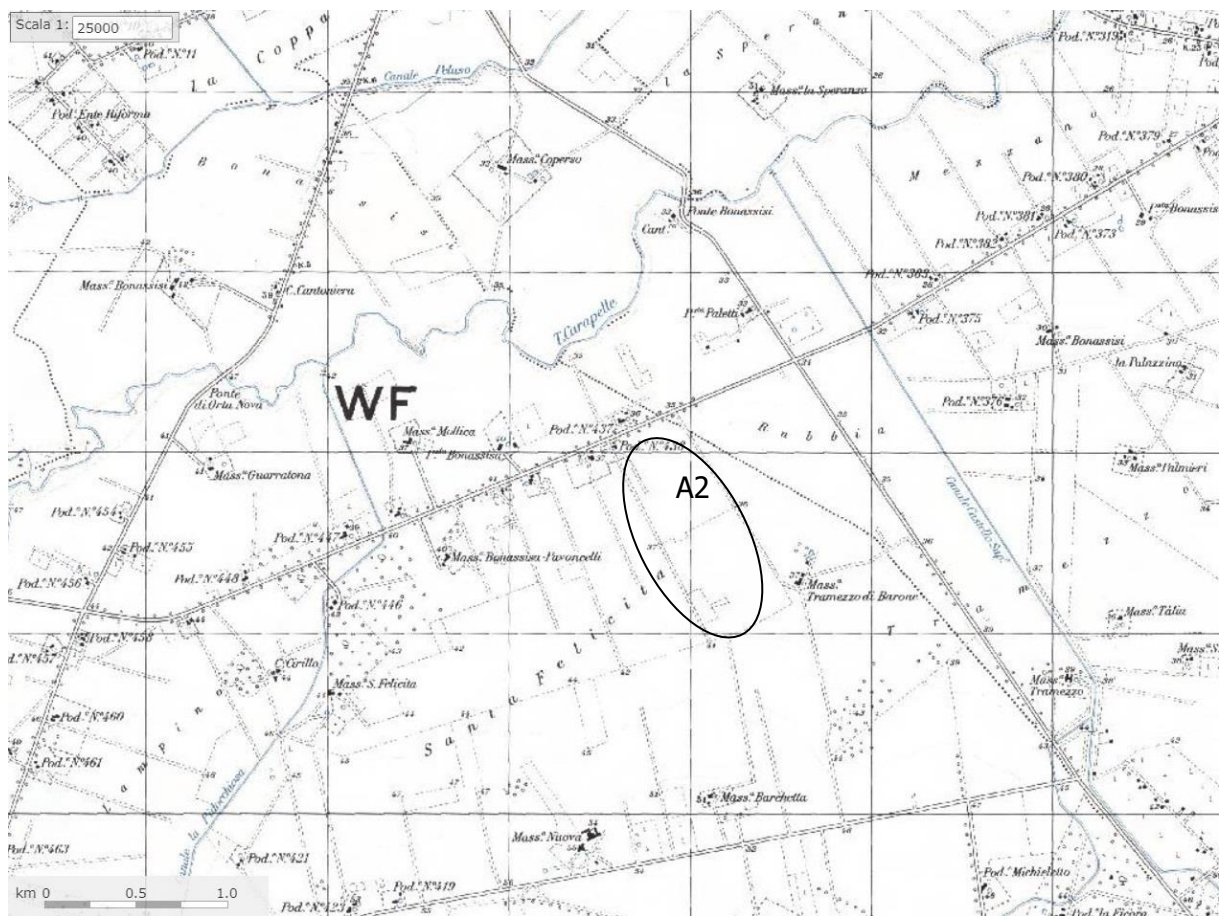


Fig. 3 - Stralcio topografico dell'area A2 (IGM 25.000-Tavoletta IGM 164 II SO)

#### 1.4. Area Impianto

L'area di intervento è censita catastalmente nei comuni di **Manfredonia** e **Orta Nova** come di seguito specificato:

Fogli e particelle catastali interessate dal progetto (Area impianto)	
A1	MANFREDONIA - FOGLIO 134 PARTICELLE: 56, 59, 60, 130, 131, 134; MANFREDONIA - FOGLIO 135 PARTICELLE: 69 (parte), 70 (parte), 73, 76, 85, 86, 182 (parte);
A2	ORTA NOVA - FOGLIO 2 PARTICELLE: 41, 62 (parte), 267, 268.

Tab. 1 – Elenco delle particelle catastali

#### 1.5. Area Sottostazione Elettrica – Punto di Connessione

La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nelle vicinanze della stazione.

#### 1.6. Normativa di riferimento.

Le normative cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione sono le "Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 17/01/2018. Si farà, inoltre, riferimento alle seguenti normative:

- Legge n. 1086 del 05.11.1971 "Norme per la disciplina delle opere in c.a. normale e precompresso, ed a struttura metallica";
- Legge n. 64 del 02.02.1974 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- IEC 60400-1 "Wind Turbine safety and design";
- Eurocodice 2 "Design of concrete structures";
- Eurocodice 3 "Design of steel structures";
- Eurocodice 4 "Design of composite steel and concrete structures";
- Eurocodice 7 "Geotechnical design".



## 2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Morfologicamente l'area risulta sub-pianeggiante, debolmente inclinata verso oriente, solcata da alcuni corsi d'acqua minori chiamati "marane". Questo ripiano, compreso fra le valli del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, fa parte di una vasta superficie che si estende da Ascoli Satriano fino al golfo di Manfredonia, quasi a raccordare il rilievo appenninico alla piana costiera attuale. Dal punto di vista morfologico si tratta di una superficie di accumulo di tipo complesso in quanto dovuta all'accumulo e progradazione di una piana costiera, concomitante con fasi di sollevamento con entità maggiore verso l'Appennino. Nell'area di studio il paesaggio assume l'aspetto piatto tipico del tavoliere di Puglia e i corsi d'acqua scorrono in ampie valli, sempre ad andamento rettilineo, con argini non sempre definiti. La configurazione morfologica dell'area oltre ad essere influenzata dalla diversa natura litologica dei terreni affioranti, risente nelle sue grandi linee delle molteplici fasi di oscillazione del mare che, a partire dal Pleistocene medio, si sono succedute durante il sollevamento regionale e la regressione del mare.

I torrenti presenti nell'area solcano con andamento meandriforme una valle pianeggiante con bassissima pendenza e dai limiti non sempre definiti. Nelle valli si notano meandri abbandonati e modesti rivoli percorsi da acqua solo in casi di eventi eccezionali (fasi di piena). Nell'area, viste le pendenze e la natura dei terreni, non sono presenti fenomeni superficiali di dissesto se non in prossimità delle scarpate dei corsi d'acqua. Tali fenomeni sono riconducibili ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati che possono erodere la base della scarpata ed innescare fenomeni di instabilità locale.

Con riferimento al progetto in oggetto si può affermare che le aree oggetto della realizzazione degli impianti risultano stabili in quanto pianeggianti, nelle aree di studio non sono presenti forme di dissesto se non in prossimità dei torrenti.

## 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le suddette aree A1 e A2, ricadono rispettivamente nel Foglio 409 "Zapponeta" e nel Foglio 422 "Cerignola" della Carta Geologica 1:50.000 (Ispra prog. CARG).

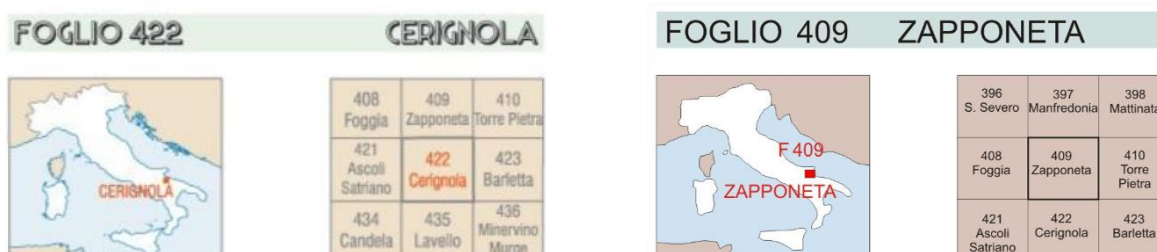


Fig. 4 - Ubicazione Foglio 409 e 422 – Carta geologica 1:50.000 (Ispra prog. CARG).

Entrambe le aree di studio, ricadono nella parte centro-meridionale del Tavoliere delle Puglie, delimitate a Nord dal torrente Candelaro, ad Est dall'Avampaese Apulo (Promontorio del Gargano) a Sud dal Fiume Ofanto e ad Ovest dalla catena sud-appenninica. Il Tavoliere (Avanfossa Adriatica) è da ritenersi il naturale proseguimento verso Nord-Ovest della Fossa Bradanica. Ad Est il limite tra Tavoliere e il Gargano è contrassegnato da un'importante dislocazione tettonica, corrispondente, all'incirca, con il corso del torrente Candelaro, che mette a contatto i depositi terrigeni plio-pleistocenici dell'avanfossa con le rocce carbonatiche dell'avampaese. Questa ha dato luogo ad un sistema di faglie subverticali a direzione appenninica NO-SE accompagnato da due altri sistemi secondari di cui uno normale al precedente NE-SO e l'altro dei due in direzione Est-Ovest. Le masse calcaree e dolomitiche che ne costituiscono l'ossatura, ascrivibili a cicli sedimentari che vanno dal Giurassico al Cretacico, sono generalmente ben stratificate, attraversate da un fitto reticolo di faglie e fratture e notevolmente interessate dal fenomeno carsico. Esse hanno uno spessore pari a 4000 m e poggiano su rocce evaporitiche del Trias, a loro volta sovrapposte ad arenarie tipo "Verrucano", poggianti sul basamento cristallino, posto a circa 8-10 Km di profondità [MARTINIS e PAVAN, 1967]. Ad Ovest, invece, il limite è costituito dai terreni appenninici appartenenti alla Formazione della Daunia, costituita da una serie di falde di ricoprimento con vergenza adriatica, relative a più fasi tettoniche compressive mioceniche e plioceniche. La Formazione della Daunia costituisce la porzione esterna della catena appenninica, al confine appulo-molisano, essa poggia con contatto tettonico sui terreni plio-pleistocenici dell'avanfossa, in altre zone la Formazione della Daunia viene ricoperta trasgressivamente dai terreni del ciclo pliocenico che sono caratteristici dei coevi flysch del bacino lagonegrese-molisano. Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il Pliocene inferiore; infatti le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul Pliocene inferiore, mentre al loro fronte sovrastano talvolta anche sedimenti più recenti. Il fronte sepolto dei terreni appenninici si rinviene intercalato tettonicamente nella parte occidentale della successione argillosa plio-pleistocenica. Quest'ultima poggia su un substrato carbonatico di età pre-pliocenica. La profondità del substrato carbonatico aumenta da Est verso Ovest, raggiungendo nella parte occidentale la profondità di circa 4000-5000 metri) mentre verso Nord-Est il substrato miocenico si rinviene ad una profondità molto inferiore di circa 300. In particolare i terreni affioranti nell'area in studio sono tutti di origine sedimentaria, del tipo alluvionale, trattasi di sabbie limose, limi, argille sabbiose provenienti essenzialmente dall'erosione dei sedimenti plio-pleistocenici, a questo materiale si intercalano lenti di ciottoli grossolani di provenienza appenninica e garganica. Sottostante a questi sedimenti si rinviene il substrato argilloso delle argille grigio-azzurre plioceniche. I terreni affioranti, sono riferibili alla successione stratigrafica del Pliocene superiore - Olocene appartenenti al supersistema del Tavoliere di Puglia. Nello specifico sono presenti nell'area:

- **Sintema di masseria Inarcquata - NAQ - (Olocene):**

In questo sintema si inquadrano i depositi alluvionali più recenti, tuttora in fase di formazione, ma anche facies di ambiente dunale costiero e di spiaggia emersa e sommersa. Tuttavia, nell'area in esame l'unità è costituita esclusivamente da depositi continentali di genesi alluvionale, costituiti da argille, sabbie e limi di colore variabile dal bruno, grigio o giallastro, spesso con lamine piano parallele o ondulate. Il limite inferiore di quest'unità è localmente costituito da una superficie di discordanza con il sintema dei torrenti Carapelle e Cervaro. Il limite superiore coincide invece con la superficie topografica. Lo spessore dell'unità è localmente pari o inferiore a 15 metri.

- **Sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro - RPL - (Pleistocene superiore-Olocene):**

Depositi alluvionali del torrente Carapelle e del Cervaro, terrazzati e sopraelevati rispetto alla pianura attuale ed Olocenica, costituito da sedimenti ghiaiosi, sabbiosi, limosi. Il limite inferiore del sintema è costituito da una superficie di discordanza con il letto del sintema di Foggia. Tale sintema, a sua volta suddiviso in due sub-sintemi ovvero il sub-sintema dell'Incoronata (RPL1), e il sub-sintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3).

Il sub-sintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3) è costituito da depositi sabbioso-limosi-argillosi color grigio cenere, con laminazione fitta da piano parallela ad ondulata, indicanti ambiente di natura alluvionale. Lo spessore massimo è valutabile in circa 10 metri.

Il sub-sintema dell'Incoronata è formato da un sistema deposizionale di pianura alluvionale ad ovest, passante ad est ad ambiente lagunare o infralitorale. La parte continentale è costituita da sabbie, silt ed argille con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria. Lo spessore massimo è di circa 35 metri.

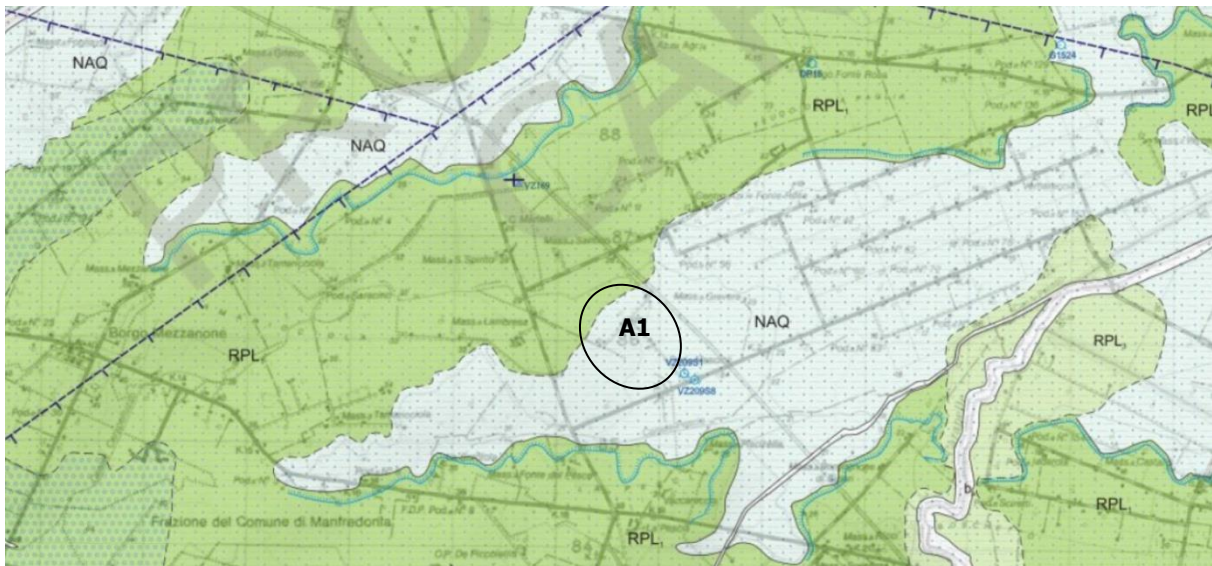


Fig. 5 – Stralcio Carta geologica 1:50.000 - Foglio 409 "Zapponeta" (Ispra prog. CARG).



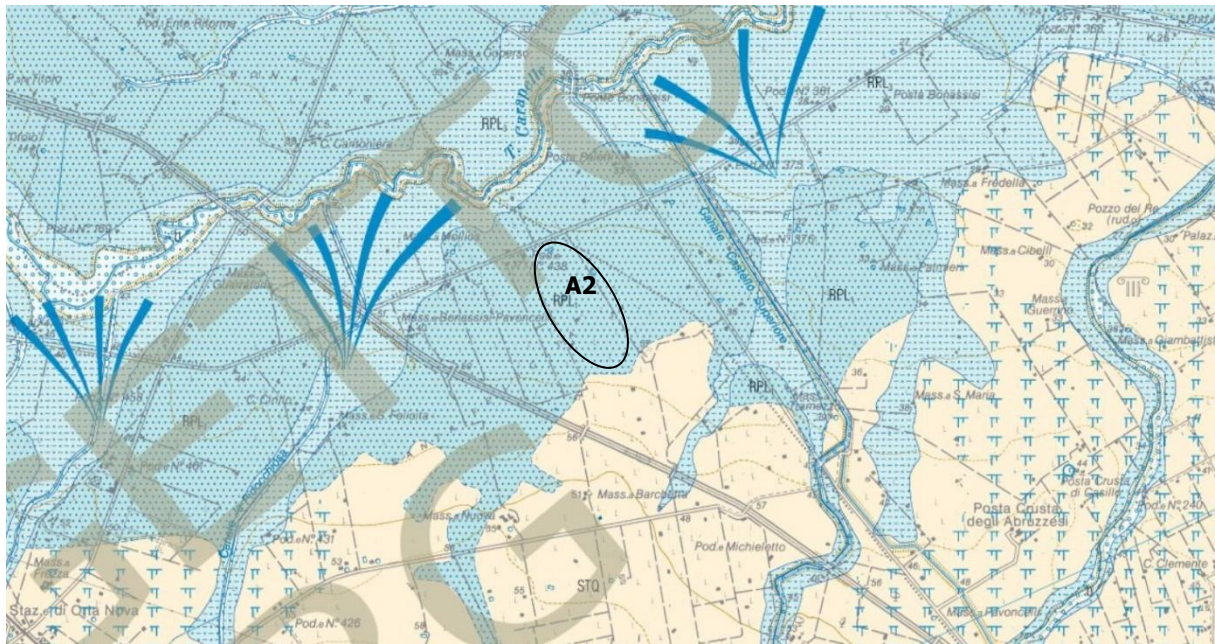


Fig. 6 – Stralcio Carta geologica 1:50.000 - Foglio 422 "Cerignola" (Ispra prog. CARG).

Il rilevamento geologico di dettaglio, consente di confermare che la natura delle alluvioni presenti sia nell'A1 sia nell'A2, è simile.

Legenda fogli 409 e 422.

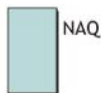
### SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)

Comprende i depositi alluvionali riferibili a tutti i corsi d'acqua che solcano il Tavoliere di Puglia compresi tra il fiume Fortore ed il fiume Ofanto, nonché depositi marini terrazzati affioranti nella stessa area.

#### SINTEMA DI MASSERIA INACQUATA

Sistema deposizionale risalente all'ultima risalita del livello del mare (cfr. unità b del Foglio 408 Foggia). E' costituito da depositi alluvionali passanti verso la costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi; contengono fauna continentale rappresentata da gasteropodi terrestri, tra cui: *Ceruella virgata* (DA COSTA) e *C. cisalpina* (ROSMAESSLER). I depositi di spiaggia sono costituiti da sabbie marine grigiastre con contenuto faunistico riconducibile alle attuali biocenosi delle sabbie fini ben calibrate e delle sabbie argillose di mare calmo (PERÉS, 1967), sormontate da sabbie di spiaggia emersa e duna costiera. Il limite inferiore è costituito da una superficie di discordanza coincidente con il tetto di RPL, TPF, a, b; il limite superiore coincide con la base di h o di e, o con la superficie topografica. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 15 metri. Datazioni effettuate col metodo <sup>14</sup>C hanno fornito età comprese tra 7.150±40 e 2.100±30 anni BP.

**OLOCENE**



#### SINTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO (RPL)

Depositati alluvionali dei torrenti Carapelle e Cervaro, terrazzati e sopraelevati rispetto alla pianura alluvionale attuale ed olocenica, costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbioso-limosi. Il limite inferiore del sistema è costituito da una superficie di discordanza che coincide con il tetto di MLM, TGF, STQ, o IOT. Il limite superiore è costituito da una superficie di discordanza che coincide con la base di NAQ, di h o con la superficie topografica. Il sistema del Torrente Carapelle risulta suddiviso, nell'area del Foglio Zaponeta, in due subsintemi.

**PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE**

#### Subsistema delle Marane la Pidocchiosa-Castello

Depositati prevalentemente sabbioso-limosi-argillosi color grigio cenere, con laminazione fitta da piano parallela ad ondulata, indicanti ambiente di pianura alluvionale. Lo spessore massimo è valutabile attorno i 10 metri. Indicazioni cronologiche relative al subsistema delle Marane La Pidocchiosa - Castello sono fornite da datazioni assolute e da tefrostratigrafia effettuate nel vicino Foglio 422 "Cerignola". Entrambe forniscono un'età olocenica: 4150 ± 40 anni BP e circa 3500-3600 anni BP per la presenza delle pomici di Avellino

**OLOCENE**



#### Subsistema dell'Inconronata

Unità costituente un sistema deposizionale di pianura alluvionale ad ovest, passante verso est ad ambiente da lagunare ad infralitorale. La parte continentale è costituita da sabbie, silt, argille, con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria. Nell'angolo sud occidentale del foglio, in località Passo Breccioso, l'unità è prevalentemente ghiaiosa con intercalazioni di sabbie e silt. La parte marina, non affiorante, è costituita da sabbie giallastre, sabbie argillose o siltose grigiastre, argille e silt grigio-azzurri, in cui è presente una bioerma a *Cladocora caespitosa* (LINNEO) situata a circa -22 m s.l.m. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 35 metri.

Datazioni con il metodo della racemizzazione degli amminoacidi su ostracodi e con il metodo <sup>14</sup>C su gasteropodi continentali hanno restituito, per questa unità, un'età compresa tra 134±56 e 16±4 ka BP (MIS 5-3).

**PLEISTOCENE SUPERIORE**





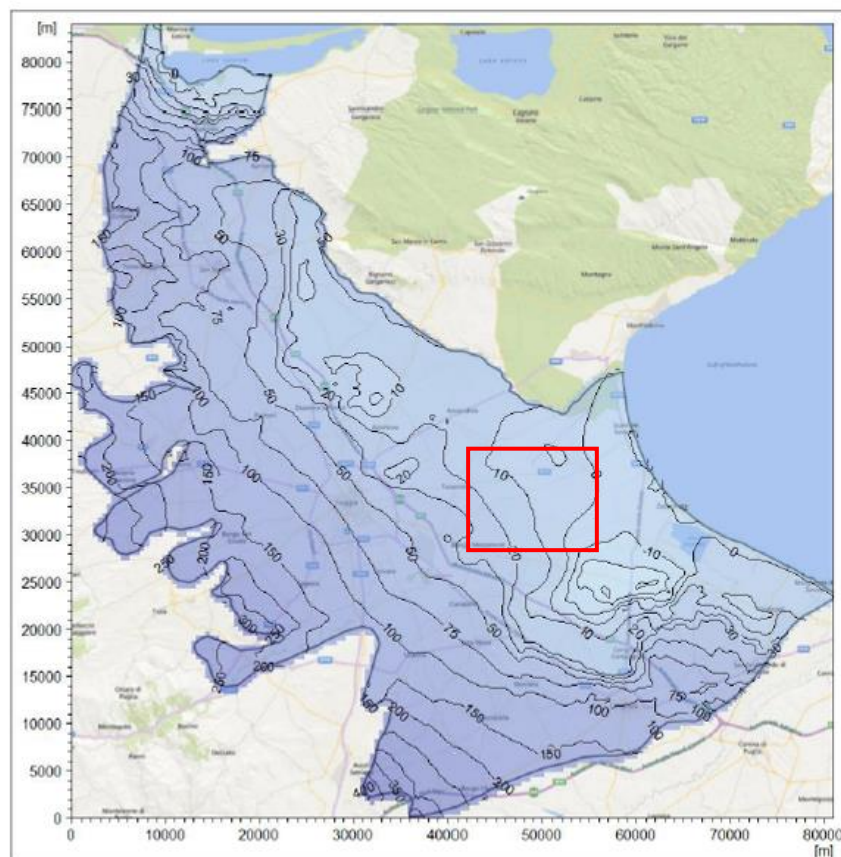
#### **4. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA**

Idrologicamente l'area è caratterizzata da piogge concentrate nel periodo autunno-inverno, ridotte in primavera e scarse o quasi assenti in estate. Nell'area, l'indice pluviometrico annuo è variabile da circa 600 a 1000 millimetri.

Nella zona in esame è presente un reticolo idrografico caratterizzato da aste torrentizie che rappresentano vie di scorrimento delle acque. Esse presentano una attività idraulica alquanto rilevante solo in concomitanza di eventi meteorici prolungati, altrimenti sono sede di scorrimento irrilevante.

Per quel che concerne invece la circolazione idrica sotterranea, gli eventuali percorsi idrici ed i valori di permeabilità risultano essere funzione delle formazioni presenti e quindi delle frazioni granulometriche rappresentative. L'idrogeologia del territorio studiato è vincolata alla litologia dei terreni affioranti e, soprattutto, alla natura e sviluppo dei terreni in profondità.

La profondità della falda è tale da non influenzare le strutture di fondazione e non costituire elemento di rischio sismico locale, ubicata a circa 30 m dal p.c. come rappresentato dalla Carta Piezometrica del Tavoliere (da Piano Tutela delle acque agg. 2015). Tale profondità è stata riscontrata anche dai dati geologici riferiti a pozzi profondi realizzati nell'area (*Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo Legge 464/1984 - ISPRA*) Solo in alcune zone è possibile rinvenire piccole falde pensili su livelli argillosi che fungono da impermeabile relativo.



*Fig. 7 – Stralcio Carta Piezometrica del Tavoliere (da Piano Tutela delle acque agg. 2015)*

I terreni affioranti sono rappresentati da terreni di natura limoso sabbioso argilloso, tali terreni come riportato nella carta idrogeologica dell'Italia meridionale (APAT 1999), risultano avere una permeabilità per porosità con grado di permeabilità media riconducibile a valori  $K$  compresi tra  $10E-4$  e  $10E-5$ . I valori della permeabilità utilizzati per i singoli litotipi sono stati ricavati dalla correlazione di tabelle bibliografiche.

Data la buona permeabilità dei terreni affioranti ( $CIP$  stimato  $>85\%$ ), e la bassa pendenza del versante, le acque meteoriche tendono ad infiltrarsi e vanno ad alimentare la falda idrica sotterranea.

## STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA DELL'AREA

(da Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale – Pietro *CELICO*; Pantaleone *DE VITA*; Giuseppina *MONACELLI*; Anna Rosa *SCALISE*; Giuseppe *TRANFAGLIA*)



COMPLESSI IDROGEOLOGICI		Tipo di permeabilità prevalente			Grado di permeabilità		
		Porosità	Fessurazione	Capillarità	Impermeabile	Scarsa	Media
COMPLESSI DELLE COPERTURE QUATERNARIE							
1	<p><b>Complesso alluvionale - costiero:</b>                      Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Differenti granulometrie si trovano in giustapposizione laterale e verticale. In relazione alla variabile energia di trasporto idraulico che ne ha determinato la deposizione. Costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe</p>						
9	<p><b>Complesso sabbioso-conglomeratico:</b>                      Depositi clastici sabbiosi-gliatosi da incoerenti a scarsamente cementati, ascrivibili alle fasi regressive Pleistocene Inferiori (del ciclo Bradanico; Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Conglomerato di Irsina). Costituiscono acquiferi anche di buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di portata modesta. In corrispondenza dei limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi.</p>						

Fig. 8 – Stralcio Carta Idrogeologica dell'area (da Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale)

## **5. DESCRIZIONE DELL'OPERA E COLLOCAZIONE NEL TERRITORIO**

Il generatore dell'impianto agrivoltaico sarà composto da 69.264 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 575 Wp per una potenza di picco complessiva di 39,8268 MWp. I moduli saranno raggruppati in 2.664 stringhe formate da 26 moduli collegati in serie, il campo sarà suddiviso in 9 sottocampi di livello I, ciascuno diviso a sua volta in 24 sottocampi di livello II; i 216 quadri di parallelo di stringa relativi ai diversi sottocampi di livello II afferiscono a gruppi di stringhe in numerosità variabile tra 10 e 15.

Ogni sottocampo di livello I è caratterizzato dalla potenza di 4,5 MWp circa, ed è dotato di una Power Station con inverter centralizzato per la conversione CC/CA della corrente elettrica, un trasformatore BT/MT per l'innalzamento della tensione fino al valore di 30 kV ed quadro MT. La rete MT interna ai due campi è composta da due tronchi radiali ed ha il compito di raccogliere l'energia prodotta e convogliarla alla cabina di smistamento dove avviene l'innalzamento della tensione al valore nominale di 36 kV. Infine, mediante un cavidotto interrato in AT, l'energia viene trasportata fino al punto di consegna (SE Manfredonia) dove viene immessa nella rete elettrica nazionale in accordo con la soluzione di connessione ricevuta da Terna (codice rintracciabilità 202102651).

Il progetto in esame, finalizzato alla produzione della cosiddetta energia elettrica "pulita", bene si inquadra nel disegno nazionale di incremento delle risorse energetiche utilizzando fonti alternative a quelle di sfruttamento dei combustibili fossili, ormai reputate spesso dannose per gli ecosistemi e per la salvaguardia ambientale. La crescente domanda di energia elettrica impone un incremento della produzione che non può non essere rivolta a tale forma alternativa di comprovata efficacia, stante le strutture già esistenti che ne confermano l'utilità, non solo in Italia ma nel mondo.



## 5.1 MODULIFOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici scelti sono i JKM575M-7RL4-V della JINKO SOLAR in silicio monocristallino, 2x78 celle e di dimensioni 2385x1122x35 mm, da 575 Wp. I moduli sono ad alta efficienza, e ciò garantisce a parità di potenza installata una minore occupazione del suolo rispetto a moduli con efficienza standard.

Sono caratterizzati da una cornice in alluminio e da una lastra di protezione delle celle in EVA, che garantiscono una elevata resistenza meccanica, una resistenza al fuoco di classe A tipo 3 oltre a ottime prestazioni da un punto di vista di minori perdite per le connessioni elettriche, minori predite dovute ad ombreggiamenti e minori perdite per temperature.

www.jinkosolar.com

**Jinko Solar**  
Building Your Trust in Solar

**TR 78M**  
**555-575 Watt**  
**Mono-facial**  
Tiling Ribbon (TR) Technology  
Positive power tolerance of 0~+3%  
(Draft)

**TIGER Pro**



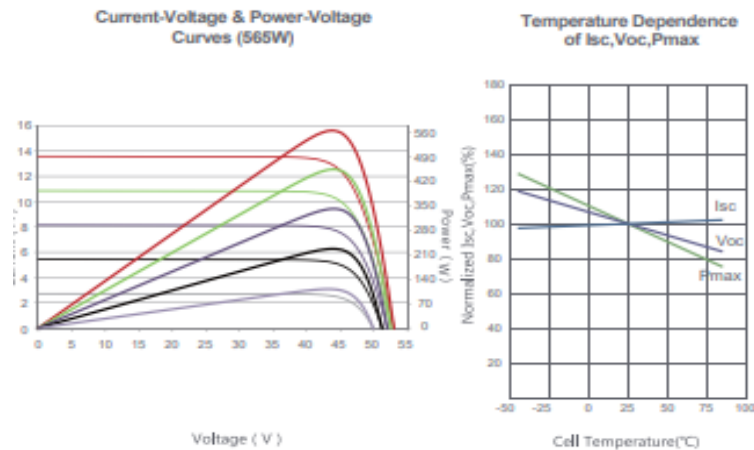
**KEY FEATURES**

- TR technology + Half Cell**  
TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (mono-facial up to 21.49%)
- M88 instead of 5BB**  
M88 technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.
- Higher lifetime Power Yield**  
2% first year degradation,  
0.55% linear degradation
- Best Warranty**  
12 year product warranty,  
25 year linear power warranty
- Strengthened Mechanical Support**  
5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load



I moduli scelti sono caratterizzati da elevate efficienza, oltre che da tolleranze positive e da buona insensibilità alle variazioni delle tensioni al variare della temperatura, come evidenziato dalle seguenti curve caratteristiche.

## Electrical Performance & Temperature Dependence



Edaisequentiparametrici:

### SPECIFICATIONS

Module Type	JKM555M-7RL4-V		JKM560M-7RL4-V		JKM565M-7RL4-V		JKM570M-7RL4-V		JKM575M-7RL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	555Wp	413Wp	560Wp	417Wp	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.19V	40.55V	44.31V	40.63V	44.43V	40.72V	44.55V	40.80V	44.67V	40.89V
Maximum Power Current (Imp)	12.56A	10.18A	12.64A	10.25A	12.72A	10.32A	12.80A	10.39A	12.88A	10.46A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.80V	49.84V	52.90V	49.93V	53.00V	50.03V	53.10V	50.12V	53.20V	50.21V
Short-circuit Current (Isc)	13.42A	10.84A	13.50A	10.90A	13.58A	10.97A	13.66A	11.03A	13.74A	11.10A
Module Efficiency STC (%)	20.74%		20.93%		21.11%		21.30%		21.49%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

I moduli sono inoltre dotati delle seguenti certificazioni:

- ISO 9001:2015 / Quality management system
- ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
- OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety
- IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE
- CSA / IEC61701 ED2: VDE / IEC62716: VDE

### 5.3 STRUTTURE DI MONTAGGIO MODULI

I moduli saranno posizionati su strutture ad inseguimento, ovvero tracker monoassiali, ad infissione diretta nel terreno con macchina operatrice battipalo, e sono realizzate per allocare 2x26 moduli (2 stringhe) in verticale su due file come da foto esemplificativa:

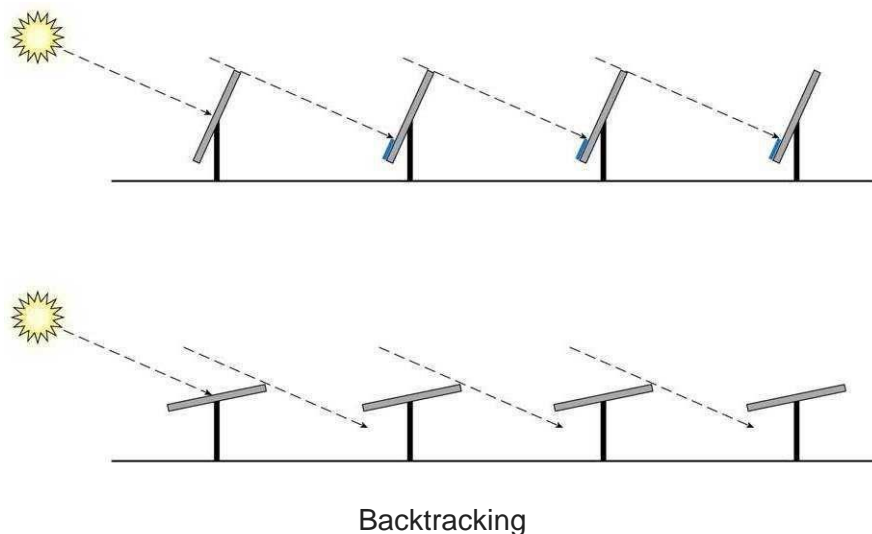


L'utilizzo di tali strutture permette di orientare i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari nel corso della giornata, mantenendo invariata l'inclinazione dell'asse di rotazione del pannello rispetto al terreno, ovvero mantenendo invariato l'angolo di TILT.

La variazione dell'angolo avviene in modo automatico grazie ad un apposito algoritmo di controllo di tipo astronomico oppure attraverso l'utilizzo di celle fotovoltaiche ausiliari che installate con angolazioni differenti consentono al sistema di determinare l'angolo di ottimo.

Il movimento dei tracker è azionato da un motore elettrico alimentato in corrente continua trifase di potenza pari a circa 180 W e 370 W rispettivamente e controllato in modo automatico dall'algoritmo.

I tracker saranno dotati di opportuno sistema di backtracking per assicurare l'assenza di ombreggiamento durante ogni ora del giorno. Infatti quando l'angolo di elevazione del Sole si riduce, ovvero la mattina presto o la sera, il sistema di backtracking inverte la rotazione della struttura come meglio illustrato nella figura sottostante.



L'assenza di movimento di inclinazione, (cioè il tracciamento "stagionale") ha scarso effetto sull'energia prodotta, cioè non introduce una maggiore produzione rispetto a quanto faccia il tracker monoassiale rispetto ad una struttura fissa, di contro comporta un aumento di costi e complessità del sistema.

La soluzione adottata offre i seguenti vantaggi principali:

- Il sistema è completamente equilibrato e modulare, la struttura non richiede personale specializzato all'installazione e all'assemblaggio o lavori di manutenzione.
- La scheda di controllo è facile da installare e autoconfigurante.
- Il GPS integrato garantisce sempre la giusta posizione geografica nel sistema per il tracciamento solare automatico.
- L'uso di cuscinetti a strisciamento sferico autolubrificato compensa eventuali imprecisioni e errori nell'installazione della struttura meccanica.
- L'uso di Motore a corrente alternata consente un basso consumo elettrico.

Il sistema si compone di due array paralleli di 26 moduli ciascuno, interconnessi meccanicamente tra di loro, ovvero 52 moduli per tracker, 2 stringhe, e consta i seguenti componenti:

- Componenti meccanici della struttura in acciaio:
  - 4 pali (di solito alti circa 2 m comprese le fondazioni)
  - 4 tubolari quadrati (le specifiche dimensionali variano in base al terreno e al vento e sono inclusi nelle specifiche tecniche stabilito durante la progettazione preliminare del progetto).
  - Profilo Omega di supporto e pannello di ancoraggio.



- Componenti deputati al movimento:
  - 4 post-testate (2 terminali, 2 intermedie ed una centrale che sostiene il motoriduttore).
  - 1 motore (attuatore lineare elettrico).
  - 1 scheda elettronica di controllo per il movimento (può servire fino a 10 strutture).

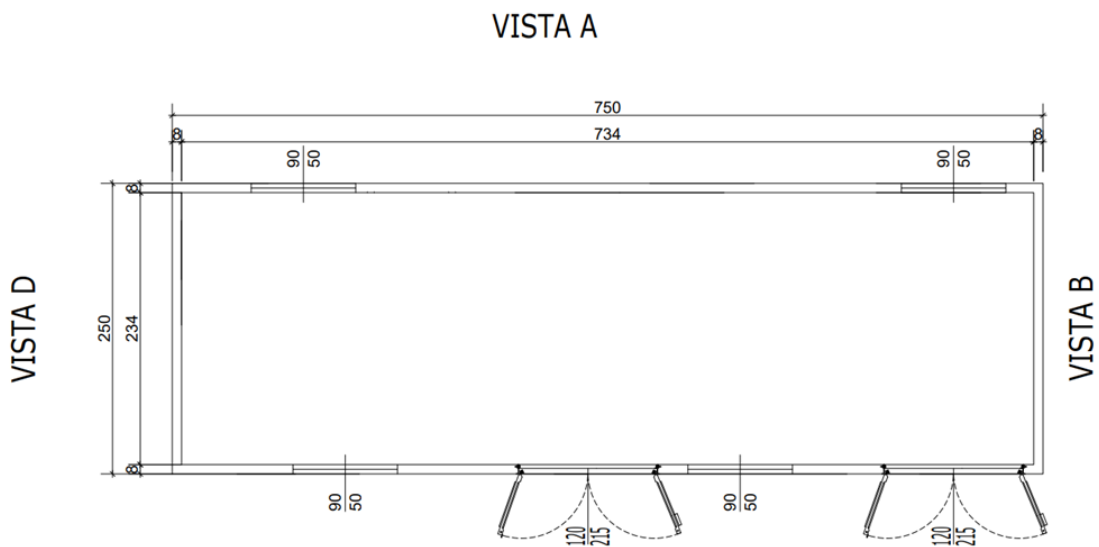
L'inseguitore solare (o tracker) sarà installato su pali di fondazione in acciaio zincato infissi nel terreno, senza necessità di opere in calcestruzzo, tramite un sistema di posa a battuta.

Le strutture in questione sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di eventi metereologici esterni avversi, quali per esempio raffiche di vento ad alta velocità, come certificato dal costruttore.

## 5.4 CABINE ELETTRICHE

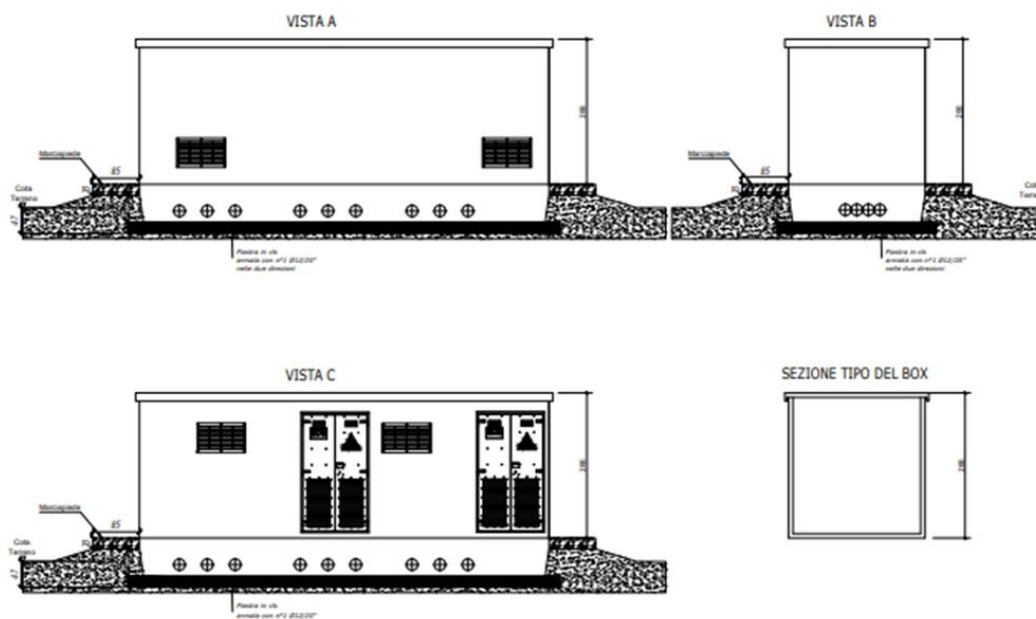
La cabina di smistamento sarà realizzata come monoblocco prefabbricato in c.a.v. (TCT) a struttura monolitica autoportante senza giunti di unione tra le pareti e tra queste ed il fondo, le dimensioni di ciascuna cabina di campo sono pari a 750x250x285 cm (LXPXH).

Di seguito le immagini di dettaglio riportanti le dimensioni e le caratteristiche delle cabine.



### VISTA C

Dimensioni cabina



Per la realizzazione della cabina il calcestruzzo sarà costituito da cemento ad alta resistenza ed argilla espansa armato con doppia gabbia di rete elettrosaldata e ferro di tipo ad aderenza migliorata Feb 44K. L'armatura sarà continua sulle quattro pareti, sul fondo e sul tetto, tale da considerarsi, ai fini elettrostatici, una naturale superficie equipotenziale (gabbia di Faraday) rispondente alla normativa CEI vigente. Le aperture delle porte e delle finestre di areazione dovranno essere realizzate in fase di getto, così pure, i fori a pavimento per il passaggio dei cavi.

La copertura della cabina (tetto) sarà realizzata separatamente ed appoggiata sulle pareti verticali, libera pertanto di muoversi, consentendo in tal modo gli scorrimenti conseguenti alle escursioni termiche dovute all'irraggiamento solare ed alle dissipazioni di calore delle apparecchiature elettriche ospitate realizzando la ventilazione del sottotetto.

In grado di protezione adottato per le aperture di cui sopra sarà IP 33. A tale proposito verranno eseguite le verifiche sulla base di quanto raccomandato dalle Norme CEI 70-1.

Le pareti ed il tetto delle cabine dovranno avere uno spessore minimo di cm 8 (Normel n° 5 del Maggio 1989) mentre per il pavimento è prescritto di cm. 10.

I monoblocchi (secondo specifiche ENEL) saranno REI 120.

Il trattamento sulle pareti esterne dovrà essere realizzato esclusivamente con vernici al quarzo e polvere di marmo in conformità alle specifiche ENEL, in tal modo la cabina sarà immune dall'assalto degli agenti atmosferici, dalle infiltrazioni d'acqua e dagli agenti corrosivi anche in ambienti di alto tasso di salinità e corrosione.

Il tetto dovrà essere impermeabilizzato con guaine bituminose ardesiate.

La conformazione del tetto sarà tale da assicurare il normale deflusso delle acque meteoriche lungo tutto il perimetro della cabina creando una opportuna superficie di gronda.

La cabina dovrà essere rispondente al minimo alle seguenti prescrizioni normative vigenti:

- Legge 5/11/1971 n° 1086 e D.M. 1/4/1983
- Legge 2/2/1974 n° 64 e D.M. 19/6/1984 per installazione in zona sismica di 1° categoria e conseguente D.M. 3/3/1975 pubblicato sulla G.U. n° 93 dell'8/4/1975 sulle Norme Tecniche di Applicazione
- Prospetto 3.3.II del D.M. 3/10/1978 per installazione in zona 4
- D.M. del 26/3/1980 pubblicato sulla G.U. n° 176 del 28/6/1980.
- C.M.LL.PP. parte C n° 20244 del 30.6.1980
- C.CON.SUP.LL.PP. parte C n° 6090
- D.M.LL.PP. (norme per le costruzioni prefabbricate) del 3.12.1987
- D.M.LL.PP. del 14.2.1992
- D.M.LL.PP. (norme carichi e sovraccarichi) del 16.1.1996
- D.M.LL.PP. del 14.9.1995

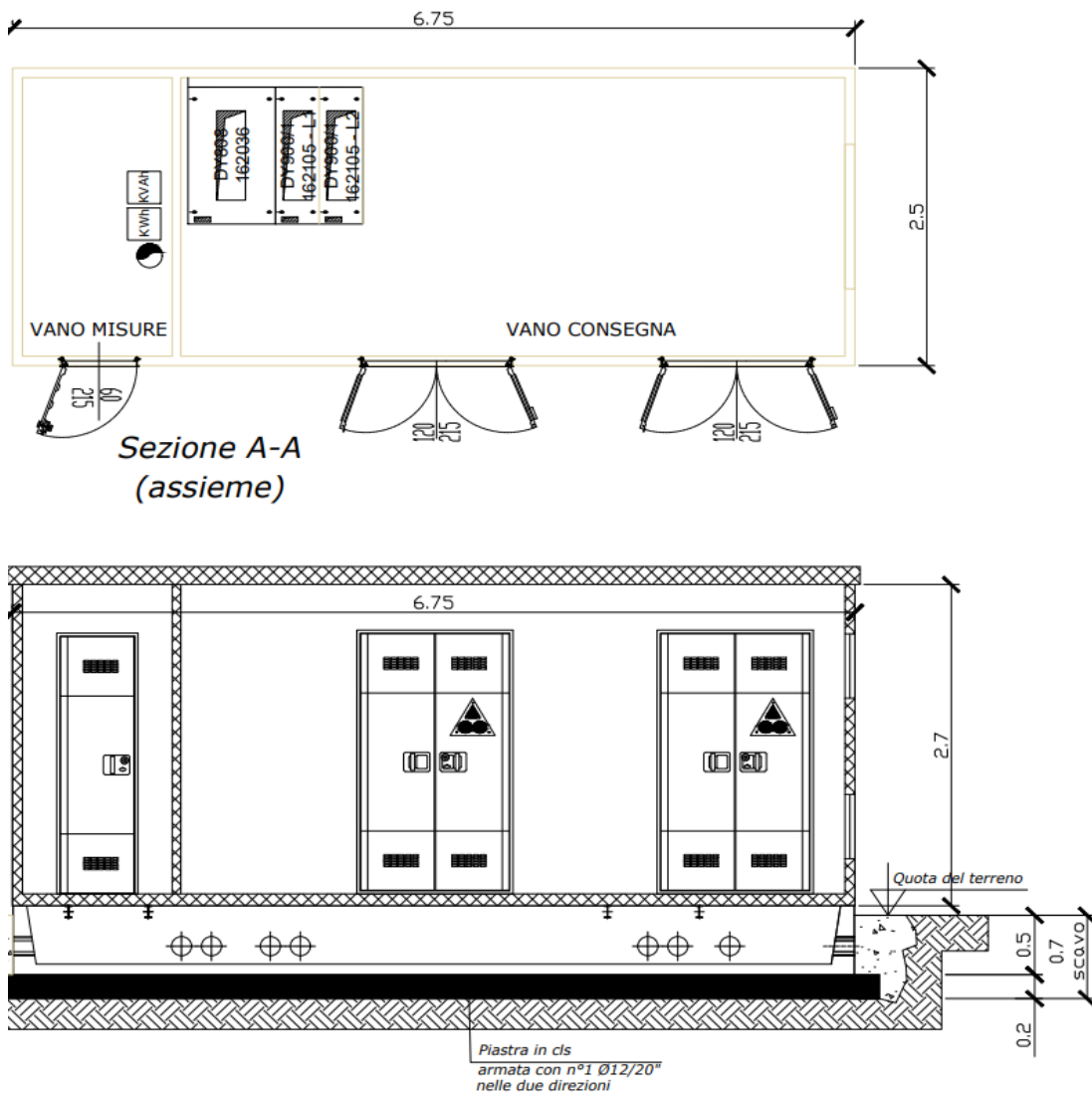
- TABELLA ENEL DG 10061

L'azienda costruttrice dovrà presentare prima della installazione delle cabine la seguente certificazione:

- Certificato di omologazione e qualificazione ENEL;
- Certificato del sistema di qualità a norma ISO 9001 Ed. 2001. e ISO 14001 Ed. 2004 riguardo il sistema di gestione ambientale.

Analogamente per la cabina di consegna, che sarà costituita da vano Consegna e vano Misure, e per la cabina Utente, realizzati con due cabine monoblocco prefabbricate in CAV, che avranno le stesse caratteristiche delle cabine di campo sopra descritte e le seguenti dimensioni:

- Cabina Vano Consegna + Misure dim. 675x250x285 cm (LXPXH).
- Cabina Vano Utente dim. 750x250x285 cm (LXPXH).



Dimensioni cabina Consegna





Vista cabina Consegna

## 5.5 POWER STATION

Le power station assolvono la funzione di convertire la corrente prodotta dai moduli fotovoltaici da continua ad alternata mediante un inverter centralizzato e di innalzare la tensione fino al valore della tensione di campo (30 kV) mediante un trasformatore. La scelta progettuale prevede come detto l'installazione di 9 inverter centralizzati, n. 3 marca SMA modello SC 4000 UP, n. 3 marca SMA modello SC 4200 UP e n. 3 marca SMA modello SC 4400 UP alloggiati in Medium Voltage Power Station, ovvero shelter prefabbricati, preassemblati e cablati plug and play.



Immagine inverter e trasformatore

SMA Medium Voltage Power Station (MVPS) offre la massima densità di potenza in un design "Plug and Play" e permette tensioni in ingresso fino a 1500 V CC.

Le power station saranno alloggiati in container da alloggiamento esterno delle dimensioni di 40 piedi.

Sono riportate di seguito le caratteristiche tecniche delle power station.

Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	1 x SC 4000 UP or 1 x SCS 3450 UP or 1 x SCS 3450 UP-XT	1 x SC 4200 UP or 1 x SCS 3600 UP or 1 x SCS 3600 UP-XT
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	dependent on the selected inverters	
Integrated zone monitoring	○	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Rated power at SC UP (at -25°C to +35°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3600 kVA	4200 kVA / 3780 kVA
Rated power at SCS UP (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	3450 kVA / 2930 kVA	3620 kVA / 3075 kVA
Charging power at SCS UP-XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	3590 kVA / 3000 kVA	3770 kVA / 3150 kVA
Discharging power at SCS UP-XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA
Typical nominal AC voltages	10 kV to 35 kV	10 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN <sup>2)</sup>	KNAN <sup>2)</sup>
Transformer no-load losses Standard / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer short-circuit losses Standard / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Max. total harmonic distortion	< 3%	
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)	○	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
<b>Inverter efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>3)</sup> / European efficiency <sup>3)</sup> / CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.8% / 98.6% / 98.5%	98.8% / 98.7% / 98.5%
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester type I	
Galvanic isolation	●	
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	
<b>General Data</b>		
Dimensions (W / H / D)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Weight	< 18 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>	< 370 W	
Ambient temperature -25°C to +45°C / -25°C to +55°C / -40°C to +45°C	● / ○ / ○	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP54	
Environment: standard / harsh	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fresh air consumption of inverter	6500 m <sup>3</sup> /h	

Technical Data	MVPS 4400-S2	MVPS 4600-S2
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	1 x SC 4400 UP or 1 x SCS 3800 UP or 1 x SCS 3800 UP-XT	1 x SC 4600 UP or 1 x SCS 3950 UP or 1 x SCS 3950 UP-XT
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	dependent on the selected inverters	
Integrated zone monitoring	o	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 380 A, 400 A, 450 A, 500 A	
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Rated power at SC UP (at -25°C to +35°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	4400 kVA / 3960 kVA	4600 kVA / 4140 kVA
Rated power at SCS UP (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	3800 kVA / 3230 kVA	3960 kVA / 3365kVA
Charging power at SCS UP-XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	3950 kVA / 3300 kVA	4130 kVA / 3455 kVA
Discharging power at SCS UP-XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	4400 kVA / 3740 kVA	4600 kVA / 3910 kVA
Typical nominal AC voltages	10 kV to 35 kV	10 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN <sup>2)</sup>	KNAN <sup>2)</sup>
Transformer no-load losses Standard / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer short-circuit losses Standard / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Max. total harmonic distortion	< 3%	
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)	o	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
<b>Inverter efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>3)</sup> / European efficiency <sup>3)</sup> / CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.8% / 98.7% / 98.5%	98.8% / 98.7% / 98.5%
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point	DC load break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester type I	
Galvanic isolation	●	
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	
<b>General Data</b>		
Dimensions (W / H / D)	6058 mm / 2800 mm / 2438 mm	
Weight	< 18 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>	< 370 W	
Ambient temperature -25°C to +45°C / -25°C to +55°C / -40°C to +45°C	● / ○ / ○	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D inverter electronics IP54	
Environment: standard / harsh	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fresh air consumption of inverter	6500 m <sup>3</sup> /h	

## 5.6 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La progettazione si riferisce oltre alla progettazione dell'impianto in sé, anche alle opere necessarie alla costruzione ed al funzionamento dello stesso.

Gli aspetti tecnico – progettuali che caratterizzano il progetto scaturiscono da un'attenta analisi dei luoghi e l'azione progettuale è ispirata dal principio di ottimizzazione dello stesso al fine di ottenere una soluzione funzionale, con il minore impatto ambientale, con un adeguato livello di sicurezza, con la minima spesa.

Le scelte progettuali sono state orientate alla salvaguardia ambientale ed alla minimizzazione degli impatti prodotti sia dal processo di cantierizzazione, che dalle successive fasi di esercizio e dismissione.

## 6 ANALISI SISMICA DELLA ZONA DI INTERESSE

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica locale, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Con tale provvedimento lo Stato ha delegato le Regioni per l'adozione della classificazione sismica del territorio, le quali hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale. Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, previsto dall'O.P.C.M. 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione ( $a_g$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. Per la zona sismica 1, l'accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ ) è maggiore di 0,25; Per la zona sismica 2,  $a_g$  è compresa tra 0,15 e 0,25; Per la zona sismica 3,  $a_g$  è compresa tra 0,05 e 0,15; Per la zona sismica 4,  $a_g$  è minore di 0,05.

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018 e ss.mm.ii) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali, riferendo ad ogni costruzione una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Nella presente relazione ci limiteremo, sulla base di specifiche indagini sismiche finalizzate all'individuazione della velocità di propagazione delle onde sismiche orizzontali nei primi trenta metri di profondità ( $V_{s30}$ ), ad individuare, sulla base della conoscenza del comportamento sismico dei terreni (analisi di letteratura e dati di prove come ampiamente discusso nella relazione geologica allegata al presente progetto), la categoria sismica del sottosuolo, rimandando alle successive fasi progettuali l'esecuzione di opportune indagini sismiche più dettagliate.

Le analisi condotte e lo studio di letteratura effettuato portano ad una classificazione sismica dei terreni come di seguito esposto:

- **Categoria stratigrafica C;**
- **Categoria topografica T1.**



## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione dei terreni di fondazione, sono state esaminate indagini dirette eseguite su terreni simili in prossimità dell'area di studio, nonché indagini eseguite dallo scrivente.

Tali indagini ci hanno consentito di accertare la costituzione del sottosuolo e la eventuale presenza di acque sotterranee a pelo libero ed in pressione, nonché misurare e consentire la valutazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni in studio.

A tale scopo sono state prese in esame i dati delle stratigrafie riferite a pozzi profondi realizzati nell'area (Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo - Legge 464/1984 - ISPRA) ed i dati delle indagini geognostiche/geofisiche eseguite per la realizzazione del parco Eolico in località "Beccarini - Ramatola", inoltre, sono state eseguite n. 2 CPT ubicate rispettivamente nell'area 1 e 2 (vedasi allegati).

Tali indagini hanno avuto lo scopo di:

- ricostruire la stratigrafia e la struttura del sottosuolo;
- consentire mediante prove in sito, la determinazione delle proprietà tecniche dei terreni nella loro sede naturale.

I terreni presenti nell'area risultano costituiti principalmente da materiali alluvionali, costituiti principalmente da limi argillosi sabbiosi alternati in alcuni casi a livelli limoso-ghiaiosi.

L'analisi dei litotipi presenti nelle aree di progetto e la caratterizzazione ottenuta mediante una molteplicità di indagini geognostiche condotte per progetti su aree omogenee e adiacenti a quella di progetto, ha permesso una modellazione statistica come riportato nella normativa tecnica vigente; D.M: 17/01/2018 e successiva circolare del 21/01/2019.

La ricostruzione del modello stratigrafico del sito di intervento si basa sui dati provenienti dai dati di letteratura riportati nei vari studi e piani del territorio in esame relativi ai territori di Manfredonia e Orta Nova (FG). Nello specifico, trattandosi di opere il cui peso è irrisorio, in virtù di una stratigrafia omogenea, è stato possibile definire il seguente quadro geotecnico.

### **Terreno vegetale:**

l'area si presenta abbastanza omogenea, composta superficialmente da uno spessore di terreno vegetale compreso tra 1 e 1,5 metri (strato 1), sovrastante terreni limosi argillosi sabbiosi, presenti mediamente tra - 1,00 m e - 7,5 (strato 2) e dal sottostante strato di sabbia limosa argillosa tra - 7,5 m e 30 m (strato 3). All'interno degli strati 1 e 2, potrebbero insistere livelli ghiaiosi.

### **Valori di riferimento dei limi argillosi sabbiosi:**

- $\gamma=17.8-19.5\text{kN/m}^3$ ;
- $c'=30-54\text{kN/m}^2$ ;
- $\phi'=28-29^\circ$ ;
- $C_u=200-362\text{kN/m}^2$ ;
- $E=14-82\text{Mpa}$ ;
- $E_d=5.8-37\text{Mpa}$ .

### Valori di riferimento delle sabbie argillose limose:

- $\gamma=17.8- 18.7\text{kN/m}^3$ ;
- $c'=14-18\text{kN/m}^2$ ;
- $\varphi'= 24 - 26^\circ$ ;
- $C_u = 57-200\text{kN/m}^2$ ;
- $E =2,3-27\text{MPa}$ ;
- $E_d = 3e12 \text{ MPa}$ .

Lo studio geognostico condotto in questa sede mette in evidenza la possibilità che si verifichino diversi scenari litostratigrafici nell'area di progetto. In fase esecutiva, prima delle operazioni di ancoraggio delle fondazioni, il direttore dei lavori, dovrà contattare per iscritto il geologo incaricato, il quale, dovrà presiedere i suddetti lavori e, se riterrà opportuno, potrà ricorrere ad ulteriori e più approfondite indagini.

Si riporta il modello geotecnico realizzato:

Modello Geotecnico di progetto							
	Prof.[m]	$\gamma[\text{kN/m}^3]$	$c'[\text{kN/m}^2]$	$\varphi'[^{\circ}]$	$C_u[\text{kN/m}^2]$	$E'[\text{Mpa}]$	$E_{cd}[\text{Mpa}]$
Strato1	0-1,0	21	5	24	/	5	3,5
Strato2	1,0-7,5	18	40	28	200	14,00	6,00
Strato3	7,5-12	18	14	24	57	10,00	7,00

La scelta dei valori geotecnici attribuiti alle formazioni sopra descritte scaturisce anche da una pratica locale, da dati precedentemente acquisiti sui quali responsabilmente sono basate altre progettazioni.

La tabella propone un possibile modello geotecnico, ove sarà cura del progettista calcolatore verificare la sua adeguatezza in base alla tipologia di struttura. Come già suddetto, in fase esecutiva dovrà, inoltre, essere verificata la schematizzazione geologica – geotecnica desunta nel presente studio, e, qualora necessario dovranno essere eseguite le indagini dirette finalizzate alla ricostruzione della situazione geologica locale.

Per la classificazione sismica del suolo di fondazione sono state eseguite n.2 indagini sismiche tipo "Masw" eseguite in prossimità dell'area di studio. I risultati di tali prove collocano i terreni oggetto d'indagine in categoria **C** ( $180 \text{ m/s} < V_{seq} < 360 \text{ m/s}$  - NTC 2018 - vedasi in allegato risultanze indagini sismiche).

## 8 CONCLUSIONI

La caratterizzazione dei terreni di fondazione, è stata desunta da indagini dirette eseguite su terreni simili in prossimità dell'area di studio, nonché indagini eseguite dallo scrivente. Lo studio geognostico condotto, ha permesso di produrre il seguente modello geotecnico di progetto, caratterizzato da uno spessore di terreno vegetale compreso tra 1 e 1,5 metri (strato 1), sovrastante terreni limosi argillosi sabbiosi, presenti mediamente tra - 1,00 m e - 7,5 (strato 2) e dal sottostante strato di sabbia limosa argillosa tra - 7,5 m e 30 m (strato 3). All'interno degli strati 1 e 2, potrebbero insistere livelli ghiaiosi.

Le n.2 indagini sismiche tipo "Masw" eseguite in prossimità dell'area di studio, hanno collocato i terreni oggetto d'indagine in categoria C ( $180 \text{ m/s} < V_{seq} < 360 \text{ m/s}$  - NTC 2018).

Infine, per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali, esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non incidono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area, QUINDI E' POSSIBILE AFFERMARE LA PIENA COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA e GEOTECNICA DELL'INTERVENTO.

Ottobre 2022

Il progettista  
Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE

Il geologo  
Dott. Pasquale TRIGGIANI