



**Regione
Sicilia**



**Provincia
Siracusa**



**Comune
di Melilli**



**Comune di
Carlentini**



Committente:

RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968
PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

PARCO AGROFOTOVOLTAICO "DEMETRA-KORE"

- Comune di Melilli/Carlentini -

ID PROGETTO

PVDEKO

N° Documento:

P10.01-00

Elaborato:

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

FOGLIO:

1 di 10

SCALA:

-

Nome file:

PVDEKO-P10.01-00 Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti.pdf

Progettazione:

Horus Electrolite S.r.l.s Unipersonale
Centro direzionale Pastena
Via Rosa Jemma,2 84091
Battipaglia (SA)
P.IVA 05641980650

Progettista:

Arch.Fasano Ciro
Via Pozzillo 4 - 84036 Sala Consilina (SA)
C.F. FSNCRI68E20G793N
P.IVA 03607690652

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	20/10/2022		Ing. Priore T.	Arch. Lamattina A.	Arch. Fasano C.

	Parco Agro-Fotovoltaico “Demetra – Kore”	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

Sommario

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI IPOTIZZATE	4
2.1. Descrizione delle strutture in progetto TRAKER	5
2.1.1. Gestione dei tracker e movimentazione	6
2.2. Descrizione delle strutture in progetto STRTTURE FISSE	8
3. CARICHI AGENTI SU OGNI TRAKER	8
4. DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE STATICA	9
5. CABINE ELETTRICHE	10
6. CONCLUSIONI	10

	Parco Agro-Fotovoltaico "Demetra – Kore"	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

1. PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di definire i requisiti preliminari per il dimensionamento delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici relative all'impianto agro-fotovoltaico in progetto denominato "DEMETRA-KORE", localizzato entro i limiti territoriali del comune di Melilli e Carlentini (SR).

L'impianto fotovoltaico sarà allacciato alla rete di Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di linea 380 kV "Paterno – Pantano D'Archi – Priolo".

In particolare, secondo la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) emessa dal gestore di rete e-distribuzione S.p.A. l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici verrà convogliata al contatore, posto nella cabina di consegna e-distribuzione S.p.A, con un cavidotto MT interrato proveniente dalle PV Station distribuite lungo le aree di installazione dei moduli. Le PV Station saranno collegate tramite una configurazione di cavidotti interrati alla cabina DG utente che svolgerà anche la funzione di collettore in MT di tutte le PV Station distribuite nell'area di impianto. Da qui entro la distanza di 20 metri sarà posata la cabina di consegna e-distribuzione S.p.A. collegata tramite un piccolo tratto di cavidotto interrato con cavo in rame. La cabina di consegna prevede un vano per la consegna dell'energia prodotta (apparecchiature di misura) e un vano contenente uno scomparto linea e il dispositivo generale e-distribuzione S.p.A. (DG).

Dalla cabina di consegna sarà realizzato il cavidotto MT interrato L = 10 m circa fino al nuovo sostegno capolinea. Dal nuovo sostegno capolinea sarà realizzata la nuova linea MT aerea e-distribuzione S.p.A., con cavo tipo ARE4H5E 18-30 kV- e cavo ADSS in fibra ottica (specificata DC FO 1). Da qui l'ultimo tratto per raggiungere l'interruttore posto entro la CP ""Pantano D'Archi Priolo"" tramite cavo interrato ARE4H5E 18-30 kV e cavo ADSS in fibra ottica.

Per quanto non espressamente indicato, si rimanda alle Normative e Pubblicazioni vigenti ed alla documentazione tecnica di progetto.

	Parco Agro-Fotovoltaico "Demetra – Kore"	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

2. DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI IPOTIZZATE

Come già detto, l'impianto fotovoltaico è del tipo ad inseguimento "tracker" e strutture fisse, con potenza nominale pari a 60758.88 kWp.

Le soluzioni strutturali adottate per il presente impianto, e che vengono di seguito descritte, scaturiscono dall'analisi della configurazione del sito, dagli approfondimenti geologici eseguiti e contenuti nelle relative relazioni ed elaborati grafici e dalla tipologia di impianto previsto.

Relativamente alle strutture principali, l'impianto si compone dei seguenti elementi:

- PARCO FOTOVOLTAICO: costituito dai moduli e dai supporti atti a sostenerli sul terreno. Rappresenta la parte più estesa dell'impianto ed è responsabile della conversione dell'energia solare in energia elettrica in corrente continua;
- CABINE ELETTRICHE: raccolgono l'energia elettrica prodotta dai vari sottocampi (inverter) e ne innalzano la tensione da 800 V a 30 kV. Esse saranno costituite da un container prefabbricato lungo 6,06 m, alto 2,89 m e largo 2,44 m all'interno del quale sono predisposti il quadro BT, gli scomparti MT con interposto un trasformatore a due avvolgimenti secondari di potenza pari 6.600 kVA o 3.300 kVA rispettivamente modelli JUPITER-6000-H1 e JUPITER-3000-H1 di Huawei.

L'impianto prevede l'impiego di moduli in silicio monocristallino della potenza nominale di 560 Wp, installazione composta da:

- strutture TRACKER - 2P26 con n. 2 stringhe da 26 moduli per un totale di 2484 stringhe e 64584 moduli;
- strutture TRACKER - 2P13 con n.1 stringa da 26 moduli per un totale di 330 stringhe e 8580 moduli;
- strutture FISSE - 2P13 con n.1 stringa da 26 moduli per un totale di 1333 stringhe e 34658 moduli.

Tutti i pannelli saranno connessi tra loro in stringhe, da posizionarsi a terra su apposita struttura in acciaio caratterizzata da tecnologia tracker e strutture fisse, opportunamente fissati al terreno mediante sistemi di ancoraggio del tipo infissi. Il dimensionamento delle strutture di supporto e di

	Parco Agro-Fotovoltaico “Demetra – Kore”	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

ancoraggio sarà definito in occasione della redazione del progetto esecutivo, in seguito a prove condotte sul sito e relativa relazione di verifica statica.

2.1. Descrizione delle strutture in progetto TRAKER

La struttura di sostegno, costituite da tracker motorizzati monoassiali e da strutture fisse, su cui saranno alloggiati i pannelli fotovoltaici, sarà realizzata con profili in acciaio zincato a caldo. La struttura di sostegno sarà realizzata con montanti in acciaio infissi nel terreno ad altezza variabile, per le diverse strutture secondo le caratteristiche geomorfologiche del terreno, con quota variabile rispetto al piano di campagna, su una inclinazione del terreno compresa tra 0,0 m ad 0,3 m, lungo la linea di movimentazione, avente una lunghezza di 28 m, sorretta da n°6 montanti in acciaio necessario a garantire le strutture di sostegno, infissi nel terreno ad una profondità variabile tra 1,5 e 2,0 m, in funzione della pendenza del terreno, tenendo conto delle ombre che una fila di pannelli può proiettare su quella successiva. La scelta della profondità di infissione nel terreno sarà anche definita in seguito alle verifiche di tenuta allo sfilamento.

I pali di sostegno delle strutture su cui saranno montati i pannelli, potranno avere un'altezza variabile, funzionale ad adattarsi ad una pendenza del terreno che varia nell'ordine del 3%. La movimentazione del tracker avrà il compito di predisporre l'inclinazione della stringa sempre nella direzione della radiazione solare, in relazione al movimento che il tracker potrà disegnare nel suo movimento “basculante”, in modo da poter ottimizzare la quantità di radiazione incidente captante dalla vela, andando a disegnare un movimento circolare che potrà avere una altezza variabile da 0,30 m e una massima di 4,40 m rispetto al piano di campagna, sempre in funzione delle diverse pendenze presenti sul terreno.

Il sistema di sostegno deve reggere il peso delle strutture dei pannelli, oltre ai carichi derivanti da condizioni ambientali avverse. Su tali pali, su cui saranno montati i sistemi “tracker”, saranno posizionati le strutture di sostegno dei pannelli, realizzati in profilati zincati a caldo ad omega, per il bloccaggio dei moduli fotovoltaici. Ulteriori dettagli sul sistema di fissaggio dei moduli sono riportati nella scheda tecnica fornita dal costruttore.

	Parco Agro-Fotovoltaico "Demetra – Kore"	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

Il progetto prevede di utilizzare delle strutture portanti adatte al terreno di tipo argilloso, con la possibilità di scegliere tra pali infissi nel terreno, mediante l'impiego di attrezzature battipalo o di pali a vite.

In entrambe le soluzioni non si prevedono basamenti in cemento, allo scopo di ridurre al minimo possibile l'impatto sul terreno. Inoltre si facilita anche il piano di dismissione dell'impianto.

2.1.1. Gestione dei tracker e movimentazione

Ogni fila è dotata di un attuatore lineare ed un inclinometro elettronico.

L'attuatore lineare viene mosso da un motore a 24 Vc.c. con un assorbimento di corrente di 6 A. La movimentazione del sistema è ottenuta mediante un motore in corrente continua, cc ad alta efficienza, basso riscaldamento, senza condensatore elettrolitico. Nella versione cablata, il controllo è alimentato dalla rete elettrica. Nella versione wireless, il controllo è autoalimentato direttamente dal pannello delle stringhe.

Nella versione cablata proposta, l'alimentazione del tracker è monofase 230 AC. La classe di isolamento è: Classe II. Il dispositivo elettronico di controllo è una scheda elettronica protetta da una scatola di plastica, il materiale è PC + ABS resistente ai raggi UV, grado IP 65.

Ogni tracker è dotato di una scheda elettronica alimentata direttamente dai pannelli delle stringhe. L'algoritmo Sun tracker è un algoritmo astronomico con strategia di backtracking e calendario perpetuo.

Il controllo dell'algoritmo fornisce una fase di backtracking mattutino da 0° a + 55° e analogamente una fase pomeridiana di backtrack da -55° a 0°. Il sistema calcola l'angolo ottimale evitando l'ombreggiatura dei pannelli.

Durante la fase centrale "tracking diretto" da + 55 ° a -55 °, il sistema insegue l'angolo ottimale per il localizzatore con un errore massimo pari al valore impostato. Più piccolo è l'errore di tracciamento, maggiore è il numero di stop and go dell'attuatore durante il giorno.

Il programma riguarda la funzione di localizzazione, ogni singola unità di controllo può funzionare autonomamente senza essere connessa allo SCADA.

Il controllo opera per preservare la durata delle spazzole del motore e la durata dei relè e per garantire il numero di arresti e scatti necessari per la durata prevista di 25–30 anni dell'impianto.

	Parco Agro-Fotovoltaico "Demetra – Kore"	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

Sarà possibile modificare e impostare i parametri di controllo per adattare il sistema alle caratteristiche del sito locale e ottimizzare la produzione di energia solare.

La soluzione di supporto per la posizione dell'attuatore è realizzata con boccola in bronzo a basso attrito, fissata con dadi su un supporto in acciaio. I perni di rotazione sono realizzati in acciaio inossidabile. L'accoppiamento elettrochimico dei materiali è esente da corrosione.

La soluzione portante per la posizione dei poli secondari è realizzata in tecnopolimero, alto modulo – basso attrito, elementi fissati al tubo 150x150, che ruotano in un supporto circolare del sedile.

L'asse di rotazione è molto vicino all'asse del baricentro della struttura. Ciò consente di ridurre la coppia sulla struttura e il carico sull'attuatore.

Il dimensionamento torsionale della struttura è realizzato al fine di evitare fenomeni di instabilità dovuti all'aumento del coefficiente del "fattore di forma".

Il materiale dei poli è acciaio S 355 JR, mentre il materiale della parte di giunzione e del supporto del cuscinetto è in acciaio S 355 JR e S 275 JR. Il materiale del tubo è S 355 JR (file esterne) e S 275 (file interne). Per gli arcarecci i materiali sono acciaio S 355 JR.

La protezione superficiale avviene mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI-EN-ISO1461.

Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene effettuato con viti in acciaio inossidabile e rondella in acciaio inossidabile per evitare fenomeni di accoppiamento galvanico e corrosione.

Il terreno è classificato come non corrosivo. Le fondazioni sono realizzate con sistema di martellatura diretta. I pali sono realizzati in acciaio S 355 JR più adatto per essere martellato senza deformazioni nella testa martellata.

Il periodo di vibrazione naturale dell'intera struttura del tracker è inferiore a 1 secondo, quindi il comportamento della struttura può essere classificato "rigido" per quanto riguarda il calcolo.

La struttura portante su cui saranno alloggiati i pannelli fotovoltaici, sarà realizzata con profili in acciaio zincato a caldo sorretta da n°6 montanti in acciaio necessario al garantire le strutture di sostegno, infissi nel terreno ad una profondità variabile tra 1,5 e 2,0 m, in funzione della pendenza del terreno.

	Parco Agro-Fotovoltaico "Demetra – Kore"	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

2.2. Descrizione delle strutture in progetto STRTTURE FISSE

Per il campo agrovoltaico FAS003 sono state scelte strutture di sostegno per moduli fotovoltaici fisse del tipo "SISTEMA BARFIX DUO 26 AZ DP" realizzate in acciaio S275JR e S355JR con trattamento anticorrosione a zincatura a bagno caldo per immersione (normativa UNI EN ISO 1461), idonea a sostenere moduli fotovoltaici disposti in VERTICALE su 2 file e 13 colonne, completa di binari di fissaggio moduli fotovoltaici. Bulloneria in acciaio classe 8.8 e ferro (Zincato Bianco) per l'assemblaggio della struttura. La struttura è vincolata al terreno per mezzo di nr. 5+5 pali di fondazione profondi idonei ad essere posati per mezzo di battipalo oleodinamica, realizzati con profilo "C" di adeguata sezione e spessore profilato a freddo (EN 10204), con altezza fissa. Le traverse inclinate di sostegno dei binari porta moduli sono realizzate in robusta lamiera di acciaio al carbonio profilato a freddo (EN 10204), successivamente zincato a caldo per immersione; i binari idonei ad ospitare la posa dei moduli fotovoltaici, sono realizzati in solido profilo strutturale in lamiera di acciaio al carbonio profilato a freddo (EN 10204), successivamente zincato a caldo per immersione e con giunti in lamiera di grosso spessore per l'unione dei binari portamoduli. L'angolo di TILT fisso previsto per la posa dei moduli fotovoltaici è di 25°; l'altezza minima da terra dei moduli fotovoltaici è di 600mm circa, e la tavola inclinata avrà lunghezza di circa 15200mm e sarà predisposta ad ospitare n.26 moduli fotovoltaici, il cui fissaggio verrà realizzato con bulloneria in acciaio INOX A2, direttamente eseguita su cornice modulo e gruppo asole di fissaggio su binari.

I moduli e i relativi supporti metallici devono essere conformi alle normative tecniche italiane ed Europee, sia per quanto riguarda le caratteristiche elettriche, sia per le caratteristiche di resistenza agli eventi estremi del vento e carico neve.

3. CARICHI AGENTI SU OGNI TRAKER

Carichi permanenti:

- Peso pannelli;
- Peso struttura di supporto pannelli.

Carico neve:

- zona di carico neve III.

Carico vento:

	Parco Agro-Fotovoltaico "Demetra – Kore"	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

- Zona di vento 4;
- altezza riferita al livello del terreno $z < 4.00$ m; $V_{ref} = 27$ m/s;
- $q_{ref} = 0.46$ kN/m²;
- $q(z) = 0.82$ kN/m² (pressione dinamica delle raffiche).

4. DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE STATICA

Per la trasmissione dei carichi sugli elementi di supporto si utilizzano profilati di alluminio con funzione di arcarecci. Dal punto di vista statico essi vengono trattati come travi continue con sbalzi bilaterali. Durante la fabbricazione e montaggio questi possono essere giunti come travi a sbalzo (trave Gerber) con articolazioni in punti specifici.

Le azioni dei carichi vento e neve per la determinazione delle sollecitazioni massime devono essere applicate sulle campate nella maniera più sfavorevole. Per il calcolo si utilizzano i coefficienti per travi continue a luci uguali.

La trasmissione dei carichi della vela al supporto centrale, che viene fissato ai sei profili di appoggio conficcati nel terreno, avviene tramite arcarecci in alluminio.

Per la determinazione delle sollecitazioni dei carichi variabili devono essere applicati sfavorevolmente e unilateralmente.

Per la determinazione delle sollecitazioni nei componenti della sottostruttura si applicano le forze del vento come azioni concentrate nei punti del quarto della superficie del modulo.

Per ogni combinazione di carico si determinano così due posizioni di applicazione delle forze vento.

La determinazione delle sollecitazioni di dimensionamento avviene attraverso l'analisi di 6 differenti combinazioni delle azioni.

Il supporto di appoggio dell'asse orizzontale, n°6 appoggi, è formato da un profilo circolare che viene conficcato nel terreno di fondazione ad una definita profondità di interramento. A questo scopo sono necessarie delle analisi del terreno e prove di carico per determinare le sollecitazioni trasmissibili, prova allo sfilamento, che verrà eseguito nel progetto esecutivo.

	Parco Agro-Fotovoltaico “Demetra – Kore”	Doc. n.: PVDEKO-P10.01-00
		Rev.: 00
		Date: 26/09/2022

5. CABINE ELETTRICHE

Per le cabine elettriche è previsto l'utilizzo di un'unica tipologia costruttiva, ovvero strutture prefabbricate rispondenti alle norme di sicurezza ed alla normativa tecnica per cui sono state prodotte.

Gli elementi prefabbricati poggeranno su un basamento interrato in cemento armato, dello spessore compreso tra i 40–60 cm, realizzato in opera, dotato di cavedi interni alla struttura, funzionali al contenimento dei cavidotti elettrici di entrata e di uscita. L'intera opera di appoggio descritta sarà opportunamente dimensionata in occasione delle prove condotte in sito ed alla conseguente verifica statica.

Il basamento è previsto incassato fino alla stessa quota di campagna, ottenuta dallo scotico del terreno vegetale al fine di intercettare il terreno dotato di maggiore coesione e resistenza unitaria. Successivamente, sull'estradosso del basamento si dovrà realizzare un idoneo massetto in calcestruzzo, dello spessore di 20 cm, rinforzato da idonea rete elettrosaldada al fine di proporre il piano di spiccato ad un'altezza superiore e pari a circa 20 cm rispetto al piano di campagna e definire, contestualmente, il piano di posa della cabina prefabbricata.

6. CONCLUSIONI

Il presente documento ha fornito una descrizione preliminare ed indicativa degli elementi caratterizzanti le varie opere strutturali, in termini di caratteristiche tecniche tipiche, nel progetto, demandando ad una fase successiva il dimensionamento e la definizione di dettaglio delle strutture.