

# IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE FOTOVOLTAICA POTENZA NOMINALE 30 MW

REGIONE SICILIA



PROVINCIA di ENNA



COMUNE di ASSORO



Località " Contrada Campalone"

PROVINCIA di CATANIA



COMUNE di RAMACCA



Località " Contrada Cugno"

Scala:

Formato Stampa:

-

A4

## PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE

**A.7**

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Progettazione:



**R.S.V. Design Studio S.r.l.**  
 Piazza Carmine, 5 | 84077 Torre Orsaia (SA)  
 P.IVA 05885970656  
 Tel./fax: +39 0974 985490 | e-mail: info@rsv-ds.it

Committenza:



**ITS Turpino S.r.l.**  
 Via Sebastiano Catania, 317  
 95123 Catania (CT)  
 P.IVA 05766360878

Responsabili Progetto:

Ing. Vassalli Quirino



Ing. Speranza Carmine Antonio



Catalogazione Elaborato

ITS\_ASR\_A7\_RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE.pdf  
 ITS\_ASR\_A7\_RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE.doc

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Marzo 2023	Prima emissione	FS	QV/IAS	RSV

α . . . . α . . . . \_\_\_\_\_ . . . . α . . . . α

## SOMMARIO

---

---

<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
A  RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
B  DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI IPOTIZZATE.....	7
I.  DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE IN PROGETTO - TRACKER .....	8
II. GESTIONE DEI TRACKER E MOVIMENTAZIONE.....	9
III. CABINA DI CAMPO.....	14
IV. CABINA DI CONSEGNA MT (CABINA DI IMPIANTO).....	15
V.  STAZIONE ELETTRICA 30/150KV .....	16
A  CANTIERIZZAZIONE .....	16
B  CONCLUSIONI .....	17

## PREMESSA

---

La presente relazione è stata redatta con riferimento al progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, mediante tecnologia fotovoltaica, da realizzarsi in agro del comune di Ramacca (CT) in località “Contrada Campalone” nel comune di Assoro e “Contrada Cugno” nel comune di Ramacca, proposto dalla società ITS TURPINO SRL, società che opera nel settore delle fonti rinnovabili per la progettazione e realizzazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Il progetto fotovoltaico oggetto dello studio è localizzato in Sicilia in provincia di Enna, nel territorio comunale di Assoro e in provincia di Catania, nel territorio comunale di Ramacca (altitudine media circa 256 m s.l.m.).

La zona prevista per la realizzazione del parco fotovoltaico si trova, in linea d'aria e approssimativamente, a 7 km NORD del centro abitato di Raddusa, 14 km SUD-EST del centro abitato di Assoro, 22 km NORD-OVEST del centro abitato di Ramacca e 12 km a NORD-OVEST del centro abitato di Castel di Iudica.

Il progetto fotovoltaico oggetto dello studio prevede l'installazione di circa n°55'080 pannelli fotovoltaici, per una potenza nominale di 30 MW, disposti secondo un layout di impianto che per le caratteristiche orografiche e l'esposizione al sole del terreno risulta essere quello ottimale. L'area interessata dall'intervento risulta scarsamente e poco densamente popolata, trattandosi di contesto di tipo collinare agricolo e lontano dai centri abitati. La zona è scarsamente antropizzata e caratterizzata dalla presenza di edifici rurali, per lo più abbandonati o comunque utilizzati come deposito.

In base allo strumento urbanistico vigente nel Comune sopraccitato, le aree in cui ricade il parco fotovoltaico di progetto sono classificate come Zone Agricole Normali “E2”.

Come previsto dal D.Lgs 387/03 e ss.mm. ii art. 12 comma 7, gli impianti alimentati a fonte rinnovabile possono essere ubicati all'interno di zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici, e se necessario costituiscono variante allo stesso.

L'impianto è stato dimensionato per una potenza nominale di circa 30.000,00 kWp, e prevede il posizionamento dei moduli fotovoltaici su strutture in acciaio che utilizzano la tecnologia “tracker”.

α . . . α . . . \_\_\_\_\_ . . . α . . . α

## | A | RIFERIMENTI NORMATIVI

---

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici dovranno essere realizzate nel rispetto delle disposizioni seguenti:

- EUROCODICE 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - azioni del vento (UNI EN 1991- 1-4:2005);
- EUROCODICE 3 - Progettazione delle Strutture in acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici (UNI EN 1993-1-1:2005);
- EUROCODICE 3 - Progettazione delle Strutture in acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti (UNI EN 1993-1-8:2005);
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare Esplicativa n°7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Legge 2/2/74 n. 64 e DDMM 3/3/1975 - Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche.
- Costruzioni in acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione. (C.N.R. 10011/85);
- Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85);

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati nel rispetto delle disposizioni seguenti:

- D.P.R. 27.04.1955 n. 547 e successive modificazioni;
- D.P.R. 07.01.1956 n. 164 e successive modificazioni;
- D.P.R. 19.03.1956 n. 303 e successive modificazioni;
- Legge 07.12.1984 n. 818 e successive modificazioni;
- Legge 01.03.1990 n. 186;
- Legge 18.10.1977 n. 791;
- Legge 05.03.1990 n. 46 e successive integrazioni (sostituita dal DM NR 37 del 22-01-08);
- D.P.R. 06.12.1991 n. 447(sostituito dal DM NR 37 del 22-01-08);
- D.L. 19.09.1994 n. 626 e successive modificazioni;

e quanto altro attiene le disposizioni che regolamentano la realizzazione degli impianti elettrici.

⌘ . . . ⌘ . . . \_\_\_\_\_ . . . ⌘ . . . ⌘

Si richiamano le prescrizioni degli Enti Locali preposti ai controlli: USL, ISPESL, Aziende distributrici elettriche, del gas, etc.

Si sottolinea che dovranno essere osservate altresì le norme: CEI, UNI e le tabelle CEI UNEL. Relativamente alle norme CEI dovranno essere rispettate quelle in vigore all'atto esecutivo dei lavori con particolare riferimento, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alle Norme di seguito elencate:

- Criteri di allacciamento alla rete AT della distribuzione;
- ENEL DK 5310;
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-15 Esecuzione di lavori sotto tensione;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - linee in cavo;
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
- CEI EN60865-1 Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito;
- CEI 11-28 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a B.T.;
- CEI 11-35 Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 11-37 Guida all'esecuzione degli impianti di terra negli stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria;
- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V;
- CEI 17-4 (CEI EN60129) Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata a tensione superiore a 1000V;
- CEI 17-6(CEI EN60298) Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV;
- CEI 17-9/1(CEI EN60265-1) Interruttori di manovra ed interruttori di manovrasezionatori per tensioni da 1kV a 52kV;
- CEI 17-9/2(CEI EN60265-2) Interruttori di manovra ed interruttori di manovrasezionatori per tensioni uguali o superiori a 52kV;
- CEI 17-21 (CEI EN60694) Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione - Prescrizioni comuni;
- CEI 17-46 (CEI EN60420) Interruttori di manovra ed interruttori-sezionatori con fusibili ad alta tensione per corrente alternata;

α . . . α . . . \_\_\_\_\_ . . . α . . . α

- CEI 17-68 (CEI EN50187) Apparecchiatura di manovra con involucro metallico con isolamento a gas per tensioni da 1kV a 52kV;
- IEC 99-4 Scaricatori di sovratensione per sistemi di II e III categoria;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori di B. T.-Parti 1...7;
- CEI 17-13/1 (CEI EN60439-1) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per B.T. - Quadri elettrici AS ed ANS;
- CEI 20-13 Cavi isolati in gomma EPR con tensione non superiore a  $U_0/U=0.6/1kV$ ;
- CEI 20-14 Cavi isolati in PVC con tensione non superiore a  $U_0/U=0.6/1kV$ ;
- CEI 20-21 Calcolo della portata dei cavi elettrici;
- CEI 20-22 Prove dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-33 Giunzioni e terminazioni per cavi di energia con tensione fino a  $U_0/U=0.6/1kV$ ;
- CEI 20-37 Cavi elettrici-prove sui gas emessi durante la combustione;
- CEI UNEL 35024/1 Portate di corrente in regime permanente per posa in aria di cavi B.T. ad isolamento elastomerico o termoplastico;
- CEI UNEL 35024/1EC Portate di corrente in regime permanente per posa in aria di cavi B.T. ad isolamento elastomerico o termoplastico;
- CEI 23-28 Tubi per installazioni elettriche - Tubi metallici;
- CEI 23-39 (CEI EN50086-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Prescrizioni generali;
- CEI 23-54 (CEI EN50086-2-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Tubi rigidi;
- CEI 23-55 (CEI EN50086-2-2) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Tubi pieghevoli;
- CEI 23-56 (CEI EN50086-2-3) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Tubi flessibili;
- CEI 23-29 Cavidotti in materiale plastico;
- CEI 23-19 Sistemi di canali isolanti portacavi ad uso battiscopa;
- CEI 23-32 Sistemi di canali isolanti portacavi e porta apparecchi per utilizzo a soffitto o parete;
- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici portacavi ed accessori;
- CEI 23-20/23-21/23-30/23-35/23-41 Dispositivi di connessione e morsetti;
- CEI 23-48(1998) Involucri per installazioni elettriche ad uso domestico o similare - Casette;

α . . . α . . . \_\_\_\_\_ . . . α . . . α

- CEI 23-49 Involucri per installazioni elettriche ad uso domestico o simile - Quadri elettrici;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione dei quadri elettrici ad uso domestico o simile;
- CEI 23-51V1 Prescrizioni per la realizzazione dei quadri elettrici ad uso domestico o - simile;
- CEI 17-44 (CEI EN60947-1) Apparecchiature per B.T. - Regole generali;
- CEI 17-5 (CEI EN60947-2) Interruttori automatici per B.T.;
- CEI EN60947-2 (Appendice B) Dispositivi differenziali indipendenti con toroide separato;
- CEI 17-11 (CEI EN60947-3) Interruttori di manovra e sezionatori con o senza fusibili per B.T.;
- CEI 17-50 (CEI EN60947-4-1) Contattori ed avviatori elettromeccanici per B.T.;
- CEI 17-45 (CEI EN60947-5-1) Dispositivi per circuiti di comando e manovra in B.T.;
- CEI 17-47 (CEI EN60947-6-1) Apparecchiature di commutazione automatica in B.T.;
- CEI 17-48 (CEI EN60947-7-1) Morsettiere per conduttori in B.T.;
- CEI 17-41 (CEI EN61095) Contattori elettromeccanici per usi domestici o similari;
- CEI 41-1 Relè ausiliari elettromeccanici
- CEI 23-3 (CEI EN60898) Interruttori automatici per usi domestici e similari;
- CEI 23-12 (CEI EN60309-1/2) Prese a spina per usi industriali;
- CEI 23-5 Prese a spina per usi domestici e similari;
- CEI 23-50 Prese a spina per usi domestici e similari;
- CEI 23-16 Prese a spina di tipo complementare per usi domestici e similari;
- CEI 23-9 (CEI EN60669-1) Apparecchi di comando non automatici per usi domestici e similari;
- CEI EN60669-2-1/2 Relè passo/passivo modulari;
- CEI 23-42 (CEI EN61008-1) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-43 (CEI EN61008-2-1) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-18 (CEI EN61009-2-1) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-44 (CEI EN61009-1) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI EN61036 Contattori elettrici statici di energia attiva per corrente alternata;

⌘ . . . ⌘ . . . \_\_\_\_\_ . . . ⌘ . . . ⌘

- CEI EN61010-1 Strumenti di misura digitali;
- CEI EN60414/CEI EN60051 Strumenti di misura analogici;
- CEI 66-5/85-3/85-4/85-5/85-7 Strumenti di misura;
- CEI 38-1 (CEI EN60044-1) Trasformatori di corrente per misura;
- CEI 38-2 Trasformatori di tensione per misura;
- EN 60730-1/2 Termostati modulari;
- EN 61000-3-2 Interruttori crepuscolari modulari;
- CEI EN60730-1/2 Interruttori orari modulari;
- CEI 81-10 Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 37-1 Limitatori di sovratensione a resistori non lineari con spinterometri;
- CEI 37-2 Limitatori di sovratensione ad ossido di metallo senza spinterometri;
- IEC 60840 Cavi AT per posa interrata.

## **| B | DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI IPOTIZZATE**

L'impianto fotovoltaico, oggetto della presente relazione è caratterizzato, dal punto di vista impiantistico, da una struttura piuttosto semplice. Le soluzioni strutturali adottate per il presente impianto, che vengono di seguito descritte scaturiscono dall'analisi della configurazione e caratteristiche del sito, dagli approfondimenti geologici eseguiti e contenuti nelle relative relazioni ed elaborati grafici e dalla tipologia di impianto previsto.

Esso è infatti composto da:

☉ N° 55'080 pannelli fotovoltaici del tipo silicio monocristallino di potenza nominale di 665 Wp per una potenza complessiva d'impianto pari a max. 30 MWp, completi di relative strutture di sostegno (tracker). Questa parte dell'impianto rappresenta la parte più estesa ed è qui dove avviene la conversione dell'energia solare in energia elettrica in corrente continua (mediante effetto fotovoltaico);

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



α . . . α . . . \_\_\_\_\_ . . . α . . . α

Impianto elettrico costituito da:

- ☉ Cavi a BT per il trasporto dell'energia, prodotta dai pannelli FV sino agli inverter e poi verso i trasformatori;
- ☉ N.6 Cabine di Campo, distribuite all'interno del campo fotovoltaico, dove la tensione da BT a 400 V viene elevata a 30KV, il tutto reso possibile grazie alla presenza di appositi trasformatori (n.1 per ogni cabina di campo) ognuno della potenza nominale di 7040Kw;
- ☉ Cabina di consegna, generalmente allestita all'ingresso del campo fotovoltaico per convogliare l'energia prodotta dallo stesso; il cavedio ospita in ingresso i cavi provenienti dalla cabina di trasformazione e in uscita quelli che si dirigono verso la stazione utente 150/380 kV.
- ☉ Un elettrodotto interrato costituito da dorsali a 30 kV di collegamento tra i trasformatori e la sottostazione elettrica AT/MT (150/30 kV);
- ☉ Una sottostazione elettrica AT/MT (150/30 kV) completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario);
- ☉ Un elettrodotto in antenna a 150 kV di collegamento dalla sottostazione elettrica AT/MT alla futura stazione elettrica 380 kV che TERNA realizzerà per collegare l'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN);
- ☉ Opere civili di servizio, costituite principalmente dalla struttura di fondazione dei pannelli, dalle opere di viabilità e cantierizzazione e dai cavidotti.

---

#### **I. Descrizione delle strutture in progetto - TRACKER**

---

La struttura di sostegno delle vele, costituite da tracker motorizzati monoassiali, su cui saranno alloggiati i pannelli fotovoltaici, sarà realizzata con profili in acciaio zincato a caldo. La struttura di sostegno della vela sarà realizzata con montanti in acciaio infissi nel terreno ad altezza variabile.

La struttura TRJ della Coverter (capace di ospitare n.72 moduli fotovoltaici) è sorretta da n°5 montanti in acciaio, necessari 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.

α . . . α . . . \_\_\_\_\_ . . . α . . . α

I pali di sostegno dei tracker, su cui saranno montati i pannelli, potranno avere un'altezza variabile, funzionale per adattarsi ad una pendenza del terreno che varia nell'ordine del 5%. 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 minima rispetto al piano di campagna di 0,50 m, sempre in funzione delle diverse pendenze presenti sul terreno.

Il sistema di sostegno deve reggere il peso del tracker e dei pannelli, oltre ai carichi derivanti da condizioni ambientali avverse. Su tali pali, su cui saranno montati i sistemi "tracker", saranno posizionate 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.

Il progetto prevede di utilizzare delle strutture portanti adatte al terreno dell'area in esame (per maggiori dettagli vedasi elaborato "A2- Relazione Geologica"), 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, facilitando inoltre anche il piano di dismissione dell'impianto.

Per i tracker in oggetto, il costruttore, prevede la possibilità di installazione per pendenze di terreno fino ad un massimo del 20%.

---

## **II. Gestione dei tracker e movimentazione**

---

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

Le strutture sono guidate da motore elettrico in CA per cui sono disponibili due tensioni di alimentazione: 230 V, monofase a 50 Hz o un'opzionale di 240 V, 60 Hz; il controllo del motore è temporizzato di modo da prevenire l'usura.

α . . . α . . . \_\_\_\_\_ . . . α . . . α

La movimentazione del sistema è ottenuta mediante un motore in corrente alternata, CA 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.

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 moduli fotovoltaici. 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 + 60° e analogamente una fase pomeridiana di backtrack da -60° a 0°. Il sistema calcola l'angolo ottimale evitando l'ombreggiatura dei pannelli.

Durante la fase centrale "tracking diretto" da + 60° a - 60°, 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.

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 boccia 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.

α . . . . α . . . . \_\_\_\_\_ . . . . α . . . . α

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".

Per il sito è valutato per le file interne un carico di vento di area urbana.

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).

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.

Per un terreno 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°5 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.

⌘ . . . . ⌘ . . . . \_\_\_\_\_ . . . . ⌘ . . . . ⌘

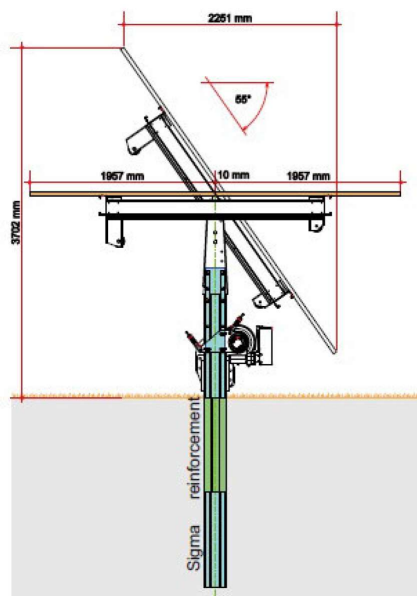


Figura 1 - Tracker solare tipo

Ciascun tracker, sarà costituito da 30 moduli disposti su un'unica fila, ogni tracker forma una stringa con le seguenti caratteristiche elettriche:

Numero di moduli fotovoltaici per stringa: 30 moduli;

Numero di moduli per ciascun tracker: 30 pannelli;

**Carichi agenti su ogni tracker:**

☉ **Carichi permanenti:**

- ▲ Peso pannelli;
- ▲ Peso struttura di supporto pannelli.

☉ **Carico neve:**

- ▲ zona di carico neve III.

☉ **Carico vento:**

- ▲ Zona di vento 3.

Nei vari dati forniti dai diversi produttori degli inseguitori, la voce “massima velocità del vento ammissibile” è assai controversa, in quanto sono troppo diverse le accezioni del concetto “ammissibile”.

α . . . α . . . \_\_\_\_\_ . . . α . . . α

Alcuni costruttori interpretano questo punto come valore limite fino al quale il sistema è ancora manovrabile. Infatti, la maggior parte degli inseguitori dispongono oggi di sensori di vento, tramite anemometri posizionati in più punti nell'impianto fotovoltaico, e si portano automaticamente in una posizione di sicurezza quando i carichi dovuti al vento minacciano l'integrità della loro meccanica.

L'anemometro viene installato per consentire il controllo della velocità del vento ed ha un sistema di auto protezione.

Quello in dotazione del tracker ha tre coppette con dimensione 125 x 117 mm.

La norma corrente per i moduli fotovoltaici CEI 61215 (oppure CEI 61646) contempla comunque solo un test per verificare resistenza a pressioni e depressioni di 5400 Pa applicate per un'ora.

Per il presente progetto, per cui si prevede l'utilizzo di tracker della Convert (modello TRJHT30PDP) per cui il costruttore dichiara i seguenti valori massimi di resistenza al vento:

- ☉ 72 km/h valore valido per qualsiasi posizione ( $\pm 60^\circ$ );
- ☉ 120 km/h nel caso della posizione a  $15^\circ$  che automaticamente viene predisposta per occupare meno spazio possibile.

Il meccanismo di difesa si attiva con una velocità del vento di 60 km/h.

Il test CEI contempla sollecitazioni esercitate in modo uniforme, che non corrispondono esattamente agli scossoni esercitati da una tempesta furibonda. Inoltre, pressioni e depressioni vengono esercitate sul fronte del modulo, mentre non viene esercitata alcuna pressione sul suo retro; ma questo è esattamente quello che accade quando il vento investe un sistema di inseguimento prendendolo "alle spalle".

Il problema del vento riveste un'importanza fondamentale. Non si tratta solo del rischio di una perdita totale, ma in primis dei premi assicurativi legati all'assicurazione degli impianti, e in secondo luogo dell'usura. Componenti che funzionano costantemente in prossimità del proprio limite di carico richiedono anche interventi di riparazione o sostituzione più frequenti, il che fa aumentare i costi per kWh.

⌘ . . . ⌘ . . . \_\_\_\_\_ . . . ⌘ . . . ⌘

Ne consegue una chiara tendenza ai sistemi monoassiali; i quali fruttano una produzione energetica inferiore ai biassiali, ma sono anche sensibilmente più economici da produrre, oltre a essere meno soggetti a guasti. Il successo di questi sistemi sembra dare ragione a chi valorizza maggiormente la stabilità e la facilità di manutenzione rispetto a un contenimento relativo della produzione energetica. Nel settore degli impianti di grande taglia si sta inoltre diffondendo sempre di più una variante ancora più semplice, ovvero l'inseguimento sull'asse orizzontale. Il vantaggio consiste nell'altezza ridotta della costruzione e nella conseguente minore vulnerabilità al vento, con un fabbisogno di superficie quasi identico rispetto ai montaggi convenzionali. Inoltre, questa soluzione offre la possibilità di movimentare mediante tiranterie interi campi di moduli utilizzando un solo azionamento.

---

### III. Cabina di campo

---

L'energia prodotta in CC dalle stringhe di pannelli fotovoltaici, una volta trasformata in CA dagli inverter, viene veicolata da una rete di distribuzione interna in BT verso le cabine di trasformazione.

Le cabine di conversione e trasformazione altrimenti dette cabine di campo sono adibite ad allocare tutte le apparecchiature elettriche funzionali alla trasformazione dell'energia in CA, prodotta dai pannelli fotovoltaici, in MT; nel dettaglio all'interno della cabina di campo sono allocati:

- ⊗ Quadri elettrici di parallelo inverter per il raggiungimento della potenza nominale di cabina e per la protezione con fusibile di ogni singolo arrivo;
- ⊗ Trasformatore di cabina necessari alla elevazione della tensione dai valori di uscita degli inverter (400 V) al valore di tensione di distribuzione (30 kV);
- ⊗ Quadri in MT per la protezione e il trasporto dell'energia d'impianto fino alla sottostazione di elevazione;
- ⊗ Armadi servizi ausiliari per alimentare i servizi di cabina; i servizi ausiliari dell'impianto sono derivati da un trasformatore dedicato connesso alla linea di distribuzione MT a 30 kV interna al campo; in caso di necessità può essere richiesta, ad E-Distribuzione, una connessione in prelievo in BT;

⌘ . . . ⌘ . . . \_\_\_\_\_ . . . ⌘ . . . ⌘

- ⊗ Armadi di misura dell'energia elettrica prodotta e armadi di controllo contenenti tutti le apparecchiature in grado di monitorare le sezioni di impianto;
- ⊗ Quadri di servizio, per la gestione dei segnali e il controllo delle varie sezioni di campo.

Per esigenze di conformazione orografica e per semplificazione nell'installazione dei cavi di cablaggio il campo fotovoltaico viene suddiviso in sotto-campi o sezioni ognuno dei quali avrà la propria cabina o box di campo.

La semplificazione nell'installazione dei cavi di cablaggio è possibile predisponendo la cabina di campo in corrispondenza del baricentro della sezione: in tal modo si riduce al minimo il sistema di cablaggio e si realizza poi un unico cavidotto in MT per il collegamento della cabina di campo alla cabina di consegna.

Per il progetto in esame si prevedono n°6 sezioni o sotto-campi ciascuno dei quali della potenza di 7 MWp; per ogni sezione è prevista una cabina di campo o trasformazione.

All'interno di ciascuna cabina di campo si trova n°1 trasformatore della potenza nominale di 7040 kVA a cui sono collegati n° 18 inverter.

Per la protezione delle linee MT in arrivo ed in partenza dalle cabine di campo è previsto l'utilizzo di interruttori-sezionatori MT di opportuna taglia per la protezione di massima corrente.

---

#### **IV. Cabina di consegna MT (cabina di impianto)**

---

L'energia proveniente dalle 6 cabine di campo viene convogliata mediante cavidotti a 30kV nella cabina di consegna MT, e da qui trasmessa alla stazione di trasformazione 30/150kV.

Il cavidotto a 30kV di collegamento con la stazione di trasformazione 30/150kV sarà protetto da un interruttore MT (protezioni 50 - 51 e 51N), oltre che dalla protezione direzionale di terra (67N).

La cabina di consegna viene allestita generalmente all'ingresso del campo fotovoltaico per convogliare l'energia prodotta dallo stesso; il cavedio ospita in ingresso i cavi provenienti dalla cabina di trasformazione e in uscita quelli che si dirigono verso la stazione utente 150/380 kV.



⌘ . . . ⌘ . . . \_\_\_\_\_ . . . ⌘ . . . ⌘

---

## V. **Stazione elettrica 30/150KV**

---

È prevista la realizzazione di una stazione di trasformazione 150/30 kV, che raccoglierà la produzione di energia elettrica del campo fotovoltaico, alla tensione di 30kV per immetterla con collegamento in antenna, al futuro ampliamento della stazione elettrica 380/150kV denominata “Raddusa 380 kV” di proprietà di Terna SpA.

Essa sarà equipaggiata dai seguenti componenti principali:

- ⊗ N° 1 montante 150kV di collegamento al trasformatore 150/30kV costituito da interruttore sezionatore, trasformatore di misura e scaricatore di sovratensione;
- ⊗ N° 1 trasformatore elevatore 150/30 kV;
- ⊗ N° 1 quadro elettrico 30kV, le apparecchiature di controllo e protezione della stazione e i servizi ausiliari, ubicati all’interno di un edificio in muratura.

### | A | **CANTIERIZZAZIONE**

---

La fase di cantiere comprende la quasi totalità delle opere necessarie alla realizzazione di un parco fotovoltaico e per questo costituisce la fase più impegnativa di tutto il processo. Difatti nel cantiere sono concentrate l’insieme delle azioni che effettivamente determinano la trasformazione del luogo che ospita l’impianto, sia durante i lavori, sia nel periodo successivo.

Le opere di cantiere sono strettamente legate alla tipologia ed alle dimensioni dell’impianto fotovoltaico che si intende realizzare, oltre ovviamente alla sua estensione. In ogni caso è indispensabile considerare che ogni azienda impegnata nella realizzazione di impianti fotovoltaici necessita di specifiche condizioni cantieristiche al momento della collocazione degli elementi delle strutture nella loro sede definitiva.

L’organizzazione del cantiere seguirà le seguenti fasi principali:

- ⊗ sistemazione del sito;
- ⊗ posa dei cavi per il trasporto dell’energia elettrica;
- ⊗ installazione delle strutture in acciaio porta moduli;
- ⊗ realizzazione delle infrastrutture al fine di effettuare l’allaccio alla rete di consegna in alta tensione.

α . . . α . . . \_\_\_\_\_ . . . α . . . α

## **| B | CONCLUSIONI**

---

La presente relazione è stata redatta allo scopo di fornire una descrizione preliminare generale degli elementi strutturali che compongono l'impianto fotovoltaico di progetto. Tale elaborato, come già precisato, ha carattere generale offrendo una descrizione degli elementi strutturali dell'impianto in termini di caratteristiche tecniche tipiche, demandando ad una fase successiva il dimensionamento e la definizione di dettaglio delle strutture.