

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE FOTOVOLTAICA POTENZA NOMINALE 95 MW

REGIONE
SICILIA



PROVINCIA di
CATANIA



COMUNE di
RAMACCA



Località " La Montagna e
Contrada Madre Bianche"

Scala:

Formato Stampa:

-

A4

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE

A. 11

DISCIPLINARE ELEMENTI TECNICI

Progettazione:



Ingegneria | Architettura | Topografia
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_GRN_A11_DISCIPLINARE ELEMENTI TECNICI.pdf
ITS_GRN_A11_DISCIPLINARE ELEMENTI TECNICI.doc

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

Sommario

PREMESSA	2
 A CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE DELL'INTERVENTO	4
I. COMPONENTI DELL'IMPIANTO.....	4
II. MODULI FOTOVOLTAICI	4
III. STRUTTURE SUPPORTO MODULI FOTOVOLTAICI - TRACKER	7
IV. INVERTER.....	9
V. CABINA DI CAMPO	12
VI. TRASFORMATORE	13
VII. CABINA DI CONSEGNA.....	14
VIII. QUADRI MT	15
IX. CAVIDOTTO PER LA TRASMISSIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA PER IL CONTROLLO DELL'IMPIANTO	16
X. PROTEZIONI	18
XI. STAZIONE UTENTE/TRASFORMAZIONE 30/150 kV.....	20

PREMESSA

Il progetto dell'impianto fotovoltaico avanzato dalla società ITS TURPINO SRL, contempla che il medesimo sia realizzato in agro del Comune di Ramacca (CT), alle località "La Montagna" e "Contrada Mandre Bianche".

La zona prevista per la realizzazione del parco fotovoltaico è situata ad una distanza, in linea d'aria, di circa 5,4 km a Nord-Est del centro abitato del comune di Raddusa (CT), di 4,5 km a Ovest del centro abitato di Cavalera, frazione di Castel di Iudica (CT) e di 2,7 km a Sud della frazione di Libertinia del comune di Ramacca (CT).

L'altezza sul livello del mare è di circa 318 m s.l.m., mentre l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, si estende per una superficie di circa, 420 ha.

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° 174'420 pannelli fotovoltaici circa del tipo silicio monocristallino di potenza nominale di 665 Wp per una potenza complessiva d'impianto pari a max. 95 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.

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°19 cabine di campo (in quanto in base alle esigenze di Layout e di orografia si è reso necessario l'introduzione di un'ulteriore cabina), 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 7040 Kw;
- ⊗ Cabina di consegna, generalmente allestita in prossimità dell'ingresso del campo fotovoltaico per convogliare l'energia prodotta dallo stesso; il cavedio ospita in ingresso i cavi provenienti dalla cabina di campo/trasformazione BT/MT e in uscita quelli che si dirigono verso la Stazione Utente/trasformazione MT/AT.
- ⊗ Un elettrodotto interrato costituito da dorsali a 30 kV di collegamento tra i trasformatori (posti nelle cabine di campo) e la sottostazione elettrica AT/MT (150/30 kV);
- ⊗ Una sottostazione elettrica MT/AT (30/150 kV) completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario);
- ⊗ Un elettrodotto in antenna a 150 kV di collegamento dalla Stazione utente/trasformazione MT/AT alla futura stazione elettrica 380/150 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.

Il progetto fotovoltaico in analisi, prevede il collegamento dei pannelli agli inverter e da questi ultimi ai trasformatori, alloggiati nelle cabine di campo, attraverso dei cavidotti in BT, mentre successivamente mediante cavidotti in MT di lunghezza pari a 10.5 Km circa, saranno collegati i trasformatori (ubicati nelle cabine di campo) tra di loro fino a giungere alla cabina di consegna e poi da quest'ultima alla stazione di trasformazione MT/AT da realizzare nelle vicinanze della nuova Stazione Elettrica (150/380 kV).

Una volta elevata la tensione da 30 KV a 150 KV, il progetto fotovoltaico in analisi, prevede che l'impianto venga collegato, sulla nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata "Raddusa 380 kV".

|A| CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE DELL'INTERVENTO

I. Componenti dell'impianto

Gli elementi fondamentali che compongono l'impianto fotovoltaico sono:

- ☉ Moduli fotovoltaici;
- ☉ Strutture di supporto (tracker);
- ☉ Inverter;
- ☉ Cavi e quadri di campo;
- ☉ Cabine di campo;
- ☉ Trasformatore BT/MT
- ☉ Cabina di consegna;
- ☉ Quadri MT;
- ☉ Cavidotto;
- ☉ Stazione Utente/Trasformazione MT/AT.

II. Moduli Fotovoltaici

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, si prevede l'utilizzo di circa n° 174'420 pannelli fotovoltaici del tipo silicio monocristallino di potenza nominale di 665 Wp per una potenza complessiva d'impianto pari a max. 95 MWp.

L'impianto in oggetto è stato dimensionato in modo tale da avere un campo fotovoltaico di potenza totale di picco pari a 95 MW costituito da 174'420 moduli, ciascuno di potenza unitaria pari a 665 Watt, pertanto la superficie captante dei moduli sarà di circa 541'810 mq.

I moduli da utilizzare sono del tipo silicio monocristallino con potenza nominale di 665 W (l'effettuazione delle misurazioni sono state svolte in condizioni standard ovvero 1000 W/m², 25°C, AM 1,5).

È prevista una garanzia di 15 anni sul prodotto, il quale è realizzato con celle ad alta efficienza.

Le caratteristiche dimensionali del modulo fotovoltaico sono le seguenti:

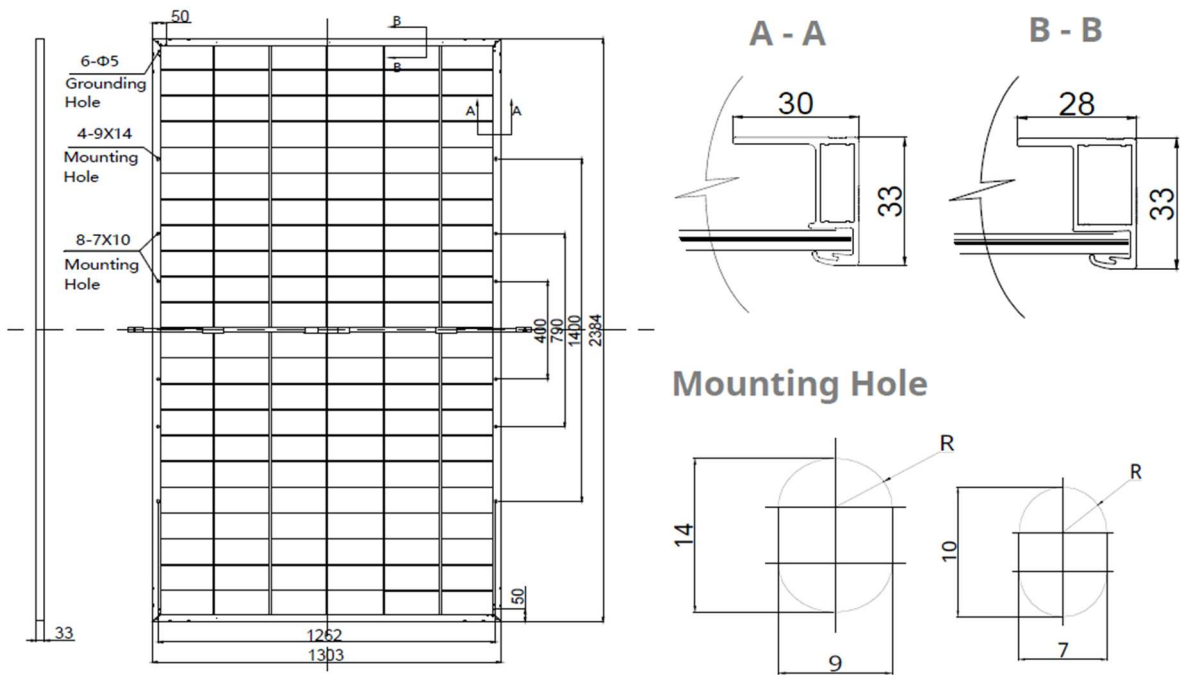


Figura 1: pannello FV fino a 580 Wp con dimensioni 2384 x 1303 x 33 mm

Dati caratteristici del Pannello

		Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-640MB-AG		640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	19.23 A	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	20.14 A	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	21.97 A	24.7%
CS7N-645MB-AG		645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	19.27 A	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	20.19 A	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	22.02 A	24.9%
CS7N-650MB-AG		650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	19.31 A	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	20.23 A	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	22.07 A	25.1%
CS7N-655MB-AG		655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%
Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	19.35 A	22.1%
	10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	20.27 A	23.2%
	20%	786 W	38.1 V	20.64 A	45.2 V	22.12 A	25.3%
CS7N-660MB-AG		660 W	38.3 V	17.24 A	45.4 V	18.47 A	21.2%
Bifacial Gain**	5%	693 W	38.3 V	18.10 A	45.4 V	19.39 A	22.3%
	10%	726 W	38.3 V	18.96 A	45.4 V	20.32 A	23.4%
	20%	792 W	38.3 V	20.69 A	45.4 V	22.16 A	25.5%
CS7N-665MB-AG		665 W	38.5 V	17.28 A	45.6 V	18.51 A	21.4%
Bifacial Gain**	5%	698 W	38.5 V	18.14 A	45.6 V	19.44 A	22.5%
	10%	732 W	38.5 V	19.02 A	45.6 V	20.36 A	23.6%
	20%	798 W	38.5 V	20.74 A	45.6 V	22.21 A	25.7%
CS7N-670MB-AG		670 W	38.7 V	17.32 A	45.8 V	18.55 A	21.6%
Bifacial Gain**	5%	704 W	38.7 V	18.20 A	45.8 V	19.48 A	22.7%
	10%	737 W	38.7 V	19.05 A	45.8 V	20.41 A	23.7%
	20%	804 W	38.7 V	20.78 A	45.8 V	22.26 A	25.9%

Figura 2: dati caratteristici del pannello

Caratteristiche elettriche

Potenza elettrica nominale	665 Wp
Tolleranza rispetto alla Pmax	0 ~ +10 W
Tensione a circuito aperto Voc	45,6 V
Tensione alla max potenza Vmp	38,5 V
Corrente di cortocircuito Isc	18,51 A
Corrente alla max potenza Imp	17,28 A
Dimensione esterne	2384 x 1303 x 33 mm
Peso	37.8 kg
Tensione massima di lavoro	1500 V
Massima corrente inversa Ir	35 A
Carico massimo - (vento/neve)	5400 Pa
Protection Class	Classe C (IEC61245; IEC 61730)
Vetro Temprato trasparente	2.0 mm
Cornice Profilo	in alluminio anodizzato
Cavi e connettori	Lunghezza 1000 mm, attacchi MC4.

Figura 3: caratteristiche elettriche del trasformatore

Ulteriori spiegazioni, dettagliate, circa le doti operative ed elettriche relative alla capacità di produzione in funzione dei valori fisici esterni, quali temperature, umidità, irraggiamento, sono contenute nella scheda tecnica del pannello esibita dal costruttore e allegata al presente progetto.

III. Strutture Supporto Moduli Fotovoltaici - 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.

Il tracker che si prevede di utilizzare nella realizzazione del presente progetto è del tipo monoassiale della Converter.

La struttura della Converter (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.

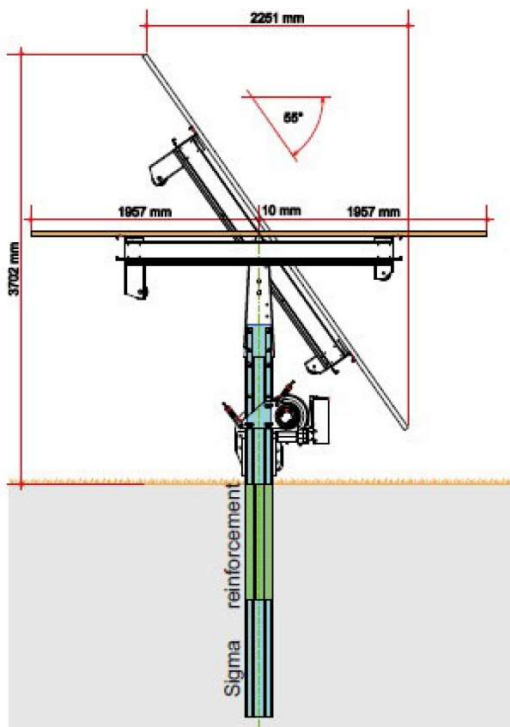


FIGURA 4 - TRACKER SOLARE TIPO

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.

La gestione del sistema di movimentazione sarà effettuata grazie ad un automatismo composto da anemometri, capaci di valutare la ventosità e un sistema di intercettazione della radiazione luminosa, solarimetro, avente il compito di orientare il sistema nella direzione della radiazione incidente. Il complesso potrà essere dotato di una programmazione annuale posta in essere attraverso orologio astronomico, capace di delineare giornalmente la traiettoria del Sole e, di conseguenza, la movimentazione del tracker. Il sostegno avverrà attraverso il sistema riportato nella figura precedente, che deve sostenere il peso del tracker e dei pannelli, oltre ai carichi derivanti da condizioni ambientali contrarie. Sopra codesti pali, verranno applicati i sistemi "tracker", e verranno anche poste le strutture di sostegno dei pannelli, prodotti in profilati zincati a caldo ad omega, per il bloccaggio dei moduli fotovoltaici. Altre specifiche informazioni circa il sistema di fissaggio dei moduli sono contenute dalla scheda tecnica esibita dal costruttore.

IV. Inverter

La corrente sarà convertita da continua in alternata grazie a dei gruppi statici trifase (inverter) della potenza massima di 175 kWp, composti da n.24 ingressi (di cui n.12 “+” e n.12 “-”) per un massimo di n.24 inseguitori indipendenti collegati, aventi la funzione di ottimizzare, mediante un algoritmo interno, la produzione di energia da ciascun ingresso.

Ad ogni inverter sono collegati n.17 stringhe, per un totale di 510 moduli fotovoltaici per ogni inverter.

L'efficienza massima espressa è del 98,7% (che corrisponde al valore di 98.4% di efficienza europea), con n. 12 MPPT indipendenti, capaci di far scemare le perdite per mismatching delle stringhe. Il livello di protezione IP 65 adatto per l'esterno è dotato di raffreddamento naturale.

L'energia prodotta dalla trasformazione dell'irraggiamento solare sarà convertita da continua in alternata grazie all'impiego di macchine statiche, appunto l'inverter, indispensabili a porre in essere la trasformazione dell'energia prodotta da c.c. in c.a. ed effettuare, automaticamente, il parallelo con la rete adeguando i propri parametri a quelli di rete, a prescindere dalla quantità di energia prodotta e dalle condizioni meteo, per la seguente immissione nella rete elettrica.

L'impiego dell'inverter per i sistemi fotovoltaici si effettua in base al miglior compromesso raggiungibile nell'accoppiamento tra i pannelli fotovoltaici ed il dispositivo di conversione della potenza da c.c. in c.a. (l'inverter appunto).

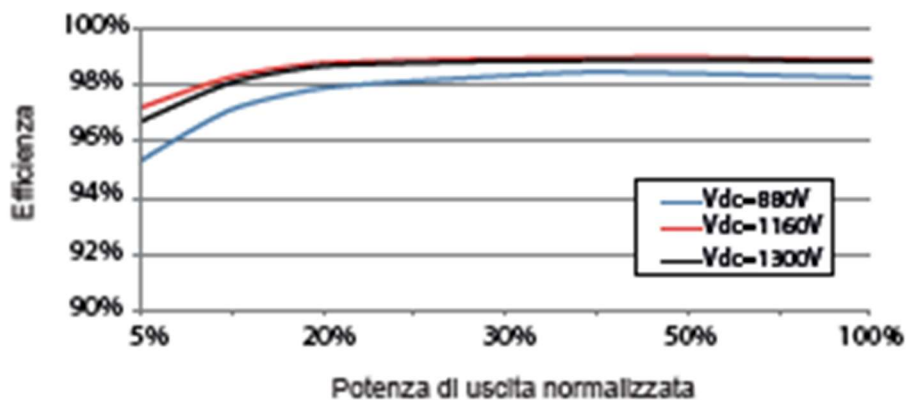
I gruppi di conversione adottati sono composti da un complesso di componenti, quali filtri, dispositivi di sezionamento, di protezione e di controllo, che li rendono adatti alla trasformazione della potenza prodotta dal generatore fotovoltaico e successiva immissione in rete, in quanto rispondenti ai requisiti normativi in vigore, tecnici in quanto permettono di diminuire i costi di installazione, i materiali accessori e garantiranno maggiore sicurezza grazie al monitoraggio continuo, di cui sono in possesso, secondo le norme CEI di riferimento adottabili.

All'interno dell'impianto saranno contenuti vari tipi di tensione, nel dettaglio sarà in c.c. all'uscita delle diverse stringhe con un valore prossimo a 1500 Vcc, ossia operante in bassa tensione (essendo 1500 Vcc il limite normativo), quindi dopo la conversione eseguita dagli inverter di stringa, la tensione sarà uguale a 800 Vca, in corrente alternata.

Ciascun inverter sarà dotato di una potenza massima complessiva di 175 kWp, valore arrivabile mediante il collegamento di stringhe ai 24 ingressi (di cui n.12 “+” e n.12 “-“), per un massimo di n.24 inseguitori indipendenti collegati, aventi la funzione di rendere ottimale, attraverso un algoritmo interno, la produzione di energia da ciascun ingresso, grazie all’algoritmo interno (MPPT).

Tutti gli inverter sono in possesso di sistema per seguire il punto di massima potenza dell’ingresso corrispondente alla/e stringhe su ogni ingresso indipendente della curva caratteristica I-V (ossia la funzione MPPT) e formare l’onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, in modo da contenere l’ampiezza delle armoniche entro valori assimilabili, perfezionando l’efficienza di conversione in funzione dei dati di ingresso dovuto all’irraggiamento solare.

Di seguito sono riportati i parametri tecnici dell’inverter rilevati dalla scheda tecnica fornita dal costruttore.



La configurazione dell'inverter consente di unire ognuna delle stringhe ad un ingresso indipendente, i quali sono in possesso di sezionatori "DC Switch Box" e SPD, scaricatori di sovratensione, oltre che di un filtro di protezione da armoniche, già integrati nell'inverter.

A valle del filtro, ogni MPPT si occupa di trasformare l'energia elettrica per fornire all'inverter il miglior valore della curva caratteristica I-V come conseguenza del quale il rendimento di conversione risulta essere sempre il massimo possibile, a prescindere dal funzionamento di ogni stringa fotovoltaica.

In uscita dall'inverter si avrà la massima energia disponibile in BT.

ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-640MB-AG	640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	24.7%
CS7N-645MB-AG	645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	24.9%
CS7N-650MB-AG	650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	25.1%
CS7N-655MB-AG	655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%
Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	22.1%
	10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	23.2%
	20%	786 W	38.1 V	20.64 A	45.2 V	25.3%
CS7N-660MB-AG	660 W	38.3 V	17.24 A	45.4 V	18.47 A	21.2%
Bifacial Gain**	5%	693 W	38.3 V	18.10 A	45.4 V	22.3%
	10%	726 W	38.3 V	18.96 A	45.4 V	23.4%
	20%	792 W	38.3 V	20.69 A	45.4 V	25.5%
CS7N-665MB-AG	665 W	38.5 V	17.28 A	45.6 V	18.51 A	21.4%
Bifacial Gain**	5%	698 W	38.5 V	18.14 A	45.6 V	22.5%
	10%	732 W	38.5 V	19.02 A	45.6 V	23.6%
	20%	798 W	38.5 V	20.74 A	45.6 V	25.7%
CS7N-670MB-AG	670 W	38.7 V	17.32 A	45.8 V	18.55 A	21.6%
Bifacial Gain**	5%	704 W	38.7 V	18.20 A	45.8 V	22.7%
	10%	737 W	38.7 V	19.05 A	45.8 V	23.7%
	20%	804 W	38.7 V	20.78 A	45.8 V	25.9%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	70 %

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A
CS7N-660MB-AG	495 W	35.9 V	13.79 A	42.9 V	14.89 A
CS7N-665MB-AG	499 W	36.1 V	13.83 A	43.1 V	14.93 A
CS7N-670MB-AG	502 W	36.3 V	13.85 A	43.3 V	14.96 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 33 mm (93.9 x 51.3 x 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length	410 mm (16.1 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-) or (Including Connector) customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada)

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

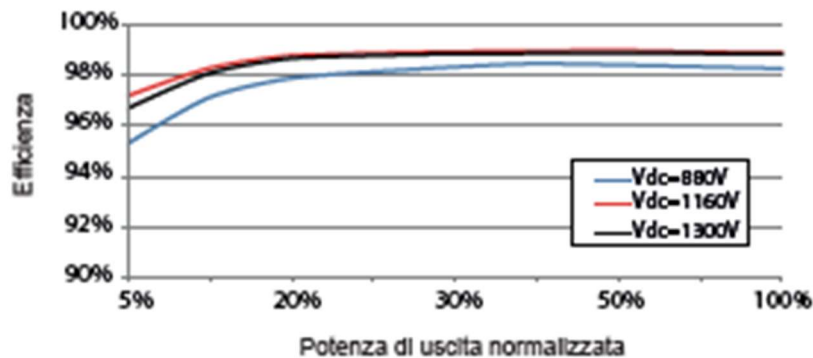


Figura 5: Caratteristiche salienti dell'inverter da 339 KW scelto

V. 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 campo.

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; 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°19 sezioni o sotto-campi ciascuno dei quali della potenza di 6.2 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.

VI. **Trasformatore**

Il complesso adibito alla conversione presenta delle cabine di trasformazione altrimenti dette cabine di campo, poste in modo baricentrico, per ciascun sotto-campo, con l'apposizione di quadri di campo, i quali, a loro volta, sono collegati ad un gruppo di conversione in corrente alternata.

Trasformatore trifase immerso in olio minerale

Type designation	MVS6400-LV
Transformer	
Transformer type	Oil immersed
Rated power	6400 kVA @ 40 °C
Max. power	7040 kVA @ 30 °C
Vector group	Dy11y11
LV / MV voltage	0.8 - 0.8 kV / 10 - 35 kV
Maximum input current at nominal voltage	2540 A * 2
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Tapping on HV	0, ±2*2.5%
Efficiency	≥99%
Cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Impedance	8% (±10%)
Oil type	Mineral oil (PCB free)
Winding material	Al (Option:Cu)
Insulation class	A
MV Switchgear	
Insulation type	SF6
Rate voltage	24 - 36 kV
Rate current	630 A
Internal arcing fault	IAC AFL 20kA/1s
Qty. of feeder	3 feeders
LV Panel	
Main switch specification	4000 A / 800 Vac / 3P, 2 pcs
Disconnecter specification	260 A / 800 Vac / 3P, 20 pcs
Fuse specification	400A / 800 Vac / 1P, 60 pcs
Protection	
AC input protection	FUSE+Disconnecter
Transformer protection	Oil-temperature, oil-level, oil-pressure
Relay protection	50/51, 50N/51N
LV overvoltage protection	AC Type II (optional: AC Type I + II)
General Data	
Dimensions (W*H*D)	6058*2896*2438 mm
Approximate weight	22 T
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Auxiliary power supply	5 kVA / 400 V (optional: max. 40 kVA)
Degree of protection	IP54
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 - 95 %
Operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)
Communication	Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber
Compliance	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, IEC 61439-1, EN50588-1

Figura 6: Caratteristiche trasformatore

VII. Cabina Di Consegna

La cabina di consegna dell'energia in MT è del tipo a pannelli prefabbricati in funzione delle dimensioni riportate negli elaborati grafici verrà assemblata sul posto. Essa è pensata per contenere anche le connessioni di più utenze, adiacenti al campo FV.

Ogni utente avrà a disposizione un locale privato appositamente dedicato all'alloggiamento delle celle MT, contenenti il Dispositivo Generale e la Protezione d'Interfaccia.

- ☯ Inoltre, conterrà le apparecchiature specifiche previste per i tre locali che la compongono:
 - Locale utente: - Quadro MT con all'interno il Dispositivo Generale e la Protezione d'Interfaccia (CEI 0- 16);
 - ☯ Locale misure - Contatori dell'energia scambiata
 - ☯ Locale del distributore di energia: - Le apparecchiature MT di proprietà del distributore stesso.

La cabina è dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice per tutti i locali, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 20kV, guanti di protezione 20kV, estintore ecc.).

Il sostegno dei circuiti ausiliari dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi di continuità (UPS) installati in loco.

La cabina di consegna viene allestita generalmente in prossimità dell'ingresso del campo fotovoltaico per convogliare l'energia prodotta dallo stesso e proveniente dalle varie cabine di campo di modo da facilitare poi il collegamento, mediante unico cavidotto interrato in MT, alla stazione utente 150/30 kV.

Il cavedio ospita in ingresso i cavi provenienti dalla cabina di trasformazione e in uscita quelli che si dirigono verso la stazione utente 150/30 kV.

All'interno della stessa sono allocati anche le celle di MT, il trasformatore MT/BT ausiliari, l'UPS, il rack dati, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione ed il QGBT ausiliari e il locale misure con i contatori dell'energia scambiata.

Nel dettaglio la cabina di consegna si compone di:

- ⊗ fabbricato con struttura portante in c.a.;
- ⊗ copertura a padiglione realizzato con coppi di argilla;
- ⊗ tamponatura perimetrale con muratura in laterizio a cassa vuota con elementi coibenti interposti non alterabili nel tempo;
- ⊗ divisione interna del fabbricato realizzata con mattoni forati in laterizi.

Il fabbricato viene intonacato e successivamente pitturato con colori chiari internamente ed esternamente.

VIII. Quadri MT

Ciascuna sezione dell'impianto è collegata alla linea elettrica, attraverso linea interrata, in entra-esce da ogni sezione di impianto mediante un collegamento di 1 cabina di trasformazione per una potenza totale di 6.2 MWp/cadauna, fino alla cabina di consegna, ubicata nei pressi dell'ingresso dell'impianto, da dove partirà la linea di consegna fino alla stazione utente di trasformazione MT/AT.

Per quanto attiene le linee di collegamento tra le diverse cabine di campo e la cabina di consegna, queste verranno poste in essere in cavo interrato alla tensione di 30kV, in modo da ridurre le perdite lungo il tracciato.

All'interno della cabina di consegna, ubicata nei pressi dell'accesso dell'impianto fotovoltaico, verranno posti i quadri di sezionamento e di protezione delle diverse sezioni di impianto. A partire dalla cabina di consegna del campo fotovoltaico e fino ad arrivare alla stazione utente/trasformazione MT/AT, posta nelle vicinanze della Stazione Elettrica (150/380 kV), sarà realizzato un cavidotto interrato con tensione di consegna a 30kV.

Una volta elevata la tensione da 30 KV a 150 KV, con l'ausilio del trasformatore, il progetto fotovoltaico in analisi, prevede che l'impianto venga collegato, in antenna a 150 kV sulla nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata "Raddusa 380 kV".

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.

Per il progetto in esame si prevedono n°19 sezioni o sotto-campi ciascuno dei quali della potenza di 6.2 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.

A ciascuna cabina, verranno collegate le varie linee in BT derivate dagli inverter di campo, che effettueranno la trasformazione della potenza da continua (prodotta dai pannelli fotovoltaici) in alternata. Gli inverter verranno ubicati ai margini della viabilità interna, così da porre in essere un solo cavidotto in BT di collegamento tra inverter e cabina di campo, minimizzando in materia rilevante il numero di cavidotti necessari. Sulle diverse linee di collegamento in BT di uscita dagli inverter, verranno posti i quadri di sotto-campo per il collegamento alle cabine di campo.

Tali inverter saranno posti nei pressi della viabilità interna, alloggiati su una struttura composta da due traverse ed una tettoia in legno o similare, sotto la quale saranno posti.

IX. Cavidotto per la trasmissione dell'energia prodotta per il controllo dell'impianto

I collegamenti interni all'impianto fotovoltaico, tra le varie cabine di campo e la cabina di consegna, verranno prodotte in cavo interrato, con tensione di esercizio di 30kV. Ogni sotto-campo, costituito da n. 1 cabina di campo, con annesso trasformatore da 7040 kVA, saranno collegati in parallelo, grazie a cavidotto interrato ad una profondità superiore a 1,30 m, lungo la viabilità interna del campo, alla cabina di consegna. Ciascuna linea deve riversare una potenza nominale di 6.2 MVA, prodotta dal trasformatore, con tensione di 30 kV.

La sezione adottabile per le linee potrà essere 150,0 mm² per le cabine più vicine mentre 185,0 mm² per quelle più distanti.

La lunghezza di ogni linea è legata al percorso stradale selezionato.

In cabina di consegna, nella quale perverranno i cavidotti di collegamento delle cabine di campo, una volta sezionati e protetti in cabina di consegna, dovranno collegare la stazione di campo con quella di utenza posta nelle vicinanze della Stazione Elettrica (150/380 kV).

Il cavidotto in questione verrà interrato ad una profondità di almeno 1,5 m e seguirà il tracciato contenuto nella planimetria, per una lunghezza totale di circa 10.5 Km.

La capacità che il cavo in analisi dovrà assicurare, tenendo presenti i 95'000 kV di potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, sarà data di 390 A circa, perciò la selezione indicativa più adatta è quella di 300 mmq.

Questo valore di corrente è risultato dal calcolo svolto tenendo conto della nullità delle perdite di conversione, di trasmissione, di collegamento, ed altro, dando per noto che il rendimento dell'impianto fotovoltaico è sempre minore al valore nominale di circa il 20%, con un abbassamento considerevole anche sulla corrente prodotta.

I cavidotti seguiranno i percorsi interrati indicati nelle tavole progettuali allegate al presente e presenteranno le caratteristiche progettuali ivi riportare.

Riferendoci a cavi interrati, l'impatto estetico dei cavidotti sarà, ovviamente, nullo.

I cavi saranno costituiti in alluminio ed avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- ☉ Designazione: ARG7H1RNR o ARG7H1RNRX;
- ☉ Conduttori a corda rotonda compatta di alluminio;
- ☉ Grado di isolamento: 18/30 kV;
- ☉ Sezione nominale R 300 mm²;
- ☉ Tensione nominale: 30 kV.

Dopo aver individuato la sezione commerciale del cavo, è stata svolta la verifica con il criterio termico, con la condizione che la massima densità di corrente (e quindi la massima sovratemperatura rispetto all'ambiente circostante) non superi valori prestabiliti di sicurezza. Sulla base dei valori limiti delle portate di corrente (I_z) stabiliti dai costruttori dei cavi nelle varie condizioni di posa, gli stessi non devono superare le correnti di impiego (I_b) calcolate in ogni tratto che costituisce il circuito elettrico:

$$I_z < I_b$$

Nell'effettuazione del calcolo delle sezioni dei cavi si è preso in considerazione anche il fattore economico, in modo da ridurre al minimo il volume dei conduttori e, di conseguenza, delle diverse sezioni delle linee.

X. Protezioni

Protezione dalle sovracorrenti

Verrà inoltre garantita la protezione contro le sovracorrenti, nel rispetto di quanto sancito dalla Norma CEI 64- 8. Nel dettaglio verrà assicurato il coordinamento tra i cavi e i dispositivi di massima corrente installati, secondo le regole che seguono:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2$$

Dove:

I_b = corrente di impiego del cavo

I_n = corrente nominale dell'interruttore

I_z = portata del cavo

I_{cc} = corrente di cortocircuito

t = tempo di intervento dell'interruttore

K = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo

S = sezione del cavo

Protezione contro i contatti diretti

Le diverse parti dell'impianto sono composte da sistemi di Categoria I. Non essendoci circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) e nemmeno a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione dai contatti diretti verrà garantita grazie all'isolamento totale delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che in quella alternata.

Protezione contro i contatti indiretti

Per quanto riguarda la protezione contro i contatti indiretti, essa verrà assicurata mediante l'adozione di:

- ⊕ messa a terra delle masse e delle masse estranee;

- ⊗ scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8.
- ⊗ ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra.

Nel dettaglio, il sistema rientra negli impianti di tipo “TN”, verranno installati interruttori differenziali in modo da garantire il rispetto della relazione nei tempi riportati in tabella I:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.

U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase - terra) in Volt.

$U_0(V)$	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tabella 1 - Tempi massimi di interruzione per sistemi TN

Al fine di minimizzare il pericolo di contatti pericolosi, il campo fotovoltaico lato corrente continua è riconducibile ad un sistema IT, ossia flottante da terra. La scissione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è sicuro grazie alla presenza del trasformatore BT/MT. Ciò facendo, per verificarsi un contatto pericoloso, si dovrebbe entrare in contatto nel, medesimo momento, con entrambe le polarità del campo. Il tocco casuale, anche con una sola delle polarità non comporta alcuna conseguenza, salvo che una delle polarità del campo non entri in contatto con la massa. Tuttavia, al fine di evitare codesta evenienza, ciascuno degli inverter verrà dotato di un sistema di captazione degli squilibri verso massa, che ne causa lo spegnimento all'istante, nonché l'avviamento di una segnalazione di allarme.

XI. Stazione Utente/Trasformazione 30/150 kV

Terna S.p.A. è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione.

La stessa ha fornito, in data 25/05/2023 Codice Pratica 201901767/201901768 alla committenza la soluzione tecnica minima generale (STMG) per consentire l'immissione alla rete elettrica nazionale. La proposta di soluzione avanzata da Terna e accettata dal proponente, prevede il collegamento in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV di una nuova stazione elettrica (SE) RTN 380/150 kV da inserire in entra - esce sulla futura linea RTN a 380 kV di cui al Piano di Sviluppo Terna, "Chiamonte Gulfi - Ciminna".

Il punto in cui l'impianto viene collegato alla rete elettrica viene definito normativamente "punto di connessione". Il punto di consegna è composto dal punto in cui termina l'impianto dell'utente ed inizia l'impianto di rete, e nel caso in questione coincide con la stazione elettrica di utenza/trasformazione 30/150 KV.

La stazione elettrica di utenza va quindi a formare anche l'interfaccia tra l'impianto di utenza e quello di rete.

Presso la stazione di utenza, verranno installati anche tutti i dispositivi di regolazione e controllo dell'energia immessa sulla rete e anche i sistemi di protezione degli impianti elettrici.

La composizione della stazione utente prevedrà una sezione a 150 kV e una sezione a 30kV.

La stessa è posta in essere sulla base della massima dell'impianto, e presenterà le seguenti componenti:

- ⊗ N° 1 montante di linea/trasformazione MT/AT, 30/150 KV composto dai seguenti dispositivi elettrici:
- ⊗ N° 1 trasformatore trifase di potenza 42-55 MVA, 150/30 kV, ONAF, provvisto di commutatore sotto carico lato AT;
- ⊗ N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco, 170 kV completi di conta scariche, installati sia a protezione del trasformatore di potenza e sia per il cavidotto in uscita interrato AT;
- ⊗ N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-1-1-1 A, 20 VA-0.2, 20 VA-0.5, 30 VA-5P20, 20 VA-5P20;
- ⊗ N° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi TVI per esterno, con rapporto 150000: Z 3 - 100: Z3 V, 10 VA cl. 0.2;

- ⊗ N° 1 interruttore tripolare, 170 kV;
- ⊗ N° 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi TV per esterno collegati sulle sbarre di parallelo, con rapporto 150000: Z3 - 100: Z3 - 100: Z3 - 100:3 V, 50 VACl.0.5, 50 VA-Cl.0.5, 50 VA-3P;
- ⊗ N° 1 sezionatore 170 kV;
- ⊗ N° 1 edificio comandi, costituito da container coibentato e contenente:
- ⊗ N° 1 trasformatore per servizi ausiliari MT/BT-potenza 50 kVA;
- ⊗ distribuzione ausiliaria C.A. e C.C. compresi di batterie composte;
- ⊗ impianto di illuminazione;
- ⊗ contatore per misure fiscali;
- ⊗ impianto di climatizzazione per i quadri MT/BT;
- ⊗ impianto di rilevazione incendio e antintrusione;
- ⊗ N° 4 torri faro.

Le tavole allegate al progetto contengono la pianta e la sezione dell'edificio.

L'alimentazione del trasformatore di potenza avverrà grazie al quadro elettrico MT di collegamento dell'elettrodotto interrato al parco fotovoltaico. Dopo essere stata modificata alla tensione di 150 kV, l'energia elettrica verrà espulsa in AT grazie ad un cavo interrato a 150 Kv fino a raggiungere la nuova Stazione Elettrica di smistamento a 380/150 kV della RTN, denominata "Raddusa 380 kV".

L'intero impianto con le apparecchiature installate risponderanno a quanto stabilito dalle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le caratteristiche più importanti sono le seguenti:

- ⊗ tensione massima: 170 kV;
- ⊗ tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV;
- ⊗ tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.

Interruttori tripolari in SF6:

- ⊗ corrente nominale: 2000 A;
- ⊗ potere di interruzione nominale in cto: 31,5 kA.

Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:

- ⊗ corrente nominale: 2000 A (non lame di terra);
- ⊗ corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.

Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:

- ☯ corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.

Trasformatori di corrente:

- ☯ rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A;
- ☯ corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale;
- ☯ corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- ☯ rapporto di trasformazione nominale: 150.000/1.73/100/1.73 V/V;
- ☯ le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

Sbarre:

- ☯ corrente nominale: 2000 A.

Trasformatore trifase in olio minerale:

- ☯ Tensione massima 170 kV;
- ☯ Frequenza 50 Hz;
- ☯ Rapporto di trasformazione 150/30 kV;
- ☯ Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV;
- ☯ Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV.

Tensione di corto circuito 22,5 %:

- ☯ Collegamento avvolgimento Primario Stella;
- ☯ Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo;
- ☯ Potenza in servizio continuo (ONAN-ONAF) 30-35 MVA;
- ☯ Peso del trasformatore completo 60 t.

Caratteristiche di massima dei componenti MT:

- ☯ tensione di esercizio nominale Vn 30 kV;
- ☯ tensione di isolamento nominale 36 kV;
- ☯ tensione di prova a 50 Hz 1 min 70 kV;

- ⊗ tensione di tenuta ad impulso 170 kV;
- ⊗ frequenza nominale 50 Hz;
- ⊗ corrente nominale in servizio continuo I_n 630 A;
- ⊗ corrente ammissibile di breve durata IK 16 kA;
- ⊗ corrente di cresta IP 2,5. IK;
- ⊗ temperatura di esercizio $-5 \div +40$ °C.

Interruttore a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m^3) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

Sezionatori verticali a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale trasversale (N)	600
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Trasformatore di corrente a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C _{pa} (pF)	≤(300+0,05 C _n)
- G _{pa} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/√3
Tensione nominale secondaria (V)	100/√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Scaricatori per tensione nominale a 150 Kv

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati