

Relazione descrittiva degli elementi tecnici e disciplinare prestazionale

Progetto definitivo

Impianto agrivoltaico "F-CHORI"

Comune di Lentini (SR)

Località "Pezza Grande"

N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
a	Prima emissione	Capital Engineering	Chorisia Solis	Coolbine	IT/FTV/F-CHORI/PDF/C/RT/007-a 20/01/2023 Giarre (CT) Via San Giuseppe, 3T chorisia.solis@pec.it

Ing. Vincenzo Massaro



Ing. Salvatore Li Vigni



Progetto di



Capital Engineering S.n.c.
Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo
info@capitalengineering.it

su incarico di



Coolbine S.r.L.
Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo
progettazione@coolbine.it



SOMMARIO

1. Premessa	4
2. Caratteristiche fisiche e tecniche dell'intervento	9
2.1. Componenti dell'impianto	9
2.1.1 Moduli fotovoltaici	9
2.1.2 Strutture di sostegno moduli fotovoltaici	10
2.1.3. Quadri di campo	11
2.1.4 Sistemi di cavi in corrente continue e in corrente alternata	12
2.1.5 PV Station	14
2.1.7 Cabina di Parallelo, Cabina di Trasformazione 30/36kV e Cabina Utente	17
2.1.8 Protezioni.....	19

1. Premessa

Il presente documento ha lo scopo di descrivere le caratteristiche tecniche dei componenti utilizzati per la realizzazione dell'impianto agrovoltaiico denominato "F-Chori", costituito da:

- **impianto fotovoltaico**, costituito da:
 - moduli fotovoltaici;
 - strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici ad inseguimento monoassiale (tracker);
 - opere civili, accessorie ed elettriche;
 - stazione meteorologica;
 - Combiners box;
 - PV Station contenenti ciascuna un inverter centralizzato, un trasformatore MT/BT, un quadro MT di protezione, un quadro BT di protezione, un trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari;
 - Cabina di Parallelo contenente il quadro MT di protezione, in cui si attesteranno le estremità terminali dei cavi MT in arrivo dalle singole PV Station e da cui partirà il cavidotto a 30kV per il collegamento alla Cabina di Trasformazione 30/36kV, il trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari e il quadro BT dei servizi ausiliari;
 - Cabina di Trasformazione 30/36kV contenente il trasformatore 30/36kV;
 - Cabina Utente contenente il quadro 36kV di protezione dell'impianto contenente i dispositivi di protezione CEI 0-16 e le apparecchiature di misura (AdM);
 - Cabina SCADA per il controllo e monitoraggio dell'impianto;
 - sistemi di cavi BT in corrente continua, interrati e in parte fuori terra, per il convogliamento dell'energia prodotta dai moduli fotovoltaici alle Combiner box e da queste agli inverter centralizzati contenuti nelle PV Station;
 - sistemi di cavi BT in corrente alternata, interrati e in parte fuori terra, per il convogliamento dell'energia elettrica in corrente alternata in uscita dagli inverter centralizzati ai rispettivi trasformatori MT/BT posti nelle stesse PV Station;
 - sistema di cavi interrati in media tensione a 30 kV per il collegamento di ciascuna delle PV Station alla Cabina di Parallelo e per il collegamento di quest'ultima cabina alla Cabina di Trasformazione 30/36kV;
 - sistema di cavi interrati a 36kV per il collegamento tra Cabina di Trasformazione 30/36kV e la Cabina Utente;
 - impianto di Utenza a cura del proponente composto da:

- Sistema di cavi interrato a 36kV di collegamento tra la Cabina Utente e la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV, avente lunghezza di circa 11,3km;
 - Impianto di Rete (a cura di Terna S.p.A.) come da soluzione tecnica proposta dal Gestore di Rete adeguata al nuovo standard di connessione alla RTN a 36kV e accettata formalmente in data 27/09/2022, che prevede la realizzazione di una nuova stazione (o stallo) arrivo produttore a 36kV della nuova Stazione Elettrica RTN 380/150/36 kV, da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 380 kV “Chiaromonte Gulfi – Paternò”.
- **attività agricola**, caratterizzata da:
- alberi di ulivo, ossia essenze arboree comunemente seminate in Sicilia, da coltivare lungo una fascia arborea perimetrale, anche detta area verde perimetrale, avente larghezza maggiore o uguale a 10 m. La fascia arborea perimetrale è stata prevista come azione mitigativa dell’impatto visivo dovuto all’installazione dei moduli fotovoltaici e delle loro opere accessorie ed elettriche, e per aumentare la superficie disponibile per l’attività agricola in sito;
 - attività vivaistica da destinare tra i filari delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici. In particolare le specie scelte per l’attività vivaistica sono:
 - *Chamaerops humilis*;
 - *Chamaerops humilis ‘Cerifera’*;
 - *Dasyllirion serratifolium*;
 - *Yucca gloriosa*;
 - Wildflowers da fare crescere sulla superficie al di sotto dei moduli fotovoltaici al fine di sviluppare l’attività di apicoltura in sito;
 - magazzini a supporto dell’attività agricola;
 - arnie a supporto dello sviluppo dell’attività di apicoltura.

Si riporta di seguito il layout di impianto su ortofoto:

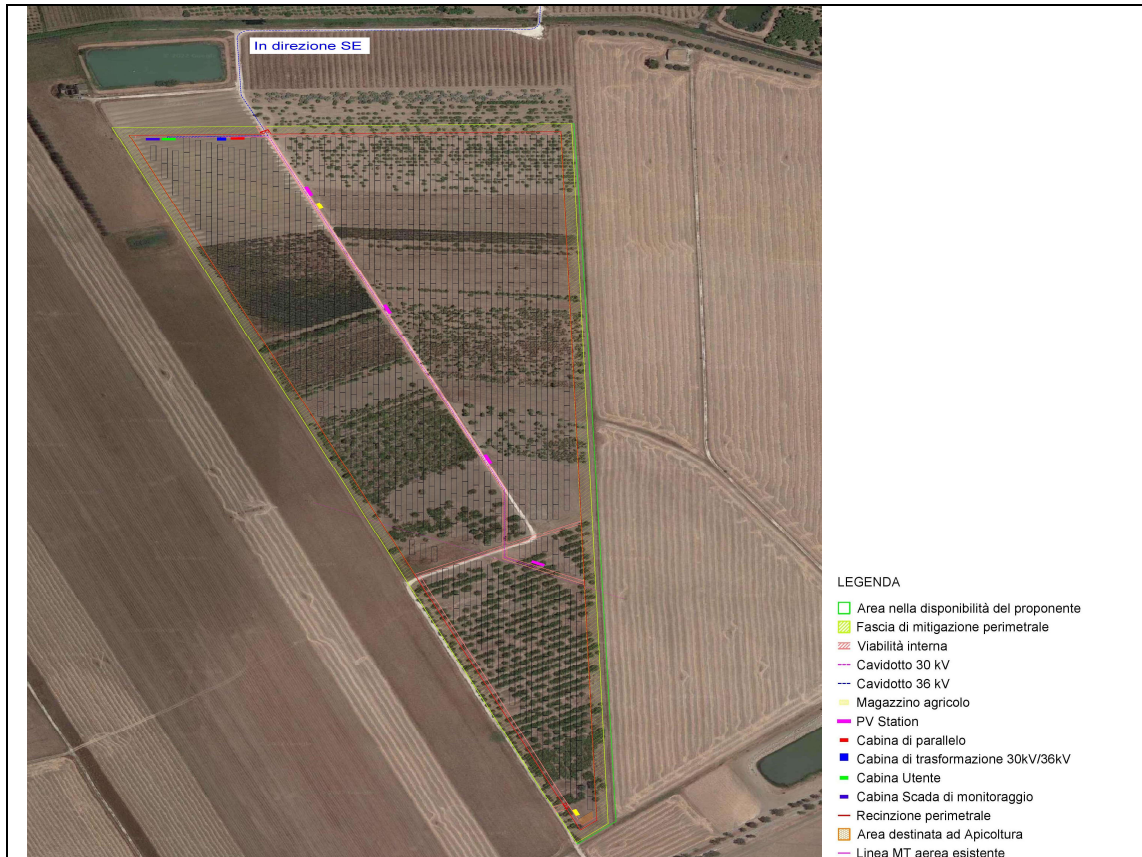


Figura 1.1 –Layout di impianto

I moduli fotovoltaici e le loro strutture di sostegno, le loro opere civili, accessorie e di connessione e la componente agronomica dell’impianto agrovoltaico saranno installati all’interno di un lotto di terreno nella disponibilità del proponente, ubicato in località “Pezza Grande” del comune di Lentini (SR). Tale lotto di terreno definisce l’area di installazione dell’impianto agrovoltaico F-Chori, di seguito denominata anche “area di impianto”).

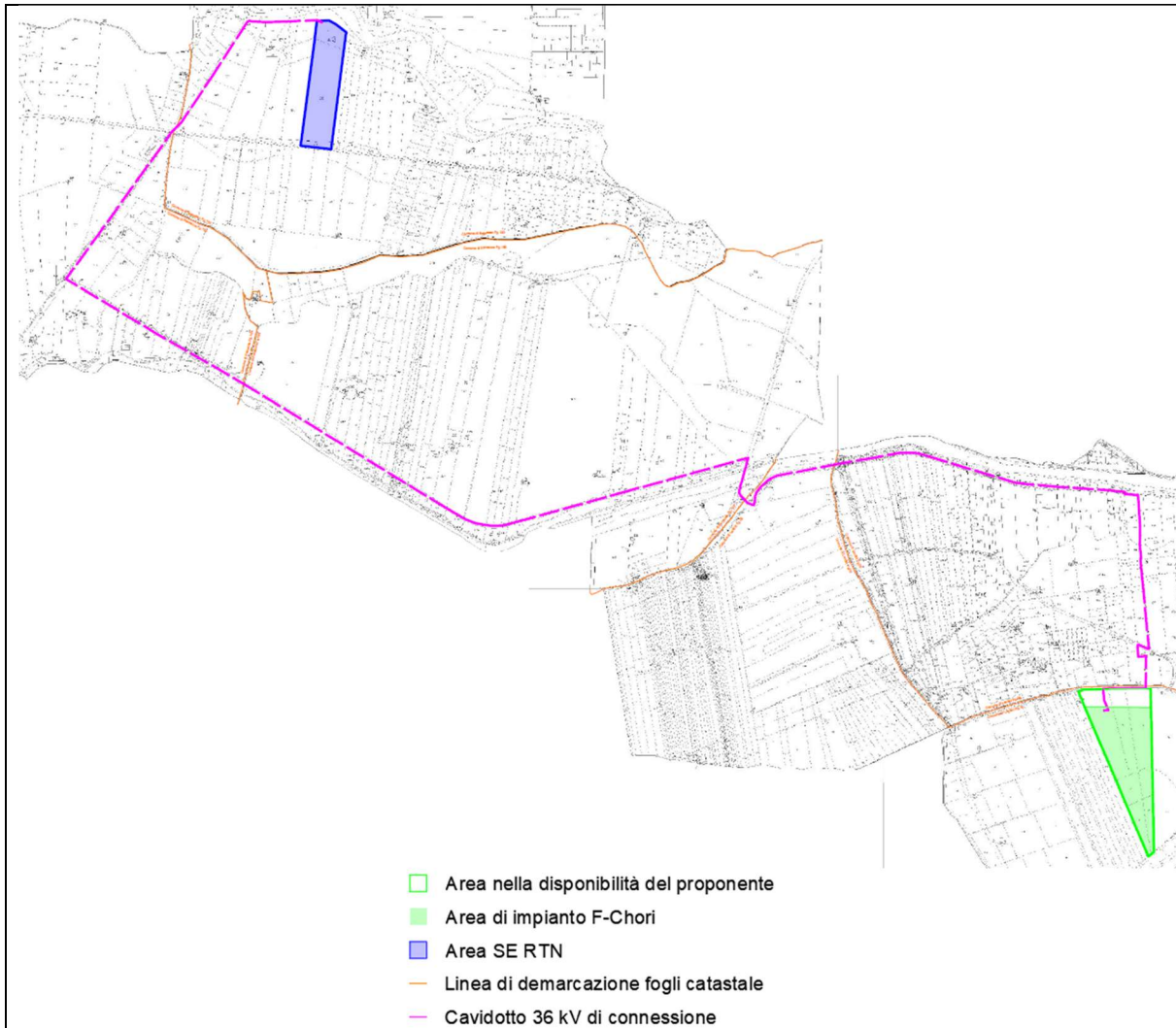


Figura 1.2 –Inquadramento su stralcio catastale

I dati di riferimento catastali e le coordinate dell'area di impianto sono mostrati nella seguente Tabella 1.1.

OGGETTO	Coordinate Geografiche	Comune	Fogli catastale	Particelle	Superficie [Ha]
Area di impianto F-Chori	37°22'52.96"N 14°54'27.09"E	Lentini	10	20, 21, 22, 23, 76, 77, 78	≈ 20,0

Tabella 1.1 - Informazioni geografiche e catastali

Nell'area di impianto del progetto agrovoltaico "F-Chori" saranno installate n. 804 strutture di sostegno Tracker, aventi configurazione 2x14 con moduli fotovoltaici di potenza pari a 670 Wp e tecnologia monocristallina, sviluppando così un impianto di potenza di picco pari a 15,1 MWp.

La distanza tra le strutture di sostegno è stata scelta in maniera tale da considerare l'orografia del terreno al fine di minimizzare l'ombreggiamento tra le file dei moduli fotovoltaici.

In ottemperanza alle procedure poste in essere, è stata sottoposta al gestore di rete Terna S.p.A., formale istanza di allacciamento alla RTN al fine di valutarne la fattibilità tecnica.

In data del 20/09/2022 e con Codice Pratica 202201008 è stata ottenuta da Terna S.p.A. la seguente Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), di cui si riporta di seguito un estratto (si veda l'elaborato di progetto "Preventivo di connessione, accettazione STMG").

La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 380 kV "Chiamonte Gulfi - Paternò".

A seguito della STMG ricevuta, il presente progetto definitivo prevede che l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici afferisca ad un sistema di quattro blocchi "PV Station", ciascuno costituito da un trasformatore MT/BT, un inverter centralizzato, un quadro MT di protezione, un trasformatore BT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari, e un quadro BT di protezione.

Tramite le PV Station, l'energia in corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici viene convertita in corrente alternata e trasformata al livello di tensione di 30kV. Ogni PV Station sarà collegata tramite un proprio cavidotto MT interrato a 30kV alla Cabina di Parallelo, per convogliare a questa l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici. Dalla Cabina di Parallelo, tramite un breve tratto di cavidotto interrato MT 30 kV, l'energia dell'intero campo fotovoltaico sarà convogliata alla Cabina di Trasformazione 30/36kV, nella quale avverrà l'innalzamento della tensione da 30 kV a 36 kV. Dalla Cabina di Trasformazione 30/36 kV, l'energia prodotta a 36kV verrà consegnata alla Cabina Utente.

Infine, dalla Cabina Utente tramite un cavidotto a 36 kV l'energia prodotta dalla componente fotovoltaica dell'impianto F-Chori verrà convogliata alla sezione 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) 380/150/36kV della RTN (per maggiori dettagli sui vari collegamenti si vedano gli elaborati "Relazione Tecnica Elettrica", "Relazione di Calcolo Linee Elettriche" e gli elaborati grafici di progetto "Inquadramento su Ortofoto", "Planimetria Generale Impianto e "Schema Elettrico Unifilare").

2. Caratteristiche fisiche e tecniche dell'intervento

2.1. Componenti dell'impianto

Gli elementi principali costituenti l'impianto fotovoltaico sono:

- Moduli fotovoltaici;
- Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici ad inseguimento monoassiale (Tracker);
- Quadri di campo;
- Sistemi di cavi in corrente continua e in corrente alternata;
- PV Station;
- Cabina di Parallelo, Cabina di Trasformazione 30/36kV e Cabina Utente;
- Protezioni

2.1.1 Moduli fotovoltaici

I moduli previsti per la realizzazione del generatore fotovoltaico hanno potenza nominale pari a 670 Wp e sono di tipo monocristallino da 132 celle (le misurazioni sono state eseguite in condizioni standard ovvero 1000 W/m², 25°C, AM 1,5) - Figura 2.1. Sul prodotto è prevista la garanzia di 12 anni ed è realizzato con celle ad alta efficienza.

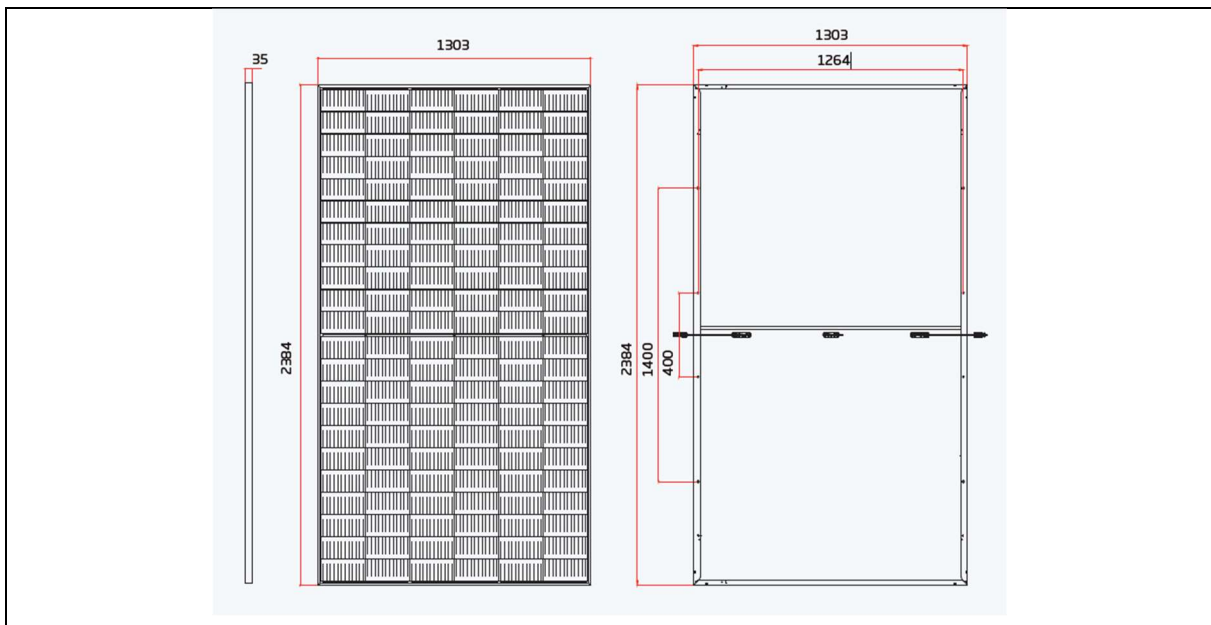


Figura 2.1: Modulo FV 670 Wp con dimensioni 2384x1303x35 mm m

Caratteristiche elettriche

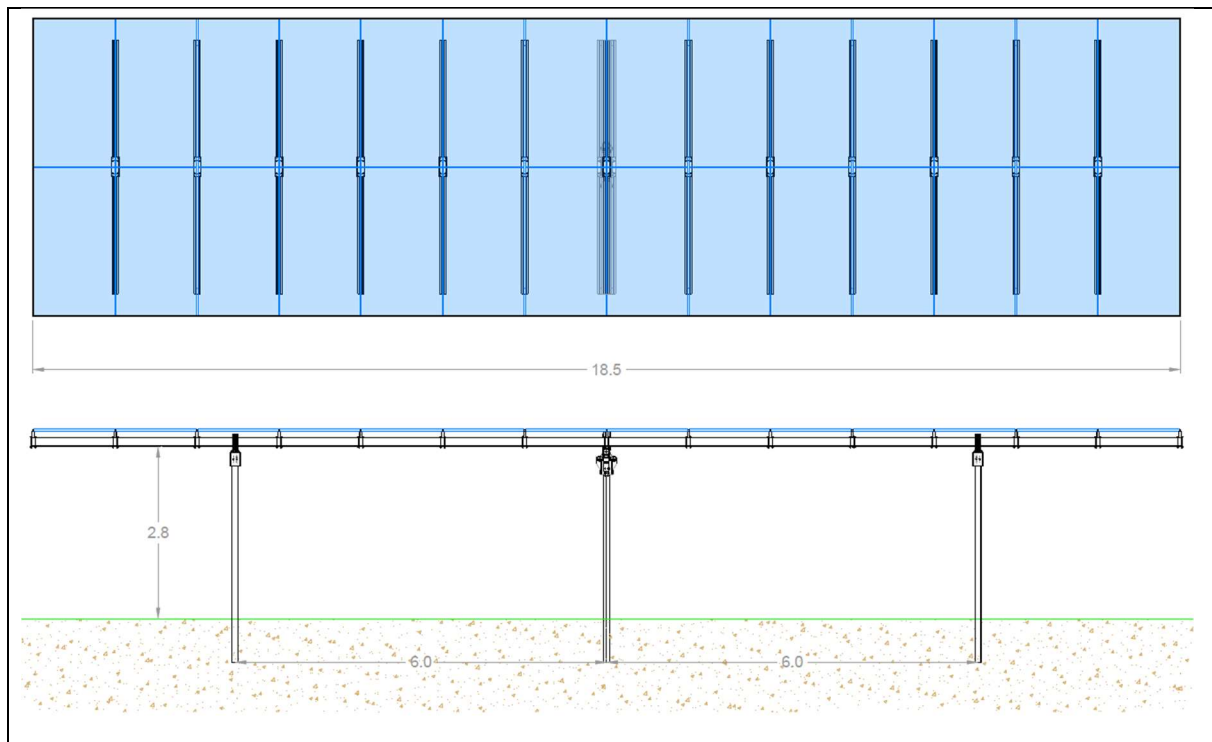
Potenza elettrica nominale	670 Wp
Tolleranza rispetto alla Pmax	0 ~ +5 %
Tensione a circuito aperto Voc	46.1 V
Tensione al punto di massima potenza Vmpp	38.2 V
Corrente di cortocircuito Isc	18.62 A

Corrente al punto di massima potenza I_{mpp}	17.55 A
Dimensione esterne	2384×1303×35 mm mm
Peso	33.9 kg
Tensione massima di lavoro	1500 Vdc
Massima corrente inversa I_r	30 A
Carico massimo – (vento/neve)	5400 Pa
J-Box	IP68 rated
Vetro Temprato trasparente	3.2 mm
Incapsulante EVA – etilvinilacetato	
Cornice Profilo	in alluminio anodizzato
Cavi e connettori	MC4 EV02/TS4

Tabella 2.1 – Caratteristiche Moduli Fotovoltaici

2.1.2 Strutture di sostegno moduli fotovoltaici

L’impianto agrovoltaiico in progetto prevede l’installazione di strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici ad inseguimento monoassiale (tracker) in configurazione 2x14 moduli. Tali strutture sono disposte in direzione Nord-Sud su file parallele aventi distanza interasse fissa di circa 10 m, al fine di ridurre gli effetti degli ombreggiamenti tra una fila di strutture e l’altra. Si tratta di strutture metalliche, i cui pali di sostegno saranno direttamente infissi sul terreno. In particolare, la struttura metallica di sostegno prevista avrà dimensioni indicative di circa 18,5 m di lunghezza e circa 4,8 m di larghezza, con inclinazione variabile sull’orizzontale di $\pm 50^\circ$. L’altezza media della struttura rispetto al piano campagna sarà di 2,80 m circa.



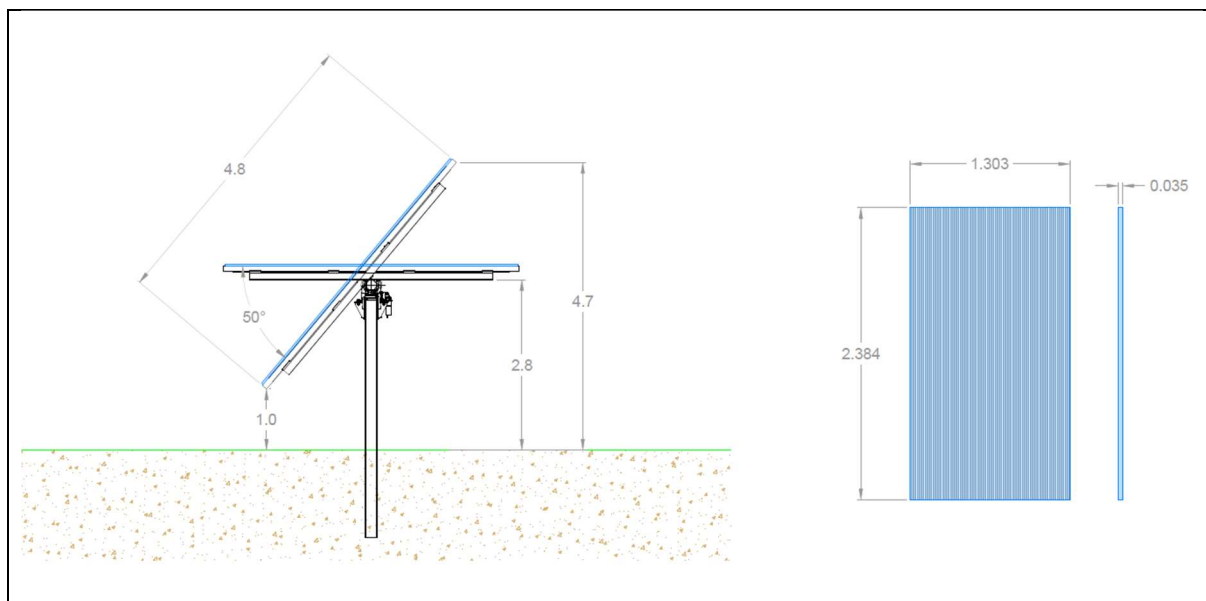


Figura 2.2 — Strutture di sostegno 2x14

Il calcolo strutturale relativo a tali strutture di sostegno utilizzate nella presente fase di progettazione definitiva è stato effettuato tenendo conto dei parametri geotecnici del sito, delle azioni di carico agenti sulle strutture in funzione dell'inquadramento territoriale e delle caratteristiche stesse delle opere da realizzare (si veda l'elaborato di progetto "Relazione di calcolo opere civili).

Si specifica che la tipologia delle strutture di sostegno da installare in sito saranno definite in fase di progettazione esecutiva

Per visualizzare il tipico delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici si veda l'elaborato grafico di progetto "Particolare strutture di sostegno e moduli fotovoltaici".

2.1.3. Quadri di campo

Nell'impianto oggetto del presente progetto definitivo, i moduli fotovoltaici in numero pari a 28 saranno connessi in serie a formare una stringa. I terminali, positivi e negativi, di ciascuna stringa saranno poi collegati ai quadri di campo (combiner box). Ad ogni combiner box, si prevede che saranno collegati gruppi di 9 o 10 stringhe, in funzione del matching con il rispettivo inverter.

Le combiner box saranno installate all'esterno e in posizione la più baricentrica possibile rispetto alle stringhe collegate, compatibilmente con la specificità delle singole sezioni del layout adottato. Complessivamente, si prevede un numero di 84 combiner box, che a gruppi di 14, 23 o 24 saranno collegata agli inverter centralizzati di riferimento.

In questa fase di progettazione definitiva si prevede di utilizzare delle combiner box aventi le caratteristiche riportate nella seguente figura:

Technical data					
Type code	SB 1215	SB 1615	SB 2015	SB 2415	SB 3215
Combiner box	YVD.F1001.0	IA0.598.116	IA0.598.120	IA0.598.124	IA0.598.132
Max voltage (V _{dc})	1.500 V				
N° of DC+ Input	12	16	20	24	32
N° of DC- Input	12	16	20	24	32
Max. input short-circuit current (I _{sc} STC) ¹⁾	12,5 A				
Max. output short-circuit current (I _{sc} STC)	200 A				
Rated output current ²⁾	360 A				
SPD protection	SPD Type II 15 kA / 40 kA				
Housing					
Case	GRP (Glass fiber reinforced polyester)				
Door / Opening angle / Lock	Blind / > 120° / Standard				
Housing Dimensions (WxDxH mm)	550x270x650				818x325x822
Weight	22 kg	22 kg	24 kg	26 kg	36 kg
External protection degree	IP65				
Open door protection degree	IP20				
Safety class	Class II				
Colour	RAL 7035				
Environmental data					
Operating temperature	-20° C / +50° C (The cabinet must be kept constantly in the shade)***)				
Storage	-25° C / +60° C				
Height above the sea ¹⁾	up to 4.000 m				
Humidity	0-95% (no-condensing)				
DC input					
Input cable entry	Cable gland				
Input connection	Directly on fuse holder				
Conductor cross section	4 - 6 mm ²				
Fuse Type	10x85 - gPV Type curve				
Fuse size (A _{dc}) ^{***)}	Up to 20 A ²⁾				
N° fuse	24	32	40	48	64
DC Output					
Output cable gland ¹⁾	nr 1 PG per pole				
Clamping Area	17-38 mm				
Conductor material	Cu or Al				
Terminal type	Copper bus-bar with M12 screw				
Voltage DC switch	1.500 V _{dc}				
Current DC switch (DC-21B) ¹⁾	400 A		315 A	400 A	630 A

Figura 2.3 – Specifiche Tecniche Combiner Box

Nelle combiner box, ogni ingresso lato corrente continua sarà dotato di fusibile per la protezione dei cavi di cavi di stringa.

2.1.4 Sistemi di cavi in corrente continue e in corrente alternata

Nell'impianto F-Chori, oggetto del presente progetto definitivo, sono previste le seguenti tipologie di cavi:

- Cavi in corrente continua, che a loro volta possono essere suddivisi in:
 - Cavi di stringa;
 - Cavi di collegamento tra le singole stringhe e le combiner box;
 - Cavi di collegamento tra le singole combiner box e i rispettivi inverter centralizzati;

- Cavi in corrente alternata, che a loro volta possono essere suddivisi in:
 - Cavi BT di collegamento tra ogni inverter centralizzato e il trasformatore MT/BT di riferimento;
 - Cavi BT per i circuiti di servizi ausiliari;
 - Cavi MT a 30 kV per il collegamento delle PV Station alla Cabina di Parallelo;
 - Cavi MT a 30kV per il collegamento della Cabina di Parallelo con la Cabina di Trasformazione Utente 30/36kV;
 - Cavi a 36kV per il collegamento della Cabina di Trasformazione 30/36kV con la Cabina Utente;
 - Cavi a 36kV per il collegamento della Cabina Utente con la sezione a 36 kV della Stazione Elettrica della RTN 380/220/36kV.

In ciascuna stringa i moduli sono collegati in serie, con i terminali positivi e negativi di ognuna di esse collegati ad un quadro elettrico di campo per il parallelo lato corrente continua (Combiner box). Per i cavi di stringa e per i cavi di collegamento delle singole stringhe con la combiner box di riferimento si ipotizza di utilizzare dei cavi di tipo solare di sezione pari a 6mmq.

Le stringhe, a gruppi di 8 o 10 saranno collegate alle Combiner box. Queste saranno installate all'esterno e in posizione la più baricentrica possibile rispetto alle stringhe collegate, compatibilmente con le specificità delle singole sezioni del layout adottato. Le Combiner box, a gruppi di 14, 23 o 24, saranno collegate agli inverter centralizzati di riferimento, contenuti nelle PV Station.

I cavi per il collegamento di ogni combiner box al rispettivo inverter centralizzato saranno di tipo FG16R16 - 0,6/1kV di sezione pari a 185mmq.

L'impianto fotovoltaico sarà suddiviso in 4 sottocampi facenti capo ad altrettante PV Station. Ogni PV Station sarà collegata, tramite un proprio sistema di cavidotti MT interrato a 30 kV, alla Cabina di Parallelo. Si prevede che i cavi per realizzare i collegamenti tra ciascuna PV Station e la Cabina di Parallelo saranno di tipo RG7H1R 18/30kV di sezione pari a 70mmq.

La Cabina di Parallelo sarà collegata a sua volta alla Cabina di Trasformazione 30/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato a 30kV, di lunghezza pari a circa 30 metri, di tipo RG7H1R – 18/30 kV di sezione pari a 240mmq.

La Cabina di Trasformazione 30/36kV sarà collegata alla Cabina Utente tramite un tratto di cavidotto a 36kV interrato di tipo RG7H1R 30/36kV di sezione pari a 240mmq.

Infine, la Cabina Utente sarà collegata alla sezione a 36kV della nuova Stazione Elettrica della RTN 380/220/36kV tramite un cavidotto interrato di lunghezza pari a circa 11,3 km, di tipo RG7H1R -30/36kV di sezione pari a 240mmq.

Si precisa che, ad eccezione dei cavi di stringa, tutti i sistemi di cavi saranno interrati ad una profondità di almeno 1,30 m, lungo la viabilità interna all'impianto per i cavi di collegamento interni e lungo la viabilità esistente per il cavidotto di collegamento alla stazione elettrica della RTN.

2.1.5 PV Station

La conversione della corrente da continua in alternata sarà realizzata mediante n.4 PV Station, ciascuna delle quali composta da un inverter centralizzato, un trasformatore MT/BT di potenza, un quadro di protezione MT, un trasformatore BT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari e un quadro di protezione BT dei circuiti dei servizi ausiliari.

In particolare in questa fase di progettazione definitiva sono previste n.3 PV Station tipo FIMER PVS-980-CS 4.3MW con potenza pari a 4.3 MVA e n.1 PV Station tipo FIMER PVS-980-CS-2.1MW con potenza pari a 2.1MW, distribuite in modo da suddividere il campo fotovoltaico in n.4 sottocampi. Per maggiori dettagli si veda l'elaborato grafico di progetto "Schema Elettrico Unifilare".

Gli inverter contenuti nelle PV Station presentano un'efficienza massima del 99% (corrispondente al 98,70% di efficienza europea), con un MPPT indipendente, in grado di ridurre le perdite per mismatching delle stringhe. Il grado di protezione IP 68 è adatto per esterno e dotato di raffreddamento naturale.

L'energia derivata dalla trasformazione dell'irraggiamento solare verrà trasformata da continua in alternata mediante l'impiego di macchine statiche, appunto l'inverter, necessarie a realizzare la trasformazione dell'energia prodotta da CC in CA ed eseguire, in automatico, il parallelo con la rete adeguando i propri parametri a quelli di rete, indipendentemente dalla quantità di energia prodotta e dalle condizioni meteo, per la successiva immissione nella rete elettrica.

La scelta dell'inverter per i sistemi fotovoltaici avviene in funzione del migliore compromesso raggiungibile nell'accoppiamento tra i moduli fotovoltaici ed il dispositivo di conversione della potenza da CC in CA (l'inverter appunto).

I gruppi di conversione scelti sono dotati di un insieme di componenti, quali filtri, dispositivi di sezionamento, di protezione e di controllo - che li rendono idonei per la trasformazione della potenza prodotta dal generatore fotovoltaico e successiva immissione in rete - in quanto rispondenti ai requisiti normativi e tecnici in vigore poiché permetteranno di ridurre i costi di installazione, i materiali accessori e garantiranno maggiore sicurezza grazie al monitoraggio continuo, di cui sono dotati, secondo le norme CEI di riferimento applicabili.

Nell'impianto saranno presenti tensioni aventi caratteristiche e parametri differenti, in particolare in corrispondenza dell'uscita delle varie stringhe con un valore prossimo a 1371,5 Vcc, quindi operante in bassa tensione (essendo 1500 Vcc il limite normativo), quindi a seguito della conversione eseguita dagli inverter, la tensione sarà pari a 600 o 630 V in corrente alternata, in funzione del tipo di PV Station considerata.

Tutti gli inverter all'interno delle PV Station sono dotati di sistema per seguire il punto di massima potenza dell'ingresso corrispondente alla/e stringhe su ciascun ingresso indipendente della curva caratteristica I-V (ovvero la funzione MPPT) e costruire l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori assimilabili migliorando al contempo l'efficienza di conversione in funzione dei dati di ingresso dovuti all'irraggiamento solare.

Technical data and type				
Type code	4.3MVA	4.6MVA	4.8MVA	5.0MVA
Maximum rating in kVA	4348	4565	4782	5000
Inverter				
Inverter	PVS980-58, 4.3-5MVA			
Maximum operating DC input voltage	1500 V			
Number of inverters	1	1	1	1
Number of independent MPPT	1	1	1	1
MPPT range @ 25° C in V	850-1350	893-1350	935-1350	978-1350
MPPT range @ 35° C in V	850-1250	893-1250	935-1250	978-1250
MPPT range @ 50° C in V	850-1100	893-1100	935-1100	978-1100
AC output voltage	600 V	630 V	660 V	690 V
MV transformer				
Transformer type	Oil immersed (ONAN)			
AC Power @ 25° C in kVA	4343	4565	4782	5000
AC Power @ 35° C in kVA	4229	4441	4652	4864
AC Power @ 50° C in kVA	3845	4037	4229	4421
Number of secondary windings	1	1	1	1
Low voltage level	600 V	630 V	660 V	690 V
Medium voltage level range	≤ 36 kV			
Rated frequency	50Hz or 60 Hz			
Oil type	Mineral (vegetable optional)			
Tap changer	± 2 x 2.5%			
Winding material (primary / secondary)	Al / Al			
Eco efficiency optional	Yes			
MV switchgear				
Switchgear type	SF6-insulated			
Rated current	630 A			
Configuration	Single (CV) or double feeder (CCV)			
Protection (up to 24 kV / up to 36 kV)	Circuit breaker (16 kA or 20 kA / 20 kA or 25 kA)			
Protection relay type	RE/603 (others on request)			
Motorized optional	Yes			
Auxiliary supply				
Auxiliary transformer power	10 kVA (higher on request)			
Auxiliary transformer primary voltage level	600 V	630 V	660 V	690 V
Auxiliary transformer secondary voltage level	400-230 V			
Low voltage distribution panel for auxiliary functions	Yes			
Mechanical characteristics				
Transport dimensions (length x width x height) in mm	11850 x 2150 x 2570 (40ft HC container dimension)			
Weight approx. in ton	24			
Environmental				
Operating temperature range	-20° C ... +50° C			
Operating altitude range	≤ 2000 m			
Relative humidity (non-condensing)	≤ 95%			
Environmental protection rating	IP 54 (IP 55 for inverter)			
Painting corrosion protection	C4			
Product compliance				
Conformity	IEC 60364, IEC 61936-1, IEC 60502-1			
Grid support	Reactive power compensation (also at night), power reduction, LVRT, HVRT, FgRT			

Technical data and type								
Type code	2.0MVA	2.1MVA	2.2MVA	2.3MVA	4.0MVA	4.2MVA	4.4MVA	4.6MVA
Maximum rating in kVA	2000	2100	2200	2300	4000	4200	4400	4600
Inverter								
Inverter	PVS980-58, 2.0 - 2.3MVA							
Maximum operating DC input voltage	1500 V							
Number of inverters	1	1	1	1	2	2	2	2
Number of independent MPPT	1	1	1	1	2	2	2	2
MPPT range @ 35° C in V	850-1500	893-1500	935-1500	978-1500	850-1500	893-1500	935-1500	978-1500
MPPT range @ 50° C in V	850-1100	893-1100	935-1100	978-1100	850-1100	893-1100	935-1100	978-1100
AC output voltage	600 V	630 V	660 V	690 V	600 V	630 V	660 V	690 V
MV transformer								
Transformer type	Oil immersed (ONAN)							
AC Power @ 35° C in kVA	2000	2100	2200	2300	4000	4200	4400	4600
AC Power @ 50° C in kVA	1818	1909	2000	2091	3636	3818	4000	4182
Number of secondary windings	1	1	1	1	2	2	2	2
Low voltage level	600 V	630 V	660 V	690 V	600 V	630 V	660 V	690 V
Medium voltage level range	≤ 36 kV							
Rated frequency	50Hz or 60 Hz							
Oil type	Mineral (vegetable optional)							
Tap changer	± 2 x 2.5%							
Winding material (primary / secondary)	Al / Al							
Eco efficiency optional	Yes							
MV switchgear								
Switchgear type	SF6-insulated							
Rated current	630 A							
Configuration	Single (CV) or double feeder (CCV)							
Protection (up to 24 kV / up to 36 kV)	Circuit breaker (16 kA or 20 kA / 20 kA or 25 kA)							
Protection relay type	REI603 (others on request)							
Motorized optional	Yes							

Figura 2.4: Caratteristiche tecniche delle PV Station

La configurazione dell'inverter permette di collegare ciascuna stringa ad un ingresso indipendente, i quali sono dotati di sezionatori "DC Switch Box" e di SPD, scaricatori di sovratensione, oltre che di un filtro di protezione da armoniche, già integrati nell'inverter.

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

In sintesi, l'impianto sarà suddiviso in n. 4 sottocampi facenti capo alla rispettiva PV Station. Sono state considerati due modelli di PV Station, n. 3 PV Station tipo PVS980-CS 4,3 MVA e n. 1 PV Station tipo PVS980-CS 2,1 MVA (o similari), aventi specifiche tecniche differenti tra loro, ciascuna delle quali contenente n. 1 inverter aventi taglie di riferimento rispettivamente di 4348 kVA e di 2100 kVA a singolo MPPT e n. 1 trasformatore BT/MT (0,6/30 kV) e BT/MT (0,63/30 kV) rispettivamente da 4343 (PVS980-CS 4,3 MVA) e 2100 kVA (PVS980-CS 2,1 MVA).

Gli inverter all'interno delle PV Station saranno con uscita lato CA collegata ad un interruttore automatico BT, a valle del quale sarà installato il trasformatore BT/MT e in trasformatore BT/BT 0,4/0,6 kV e 0,4/0,63 kV per

l'alimentazione dei servizi ausiliari delle PV Station e del sottocampo fotovoltaico di riferimento. (si vedano gli elaborati di progetto "Relazione Tecnica Elettrica" e "Schema Elettrico Unifilare").

A valle dell'interruttore automatico BT, si avrà il collegamento con il trasformatore elevatore utilizzato per elevare il livello di tensione da 600V/630V a 30kV.

PVS980-CS 4,3 MVA								
MV transformer								
Transformer type	Oil immersed (ONAN)							
AC Power @ 25° C in kVA	4343	4565	4782	5000				
AC Power @ 35° C in kVA	4229	4441	4652	4864				
AC Power @ 50° C in kVA	3845	4037	4229	4421				
Number of secondary windings	1	1	1	1				
Low voltage level	600 V	630 V	660 V	690 V				
Medium voltage level range	≤ 36 kV							
Rated frequency	50Hz or 60 Hz							
Oil type	Mineral (vegetable optional)							
Tap changer	± 2 x 2.5%							
Winding material (primary / secondary)	Al / Al							
Eco efficiency optional	Yes							
PVS980-CS 2,1 MVA								
MV transformer								
Transformer type	Oil immersed (ONAN)							
AC Power @ 35° C in kVA	2000	2100	2200	2300	4000	4200	4400	4600
AC Power @ 50° C in kVA	1818	1909	2000	2091	3636	3818	4000	4182
Number of secondary windings	1	1	1	1	2	2	2	2
Low voltage level	600 V	630 V	660 V	690 V	600 V	630 V	660 V	690 V
Medium voltage level range	≤ 36 kV							
Rated frequency	50Hz or 60 Hz							
Oil type	Mineral (vegetable optional)							
Tap changer	± 2 x 2.5%							
Winding material (primary / secondary)	Al / Al							
Eco efficiency optional	Yes							

Figura 2.5: Caratteristiche tecniche del trasformatore

2.1.7 Cabina di Parallelo, Cabina di Trasformazione 30/36kV e Cabina Utente

L'energia prodotta dal campo fotovoltaico in corrente continua, trasformata in corrente alternata al valore di tensione di 30kV tramite le PV Station, attraverso un sistema di cavidotti MT sarà convogliata alla Cabina di Parallelo. In questa cabina è previsto:

- un quadro MT di protezione costituito da quattro scomparti MT per la protezione delle linee da ciascuna PV Station, uno scomparto MT di protezione della linea MT in partenza verso la Cabina di Trasformazione 30/36kV, uno scomparto MT di protezione per il trasformatore dei servizi ausiliari MT e uno scomparto dedicato alla colonna misura.

Gli scomparti posti a protezione delle linee in arrivo e in partenza dalla Cabina di Parallelo saranno dotati di interruttori automatici MT asserviti a relè di protezione di massima corrente di fase (51) per le

- sovracorrenti di fase, relè di massima corrente omopolare (51N) per la rimozione dei guasti a terra, relè di protezione di massima corrente istantanea (50) e relè di massima corrente direzionale (67);
- un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari della stessa Cabina di Parallelo, della Cabina di Trasformazione 30/36kV e della Cabina Utente, di potenza nominale pari a 50kVA e rapporto di trasformazione 0,4/30kV;
 - un quadro BT di protezione dei circuiti a servizio dei circuiti ausiliari;
 - sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto.

L'energia raccolta dalla Cabina di Parallelo, sarà convogliata tramite un sistema di cavidotti MT a 30kV alla Cabina di Trasformazione 30/36 kV. Questa cabina conterrà il trasformatore 30/36 kV di taglia ipotizzata pari a 20MVA per l'innalzamento della tensione da 30 kV a 36kV e tensione di cortocircuito pari a 13%.

Dalla Cabina di Trasformazione 30/36kV tramite cavidotto interrato a 36kV, l'energia sarà convogliata alla Cabina Utente. Questa cabina sarà costituita da:

- un quadro a 36kV di protezione in cui sarà presente lo scomparto per la protezione della linea in arrivo dalla Cabina di Trasformazione 30/36kV, uno scomparto dedicato al sistema di protezione generale e d'interfaccia (interruttore automatico asservito ai relè di protezione generale e di interfaccia), uno scomparto dedicato alla colonna misure e uno scomparto per la risalita dei cavi della linea in partenza verso la sezione a 36kV della nuova stazione elettrica 380/150/36kV della RTN.

Il relè di protezione di interfaccia sarà dotato con le protezioni di massima tensione istantanea seconda soglia (59.S2) e in media mobile prima soglia (59.S1), minima tensione istantanea prima soglia (27.S1) e minima tensione istantanea seconda soglia (27.S2), massima frequenza prima soglia (81>.S1) e massima frequenza seconda soglia (81>.S2), minima frequenza prima soglia (81<.S1) e minima frequenza seconda soglia (81<.S2).

Il relè dedicato al sistema di protezione generale sarà dotato con le protezioni di massima corrente di fase (51) per le sovracorrenti di fase, massima corrente omopolare (51N) per la rimozione dei guasti a terra e relè di massima corrente direzionale (67N);

L'interruttore automatico asservito ai relè di protezione generale e d'interfaccia sarà a riarmo automatico e motorizzato;

- il gruppo di misura (AdM) dedicato alla misura dell'energia immessa e prelevata dalla rete.

2.1.8 Protezioni

- Protezione dalle sovracorrenti e dai cortocircuiti

La protezione contro le sovracorrenti sarà assicurata secondo le prescrizioni della Norma CEI 64- 8. In particolare sarà assicurato il coordinamento tra i cavi e i dispositivi di massima corrente installati, secondo le seguenti regole:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

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 varie sezioni dell'impianto sono costituite da sistemi di Categoria I. Non essendo presenti circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) né a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento completo delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che per quella in corrente alternata.

- Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante:

- 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.

In particolare, l'impianto rientra nei sistemi di tipo "TN", saranno installati interruttori differenziali tali da garantire il rispetto della seguente 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.

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico, lato corrente continua, è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantito dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità ogni inverter sarà munito di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.