



COMUNE DI SPINAZZOLA

PROVINCIA DI BARLETTA ANDRIA TRANI

REGIONE PUGLIA

COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA

PROVINCIA DI POTENZA

REGIONE BASILICATA

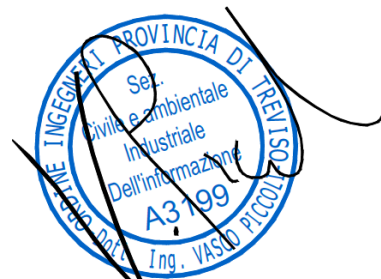
IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO "SAVINETTA" CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO P=20'659.86 kWp E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20'000 kW, DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN E PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Proponente

SOLAR ENERGY DIECI S.R.L.

VIA LUIGI GALVANI, 33 - 39100 BOLZANO
C.F. - P.I. - REGISTRO IMPRESE 03058400213
PEC: solareenergydieci.srl@legalmail.it

Progettazione



Preparato
Dario Bertani

Verificato
Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato
Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Codice Autorizzazione Unica A3EBD54

Titolo elaborato

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "SAVINETTA" DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

Elaborato N.

1DIS

Data emissione

06/08/21

Nome file

DISCIPLINARE

N. Progetto

SOL027

Pagina

COVER

00

06/08/21

PRIMA EMISSIONE

REV.

DATA

DESCRIZIONE

Sommario

1	Premessa	3
1.1	Inquadramento Generale	3
2	Apparecchiature Corrente Continua	4
2.1	Moduli Fotovoltaici.....	4
2.2	Strutture di Sostegno.....	7
2.3	Cassette di parallelo CC - string boxes (SB)	10
2.4	Inverter	11
3	Apparecchiature Corrente Alternata – Bassa e Media Tensione	13
3.1	Cabina di trasformazione (skid).....	13
3.1.1	Inverter Centralizzato	14
3.1.2	Trasformatore.....	15
3.1.3	Quadro MT.....	16
3.1.4	Quadro BT.....	16
4	Apparecchiature Corrente Alternata –Alta Tensione.....	17
4.1.1	Componenti ed organi di manovra in Alta Tensione	18
4.1.2	Trasformatore AT/MT.....	19
4.1.3	Cabina di SE Utente Produttore	20
	Appendice 1 – Moduli FV.....	21
	Appendice 2 – Struttura di Fissaggio Moduli.....	23
	Appendice 3 – Inverter	25
	Appendice 4 – Trasformazione MT/BT – Skid	27

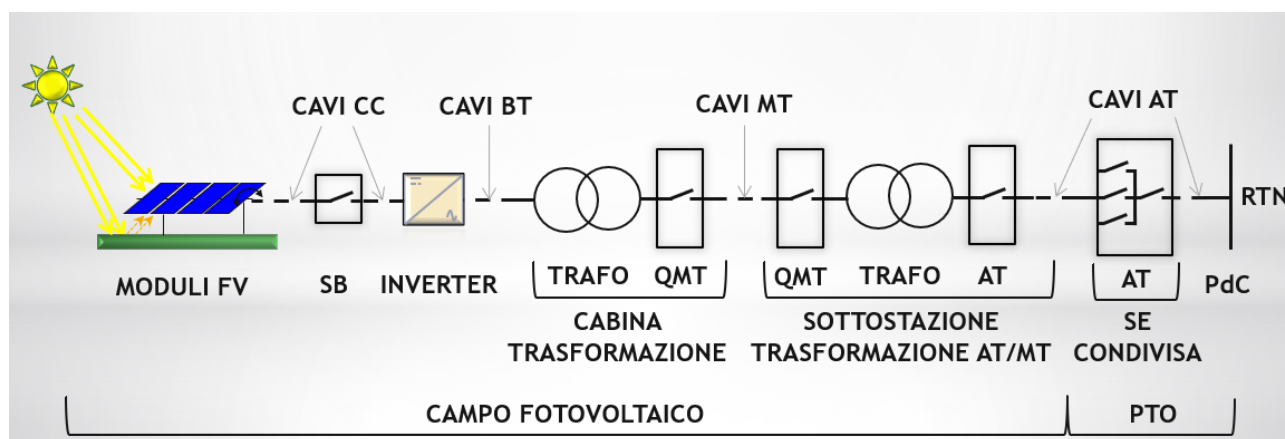
00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Premessa

La presente relazione la funzione di disciplinare tecnico descrittivo e prestazionale ha lo scopo descrivere tecnicamente i componenti principali e verificare il corretto coordinamento dell'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato "Savinetta", da ubicarsi nel Comune di Spinazzola (BAT), di potenza nominale complessiva pari a circa 20,659 MWp e di potenza di immissione in rete pari a 20,00 MW.

1.1 Inquadramento Generale

L'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica è tipicamente molto vasto, poiché l'energia viene generata da ogni modulo fotovoltaico. Compito dei collegamenti elettrici è convogliare tutta l'energia prodotta in un solo punto. Di seguito illustrato uno schema di principio dell'impianto fotovoltaico:



L'impianto FV ha la capacità di generare energia elettrica dai Moduli FV: ogni singolo Modulo FV trasforma l'irraggiamento solare in energia elettrica, generata in forma di corrente continua.

Per il presente impianto sono stati previsti moduli con tecnologia bifacciale, ovvero in grado di convertire in energia elettrica sia la radiazione diretta dal sole che la radiazione sul lato posteriore dei moduli stessi (prevalentemente radiazione diffusa e riflessa dal terreno).

I pannelli FV sono posizionati su strutture dedicate (strutture FV), che sono in grado di massimizzare l'irraggiamento dal quale è investito il pannello lungo l'arco dell'intera giornata, e collegati elettricamente in serie a formare una "stringa" di moduli.

L'energia prodotta dai moduli FV è raggruppata tramite collegamenti in cavo CC e quadri di parallelo stringa (o "string boxes"), e successivamente immessa negli inverter centralizzati che sono in grado di trasformare l'energia elettrica da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) in Bassa Tensione (BT). L'energia disponibile in corrente alternata BT verrà quindi trasformata dal trasformatore in Media Tensione (MT).

L'energia disponibile in corrente alternata MT verrà portata alla cabina generale SSE, tramite collegamenti (cavi MT), dove verrà raggruppata e resa disponibile alle linee MT di trasmissione tra il campo FV e la Sottostazione AT/MT di Terna per l'immissione in rete.

In uscita dal campo fotovoltaico ci saranno le opere di connessione definite da un dedicato Piano Tecnico delle Opere di connessione (PTO) che permetterà di far arrivare l'energia generata fino a Punto di Connessione (PdC) tramite cavidotti in Alta Tensione (cavi AT) e una Sottostazione Condivisa e quindi consegnata alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2 Apparecchiature Corrente Continua

Le apparecchiature riconducibili alla sezione Corrente Continua sono: Moduli Fotovoltaici; Strutture di Sostegno; Cassette di Parallelo CC; Inverter.

2.1 Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per tutto l'impianto sono 37'908.

I moduli fotovoltaici selezionati per il dimensionamento dell'impianto e per la redazione del presente progetto sono realizzati dal produttore Jinko Solar, serie TigerPro e modello JKM545M-72HL4-TV, e presentano una potenza nominale a STC¹ pari a 545 Wp.

Ciascun modulo è composto da 144 mezze-celle realizzate in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, vetro frontale temprato ad elevata trasparenza e dotato di rivestimento anti-riflesso, backsheet posteriore polimerico trasparente e cornice in alluminio, per una dimensione complessiva pari a 2'274 x 1'134 x 35 mm ed un peso pari a 28,9 kg.

Tali moduli fotovoltaici presentano caratteristiche tecniche innovative, di cui si riportano le principali:

- Silicio mono-cristallino con tecnologia bifacciale: le celle fotovoltaiche realizzate tramite questa innovativa tecnologia costruttiva sono in grado di convertire in energia elettrica la radiazione incidente sul lato posteriore del modulo FV. L'incremento di energia generata rispetto ad un analogo modulo tradizionale/mono-facciale è dipendente da molti fattori, primo fra tutti l'albedo² del terreno, e può raggiungere fino a +25% in casi particolarmente favorevoli. Nel caso del presente impianto, in considerazione delle caratteristiche del terreno e delle condizioni installative dei moduli FV, si ritiene conseguibile un guadagno in termini di energia prodotta compreso tra +5% e +10%, come peraltro confermato da svariate pubblicazioni scientifiche a livello internazionale³;
- Layout costruttivo con "mezze-celle": ciascun modulo sarà costituito da 144 "mezze celle FV", collegate elettricamente tra loro. La divisione in due di ciascuna cella FV consente di ridurre la corrente foto-generata da ciascuna di esse, comportando una diminuzione delle perdite resistive (direttamente proporzionali all'entità della corrente stessa) e conseguentemente un incremento di efficienza della cella stessa;
- Collegamento elettrico delle celle tramite ribbon di forma cilindrica, anziché la consueta sezione rettangolare, la quale consente di ridurre le perdite ottiche e di minimizzare la resistenza elettrica.

Questi ed altri accorgimenti consentono di raggiungere un elevato valore di efficienza di conversione della radiazione solare in energia elettrica, pari a 21.13%, con la possibilità di aumentare ulteriormente l'energia prodotta in funzione del contributo bifacciale (coefficiente di bifaccialità del modulo FV in analisi: 70%).

¹ STC - Standard Test Conditions: irraggiamento solare 1000 W/m², temperatura modulo FV 25°C, Air Mass 1,5

² Rappresenta la frazione di radiazione solare incidente su una superficie che è riflessa in tutte le direzioni. Essa indica dunque il potere riflettente di una superficie.

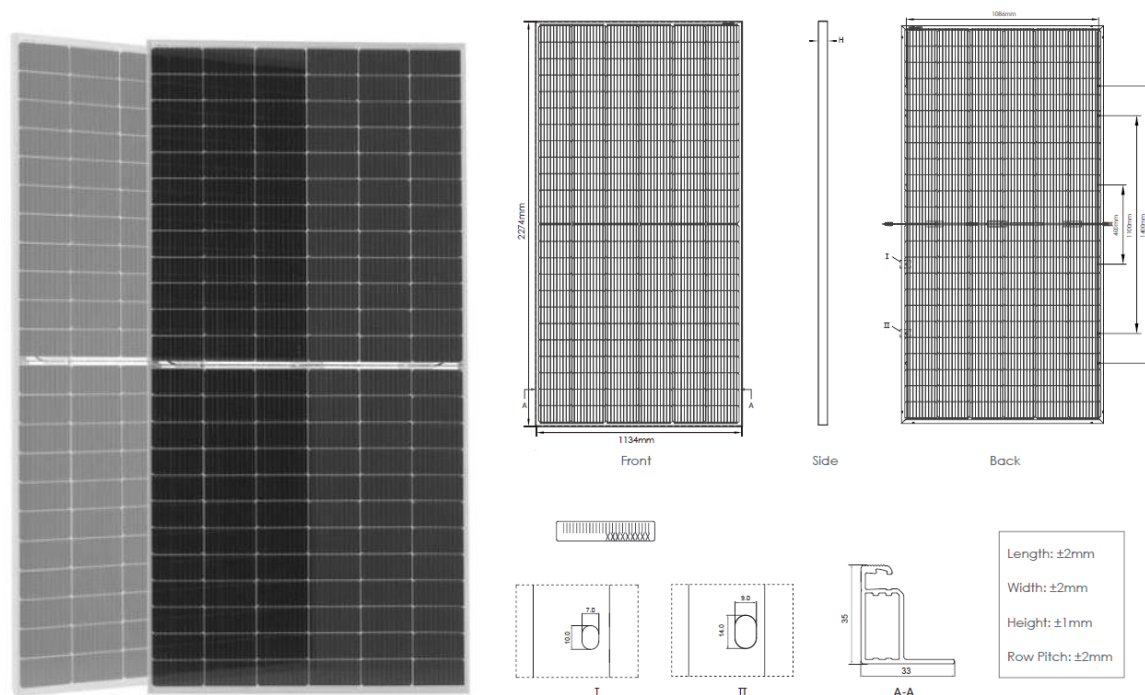
³ "bifiPV2020 Bifacial Workshop: A Technology Overview" – E.Urrajola et al. – BifiPV 2020 Workshop"

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Nella seguente tabella vengono riportate le principali caratteristiche elettriche del modulo FV considerato.

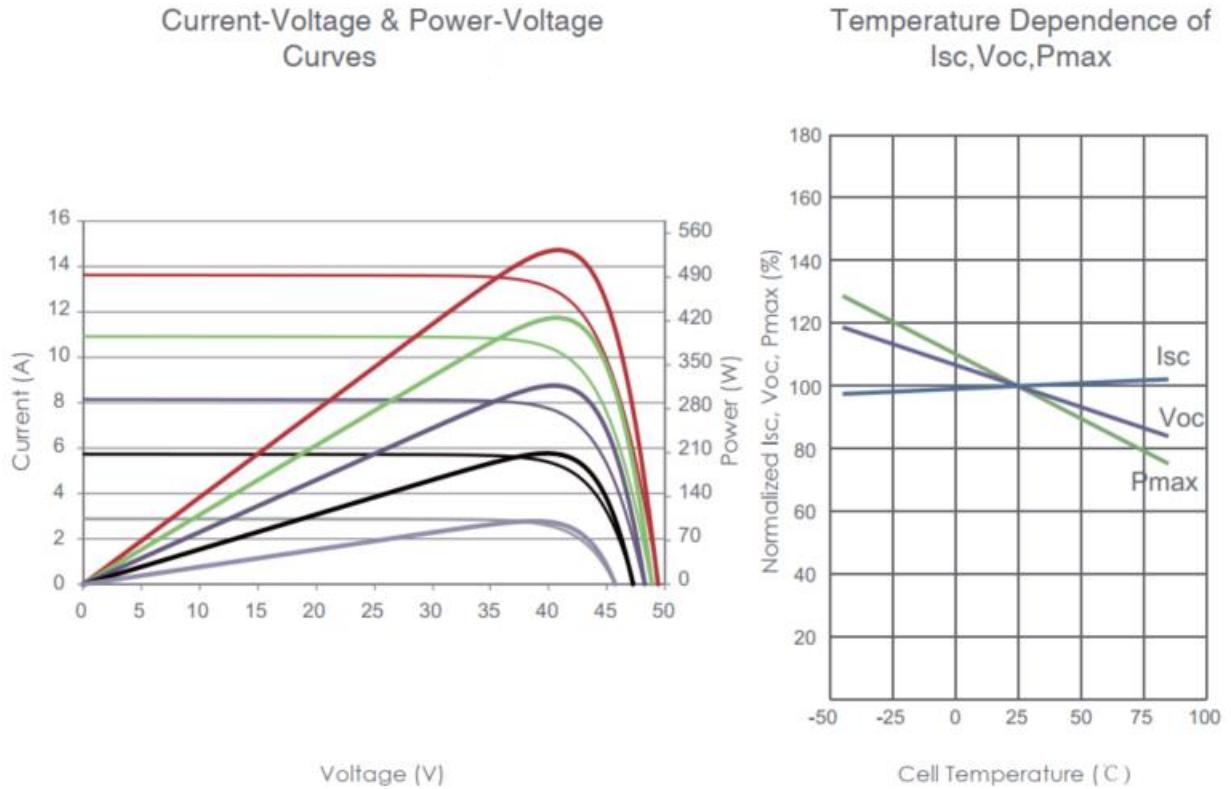
Modello modulo FV	JKM545M-72HL4-TV	
	STC	NOCT
Potenza massima [Wp]	545	405
Tensione alla massima potenza – Vmpp [V]	41.07	38.18
Corrente alla massima potenza – Impp [A]	13.27	10.62
Tensione di circuito aperto – Voc [V]	49.65	46.86
Corrente di corto circuito – Isc [A]	13.94	11.26
Efficienza nominale a STC [%]	21.13%	
Temperatura di funzionamento [°C]	-40 – +85	
Tensione massima di sistema [V]	1500 (IEC)	
Corrente massima fusibili [A]	30	
Coefficiente di temperatura - Pmax	-0.35%/°C	
Coefficiente di temperatura - Voc	-0.28%/°C	
Coefficiente di temperatura - Isc	0.048%/°C	

Di seguito si riporta invece un estratto dal datasheet del modulo FV selezionato che dettagliano le principali caratteristiche costruttive meccaniche.

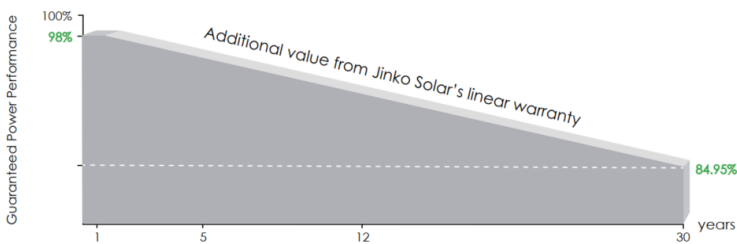


00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Di seguito si riporta invece estratti sempre dal datasheet del modulo FV selezionato che riportano l'andamento delle curve che meglio dettagliano le principali caratteristiche costruttive elettriche.



La diminuzione delle prestazioni negli anni del modulo individuato è regolamentata e certificata in accordo con la Norma di Riferimento IEC 61215; la curva certificata dal costruttore per questa particolare famiglia di prodotti è anche migliore, garantendo un $\pm 2,0\%$ primo anno e 84,95% complessivo il trentesimo anno.



12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.45% Annual Degradation Over 30 years

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.2 Strutture di Sostegno

Per il presente progetto si prevede l'impiego di strutture di sostegno ad inseguimento mono-assiale, nello specifico si prevede l'installazione di 435 strutture. A seconda del numero di moduli installati, si individuano essenzialmente due tipologie di strutture:

N° strutture tracker mono-assiali	341 strutture 1Px4x26 (per un totale pari a 35'464 moduli)
	94 strutture 1Px26 (per un totale pari a 2'444 moduli)

Le strutture ad inseguimento mono-assiale (tracker) consentono la rotazione dei moduli stessi attorno ad un singolo asse, orizzontale ed orientato Nord-Sud, in maniera tale da variare il proprio angolo di inclinazione fino ad un limite massimo di $\pm 55^\circ$ ed "inseguire" la posizione del Sole nel corso di ogni giornata. L'inseguimento solare Est/Ovest consente di mantenere i moduli FV il più possibile perpendicolari ai raggi solari, massimizzando la superficie utile esposta al sole e di conseguenza la radiazione solare captata dai moduli stessi per essere convertita in energia elettrica. Il guadagno in termini di produzione energetica, rispetto ai tradizionali impianti FV realizzati con strutture ad inclinazione fissa, è stimabile nel range $+10 \div +20 \%$.

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore **STI Norland**, modello **STI-H250**, in configurazione 1P, ovvero singola fila di moduli posizionati verticalmente.



Figura 1 - immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali STI-H250 in configurazione 1P (fonte: STI Norland)

Questo particolare modello di inseguitore (denominato "dual row") prevede un singolo attuatore in grado di agire su due strutture contemporaneamente (quindi un motore ogni 4 stringhe di moduli FV).

Tutti gli elementi di cui è composto il tracker (pali di sostegno, travi orizzontali, giunti di rotazione, elementi di supporto e fissaggio dei moduli, ecc.) saranno realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo.

Tali strutture di sostegno vengono infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o in alternativa tramite avvvitamento, per una profondità non superiore a 1,5 m. Non è quindi prevista la realizzazione di

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

fondazioni in cemento o altri materiali. Tale scelta progettuale consente quindi di minimizzare l'impatto sul suolo e l'alterazione dei terreni stessi, agevolandone la rimozione alla fine della vita utile dell'impianto.

L'altezza dei pali di sostegno è stata determinata in maniera tale che la distanza tra il bordo inferiore dei moduli FV ed il piano di campagna sia non inferiore a 0,80 m (alla massima inclinazione dei moduli). Ciò comporta che la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 2.69m, sempre alla massima inclinazione.

Nella tabella di seguito vengono riportate le principali caratteristiche dei tracker mono-assiali.

Tipologia di sistema ad inseguimento	Singolo asse orizzontale con backtracking
Angolo di tilt	0°
Angolo di azimuth	0°
Angolo di rotazione	±55°
Tipologia fondazioni	Pali infissi nel terreno
Temperatura di funzionamento	-10°C ÷ +50°C
Inclinazione massima del terreno	≤15% Nord-Sud, illimitata Est/Ovest

La movimentazione dei sistemi ad inseguimento solare è effettuata da motori elettrici alimentati in corrente alternata, uno per ciascun tracker, e controllati da apposite schede di controllo. L'algoritmo di movimentazione è basato su un calendario astronomico ed è dotato della tecnologia "backtracking". Tale tecnologia consiste nel controllo e verifica che ogni fila di moduli FV non crei ombreggiamento a quella successiva. Quando l'altezza del sole rispetto all'orizzonte si riduce, in particolare durante le prime/ultime ore della giornata, il mutuo ombreggiamento tra i filari di moduli potrebbe ridurre sensibilmente l'output energetico. Il sistema ad inseguimento è in grado di far ruotare i moduli FV nel senso opposto rispetto all'andamento del sole, riducendo la superficie esposta al sole ma nel contempo evitando il rischio che si verifichino mutui ombreggiamenti.

La distanza tra gli inseguitori (solitamente denominata *pitch*) per il presente progetto è pari a 5 m, al fine di ottimizzare la produzione energetica a parità di consumo di suolo da una parte, e dall'altra di consentire il passaggio di un mezzo tra file successive per le operazioni di manutenzione e pulizia moduli.

Le schede di controllo effettueranno il monitoraggio dei principali parametri operativi degli inseguitori, in primis posizione e velocità del vento, al fine di verificarne il corretto funzionamento e di posizionarli automaticamente in posizione di sicurezza in caso di velocità del vento particolarmente elevate per evitare eventuali danni alle strutture.

Sarà infine possibile posizionare in maniera automatica gli inseguitori ad una inclinazione idonea per consentirne l'ispezione ai fini di manutenzione nonché per il lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici.

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Di seguito sono riportate le viste d'insieme ed i particolari delle strutture con i moduli.

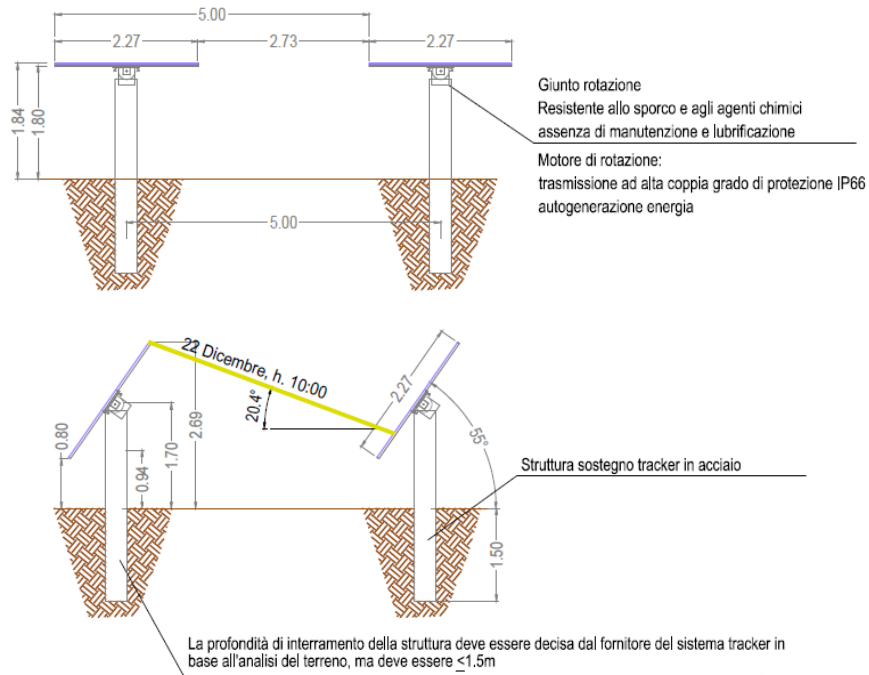


Figura 2 - Inseguitori mono-assiali: modalità di installazione e principali quotature

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3 Casette di parallelo CC - string boxes (SB)

Le cassette di parallelo CC – string boxes (di seguito SB) utilizzati per tutto l’impianto sono 105.

Le cassette di parallelo stringa (denominate comunemente “string boxes”) hanno il compito di raccogliere l’energia generata dai moduli fotovoltaici e convogliarla verso gli inverter di impianto, proteggendo elettricamente le stringhe di moduli ad esse afferenti.

Esse sono realizzate in vetro-resina in modo da garantire una classe di isolamento II ed ubicate in posizione baricentrica rispetto alle relative stringhe fotovoltaiche, installate in un apposito chiosco in grado di proteggerle dall’esposizione diretta alla radiazione solare. Nella seguente tabella sono riportate le loro principali caratteristiche.

Input	< 20 stringhe
Fusibili	30A gPV – 1’500V
Scaricatore sovratensione	I+II
Classe di Isolamento	II
Grado di protezione	IP 65
Dimensioni	620x822x325 mm
Peso	30 kg
Temperatura di funzionamento	-5...+55°C



Figura 3 - Immagine esemplificativa di una string box

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.4 Inverter

Gli inverter utilizzati per tutto l'impianto sono 7, costruttore Jema, inverter centralizzati, modello *IFX6 3c 2550*, capaci di convertire energia da Corrente Continua a Corrente Alternata. Di seguito è illustrata l'immagine dell'inverter come da brochure riportata anche in appendice.



Figura 4 - Inverter centralizzato Jema Energy

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questo inverter sono compatibili con quelli delle stringhe di moduli FV ad esso afferenti, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita (620 V – 50 Hz) sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Lato DC – gli inverter avranno in ingresso i cavi DC provenienti dagli SB; ogni inverter è in grado di ricevere fino a 18 input per una corrente massima DC pari a 3'300A; ogni singolo ingresso verrà protetto da fusibili DC (collegati uno sul polo positivo ed uno sul polo negativo) del quale dovrà essere determinata la taglia nella sezione coordinamento elettrico CC. L'inverter è a singolo MPPT.

Lato AC – l'inverter avrà l'uscita verso il trasformatore MT/BT e ad esso direttamente collegata opportunamente protetta tramite interruttore automatico.

Gli inverter, aventi grado di protezione IP 54, saranno installati direttamente sulla struttura skid in configurazione per esterno (outdoor) risultano adatti ad operare nelle condizioni ambientali che caratterizzano il sito di installazione dell'impianto FV.

Ciascun inverter è in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata. L'inverter selezionato è conforme alla norma CEI 0-16.

Nella tabella della pagina successiva si riportano le principali caratteristiche tecniche dell'inverter selezionato.

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

	2550	2670	2750	2830
> INPUT DATA				
Minimum MPPT voltage (FP=1)	890 V	935 V	965 V	995 V
Maximum MPPT voltage	1250 V	1250 V	1250 V	1250 V
Maximum VOC	1500 V	1500 V	1500 V	1500 V
Maximum current (25°C)	3300 A			
N°. DC inputs	18 Inputs			
Isolation detection system	Yes (Isolation measurement, Optional GFDI)			
> OUTPUT DATA				
Output rated power (S/P ^{50°C})	2550 kVA/kW	2670 kVA/kW	2750 kVA/kW	2830 kVA/kW
Input rated power (S/P ^{25°C}) ⁽¹⁾	2850 kVA/kW	2980 kVA/kW	3075 kVA/kW	3165 kVA/kW
Rated voltage (3F +10%, -15%)	620 V	650 V	670 V	690 V
Rated current	2650 A			
Frequency	50/60 Hz			
Power factor	Adjustable (1 at rated power)			
Output THD	< 3% rated power			
Galvanic isolation	No (Opción BT/MT-BT/BT)			
Maximum efficiency	98.7%	98.7%	98.8%	98.8%
EUR efficiency	98.4%	98.4%	98.5%	98.5%
Control structure	Logic control and DSP, SVM technology			
Communications	Communication Port RS-485, Ethernet, etc.			
> PROTECTION				
Overvoltage	Inputs and outputs			
Overcurrent	Inputs and outputs			
Reverse polarity	Yes			
Overtemperature	Yes			
Min./max. frequency	Yes			
Min./max. voltage	Yes			
Anti-islanding	Automatic disconnection			
> GENERAL DATA				
Working temperature	- 20°C ... + 50°C ^{(2) (3)}			
Relative temperature	0%-100%			
Dimensions (h x w x d)	2300 x 2870 x 1780 mm			
Weight	4500 kg			
Altitude	1000 msnm ⁽³⁾			
Enclosure (IP)	IP54			

Tabella 1 – Inverter centralizzato: principali caratteristiche tecniche

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3 Apparecchiature Corrente Alternata – Bassa e Media Tensione

La configurazione Lato Corrente Alternata dell’impianto prevedere essenzialmente:

- nr. 7 inverter che ricevono una potenza una potenza DC pari a 20'659,86 kWp (@STC) e la convertono in AC una potenza pari a 19'950,0 kVA;
- nr. 7 trasformatori MT/BT per una potenza complessiva nominale pari a 21'000,0 kVA;
- nr. 1 cabina di SE Utente Produttore per la raccolta di tutte le linee MT di distribuzione di campo;
- nr. 1 trasformatore AT/MT per una potenza complessiva totale pari 20'000,0 kVA.

3.1 Cabina di trasformazione (skid)

Le cabine di trasformazione utilizzate per tutto l’impianto sono 7, realizzate su strutture di tipo skid, principalmente costituite da:

- Nr. 1+1 Inverter centralizzati (nr.1 in caso di cabina singola);
- Nr. 1+1 Trasformatore BT/MT (nr.1 in caso di cabina singola);
- Nr.1 Quadro di media tensione;
- Nr. 1 Quadro BT: quadro ausiliari, UPS.

Lo scopo di dette cabine è di ricevere la potenza elettrica in Corrente Continua proveniente dalle cassette di parallelo di stringa (string box) ubicate nel campo, convertirla in corrente alternata (@620V, 50Hz) e innalzarne il livello di tensione da Bassa a Media Tensione (da 620 a 30'000V), collegarsi alla rete di distribuzione MT del campo FV.

Come anticipato saranno presenti nr. 7 cabine di trasformazione, di cui:

- Nr.3 cabine in configurazione doppia, da 3'000+3'000 kVA;
- Nr.1 cabina in configurazione singola, da 3'000 kVA.

Di seguito è illustrata un estratto dell’elaborato “Particolare Cabine Elettriche”:

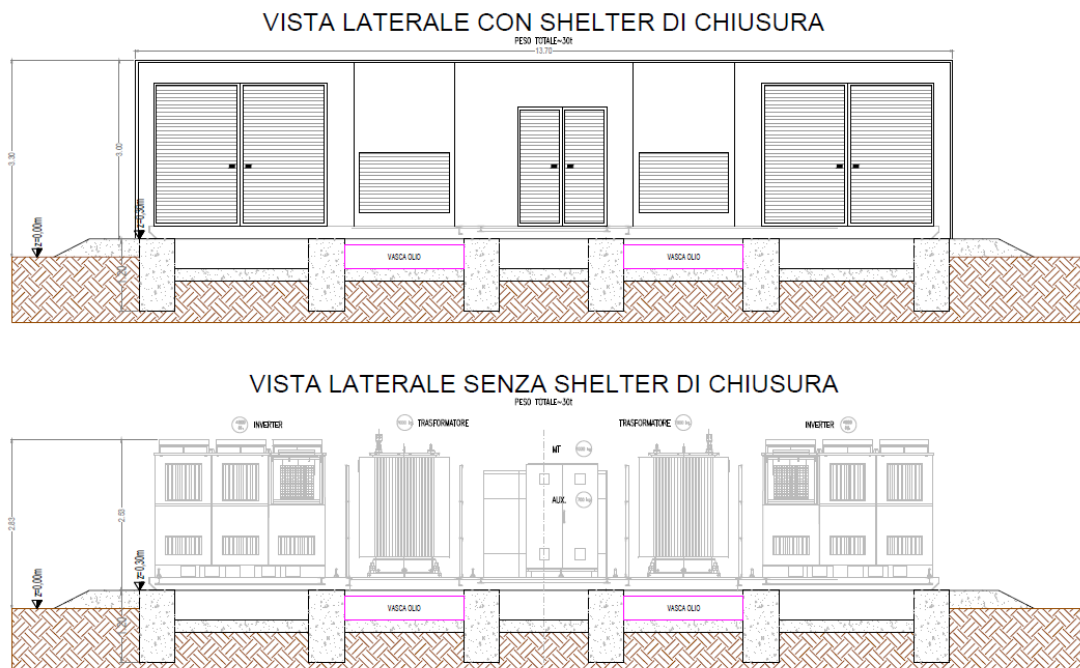


Figura 5 - Layout preliminare cabina di trasformazione BT/MT in configurazione doppia

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Le cabine sono costituite strutture aperte di tipo skid (con dimensioni approssimative pari a 13,7 x 3,3 x 3,0 m e peso pari a circa 30 t), realizzate in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP54. Al fine di garantire una maggior protezione dagli agenti atmosferici, ciascuna cabina potrà essere provvista di copertura metallica accessoria (shelter), dotata di opportune griglie in corrispondenza di inverter, trasformatori e quadri elettrici al fine di garantirne la necessaria ventilazione.



Figura 6 - Layout preliminare cabina di trasformazione BT/MT in configurazione skid

Le cabine saranno situate in posizione baricentrica rispetto cassette di stringa ad essa afferenti, al fine di minimizzare la lunghezza dei cavidotti in bassa tensione e posate su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità, e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale, nonché la vasca di raccolta dell'olio del trasformatore.

3.1.1 Inverter Centralizzato

In questa sezione si sottolinea che, in accordo con le Normative di riferimento, in particolare la IEC 62109-1/2, la potenza dell'inverter è definita in funzione della temperatura ambiente, ed in particolare a fino a 25°C (2'850kVA) e fino a 50°C (2'550kVA).

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.1.2 Trasformatore

All'interno di ciascuna cabina sarà ubicato un trasformatore elevatore MT/BT, raffreddato ad olio, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca di raccolta olio.

Ogni trasformatore è essenzialmente definito da potenza nominale ed un rapporto di trasformazione pari tensione primaria / tensione secondaria. Le principali caratteristiche della macchina selezionata sono riportate di seguito.

Tabella 2 - Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche

Caratteristiche costruttive	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)
Potenza	3'000 kVA
Gruppo vettoriale	Dy11
Tensione primario - V_1	30'000 V
Tensione secondario - V_2	620 V
Frequenza nominale	50 Hz
V_{cc}	6%
Perdite nel ferro	$\leq 0,15\%$
Perdite nel rame	$\leq 0,8\%$
Dimensioni	2,4 x 1,5 x 2,5 [m]
Peso – con olio	~ 7 t
Peso – senza olio	~ 5,35 t

L'olio utilizzato come isolante all'interno del trasformatore è del tipo naturale FR3, quindi caratterizzato da un minor impatto ambientale rispetto al più "tradizionale" olio minerale in quanto realizzato interamente con oli vegetali biodegradabili e con punto di fuoco molto più alto. Sono previsti non più di 1'850 litri di olio per ogni macchina.

In accordo con le Normative di riferimento, ed in particolare la IEC 60076-1/2/3, la potenza di un trasformatore è definita ad una temperatura ambiente di riferimento pari a 40°C; essendo una macchina passiva, il limite di potenza è definito in funzione di un surriscaldamento dei componenti e della relativa vita utile del componente con classe termica inferiore. Dato che la temperatura raggiunta dal singolo componente è in funzione sia della temperatura ambiente che della potenza passante:

- per $T_{amb} < 40^\circ\text{C}$, la potenza sopportata dal trasformatore sarà superiore alla potenza nominale;
- per $T_{amb} > 40^\circ\text{C}$, la potenza sopportata dal trasformatore sarà inferiore alla potenza nominale.

Nel verificare il coordinamento inverter-trasformatore saranno considerati solo i due punti a temperatura ambiente 25 e 50°C.

In particolare il costruttore è tenuto a condividere la curva potenza in funzione della temperatura ambiente: durante la progettazione esecutiva sarà necessario verificare il completo coordinamento inverter-trasformatore MT/BT lungo tutti i range possibili di temperatura ambiente.

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Il trasformatore è corredato dei relativi dispositivi di protezione elettromeccanica, quali sensori di temperatura, relè Buchholtz., ecc; nella figura sottostante è riportata un'immagine esemplificativa della tipologia di trasformatore installato presso ciascuna cabina.



Figura 7 - Trasformatore BT/MT in olio

3.1.3 Quadro MT

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

36kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto da quattro unità (tre per cabina singola):

- nr. 2 per l'attestazione dei cavi di MT sia lato rete che lato campo;
- nr. 2 (1 per cabina singola) per la protezione trasformatore MT/BT, con un relè di protezione dedicato per le protezioni:
 - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
 - massima corrente omopolare per la rimozione dei guasti monofase a terra (51N).

3.1.4 Quadro BT

Nella sezione in bassa tensione saranno ubicati due quadri in bassa tensione contenenti:

- Quadro di alimentazione sezione ausiliari;
- Trasformatori BT/BT (isolato in resina) di potenza nominale pari a 30 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- Un quadro di distribuzione secondaria per l'alimentazione dei carichi della cabina di trasformazione, suddivisi in
 - Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
 - Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali.
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 2h@ 200 VA).

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4 Apparecchiature Corrente Alternata –Alta Tensione

La sottostazione utente di trasformazione AT/MT sarà ubicata all'interno della sottostazione condivisa da realizzarsi in posizione adiacente al futuro ampliamento della SE Genzano 380/150 kV, ed interesserà una superficie pari a circa 800 m².

Di seguito è riportato il layout della sottostazione utente che rappresenta il posizionamento dei principali componenti elettromeccanici, per ulteriori dettagli in merito alle modalità di realizzazione delle opere di connessione alla RTN, nonché alle sezioni condivise di tali opere, si rimanda agli elaborati relativi al PTO – Piano Tecnico delle Opere di connessione.

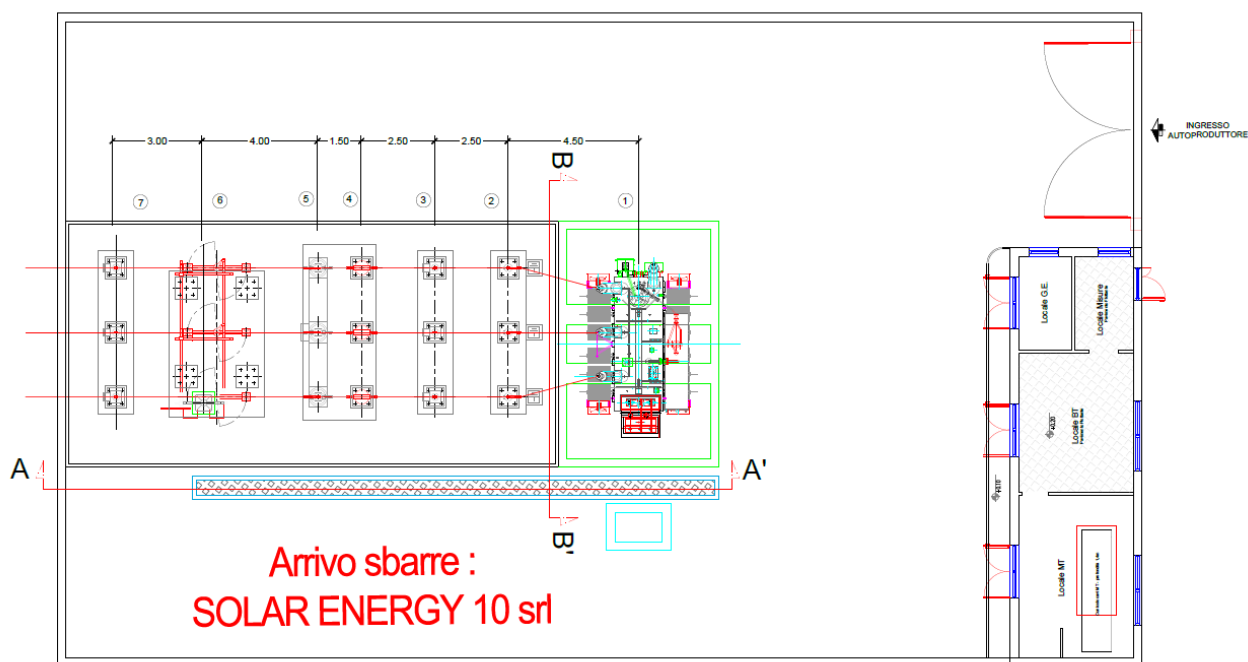


Figura 8 - Layout della sottostazione utente

La sottostazione Utente Produttore è costituita essenzialmente da:

- Componenti ed organi di manovra in Alta Tensione;
- Nr. 1 Trasformatore AT/MT;
- Cabina di Sottostazione;
- Accessori (sistema antintrusione, illuminazione, protezione scariche atmosferiche, etc).

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.1.1 Componenti ed organi di manovra in Alta Tensione

I componenti ed organi di manovra in Alta Tensione e le loro funzionalità sono ben indicate nello schema unifilare di PTO, e riassumibili essenzialmente in:

- Nr. 1 terminazione per l'uscita in cavo AT verso la SE Condivisa a 150kV;
- N°1 stallo di Alta Tensione per la manovra e protezione del trasformatore, essenzialmente composta da:
 - Scaricatore di sovratensione AT;
 - Trasformatori di corrente (TA) e di tensione (TV) induttivi;
 - Interruttore tripolare AT;
 - Sezionatore tripolare AT con lame di terra.
- Nr. 1 linea in uscita di Media Tensione, provvisto di sezionatore a doppia apertura laterale con lame di terra.

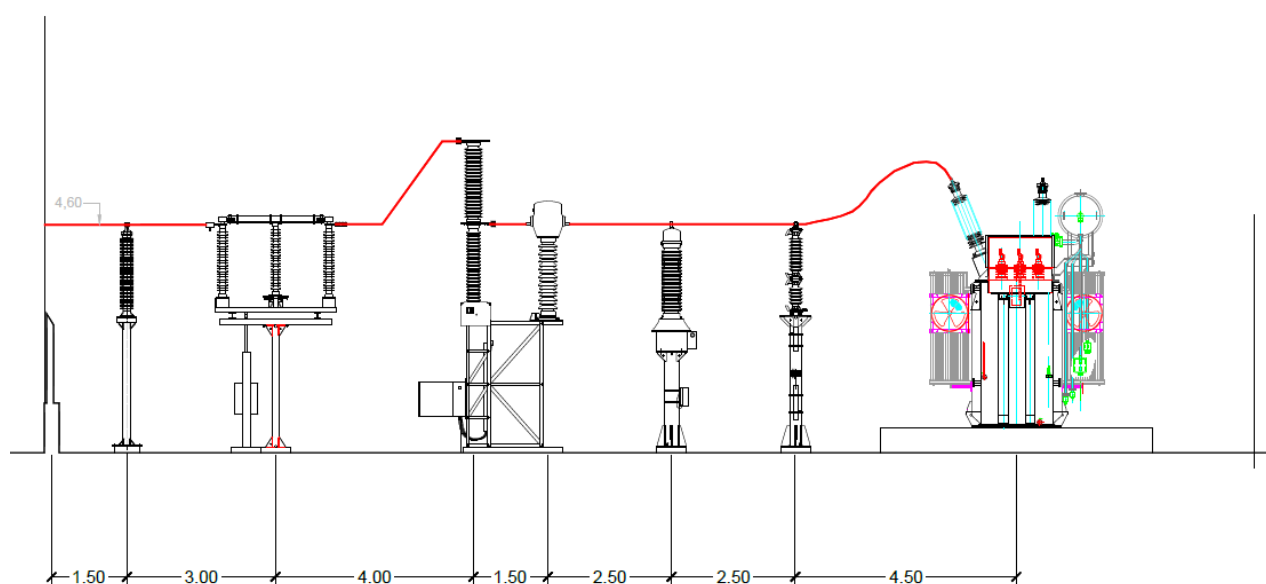


Figura 9 - Vista laterale delle apparecchiature elettromeccaniche in AT

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.1.2 Trasformatore AT/MT

È prevista l'installazione di un singolo trasformatore MT/AT da 20 (25) MVA.

Si riportano nella tabella seguente i dati di targa del trasformatore AT/MT.

Caratteristiche costruttive	ONAN / ONAF (Olio minerale)
Potenza	20 / 24 MVA
Gruppo vettoriale	YNd11
Tensione primario - V_1	150'000 V
Tensione secondario - V_2	30'000 V
Regolazione Tensione primaria	$\pm 12 \times 1,25\%$
Frequenza nominale	50 Hz
V_{cc}	10%
Rendimento (indice PEI)	99,684%
Dimensioni	5,6 x 4,8 x 3,5 [m]
Peso	28 t con olio 20 t senza olio

Il massimo volume d'olio previsto per ciascuna macchina sarà non superiore a 9'200 litri.

Il trasformatore sarà installato all'interno di apposita vasca di fondazione per la raccolta oli, realizzata in cemento ed opportunamente trattata al fine di essere impermeabile agli oli stessi.

La superficie in pianta della vasca, al netto dello spazio occupato dal trasformatore, sarà pari a circa 70m², ed avrà un'altezza pari a 0.7m, per un volume utile complessivo pari a 49 m³.

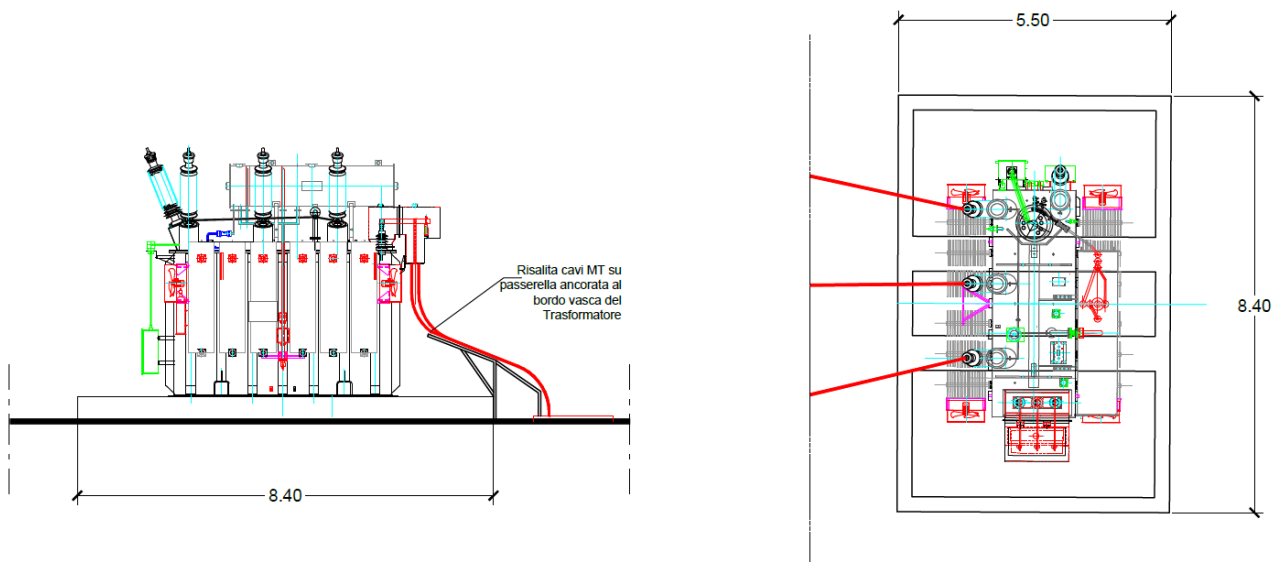
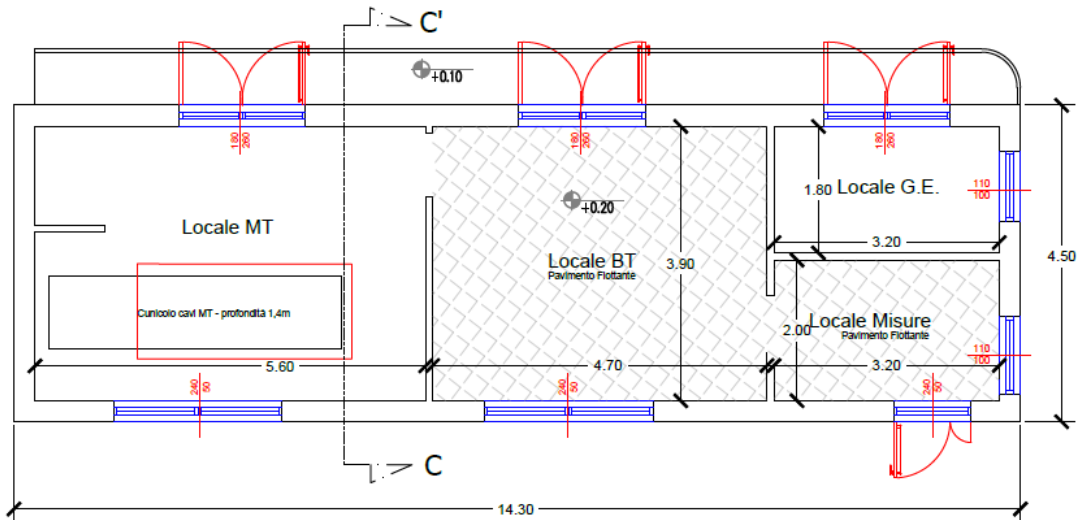


Figura 10 - Viste in sezione e in piante del trasformatore AT/MT

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.1.3 Cabina di SE Utente Produttore

La cabina di SE Utente Produttore è essenzialmente costituita da 4 locali tecnici come chiaramente indicato dall'elaborato di riferimento del PTO "Pianta, sezioni e prospetti della stazione utente di trasformazione AT/MT", di cui si riporta di seguito un estratto:



I locali sono:

- Sala di Controllo, dove saranno installati: il quadro di comando delle apparecchiature di AT, i relè di protezione AT, il contatore di energia ed il power plant controller, lo SCADA per la comunicazione con l'operatore di RTN e di supervisione dell'impianto di generazione;
- Locale Bassa Tensione, dove è installato il quadro BT di alimentazione dei servizi ausiliari di SE;
- Il Locale Media Tensione, dove è installato il quadro Media Tensione (QMT) che sarà classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

36kV-25kA-1'250A - LSC2A/PI IAC AFLR 25kA x 3s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore. Il quadro sarà composto dalle seguenti unità:

- nr. 1 unità di partenza della linea MT diretta verso l'impianto FV
- Nr. 1 unità TV per i Trasformatori di Misura di Tensione che servono per il controllo dei parametri elettrici del sistema di sbarre MT generale;
- nr. 1 unità per la protezione trasformatore sezione ausiliari di SE.

Nr. 1 unità di arrivo delle linee MT dal trasformatore AT/MT, le cui protezioni ed il comando saranno necessariamente coordinate con le protezioni lato AT.

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 1 – Moduli FV

Di seguito si riporta il datasheet di un fornitore primario per i Moduli Fotovoltaici.

www.jinkosolar.com

Tiger Pro 72HC-TV

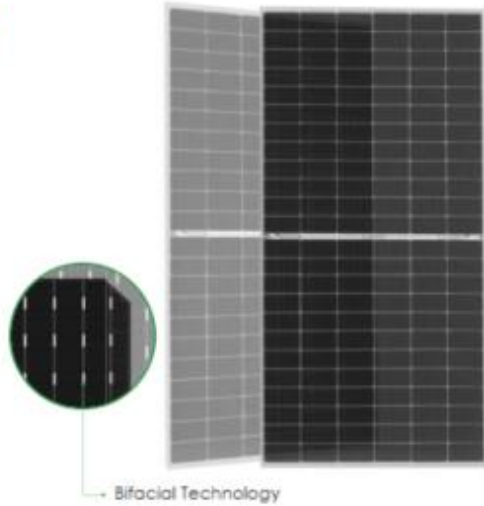
525-545 Watt

BIFACIAL MODULE WITH TRANSPARENT BACKSHEET

P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

- IEC61215(2016), IEC61730(2016)
- ISO9001:2015: Quality Management System
- ISO14001:2015: Environment Management System
- ISO45001:2018 Occupational health and safety management systems

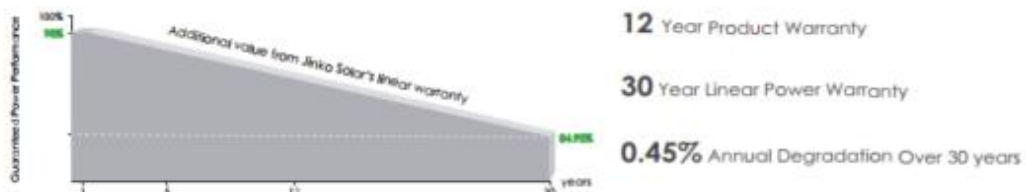


Bifacial Technology

Key Features

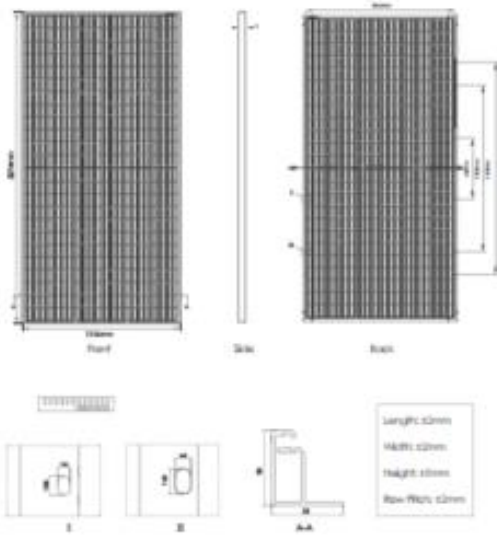
 <p>Multi Busbar Technology Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.</p>	 <p>Longer Life-time Power Yield 0.45% annual power degradation and 30 year linear power warranty.</p>
 <p>Light-weight design Light-weight design using transparent backsheet for easy installation and low BOS cost.</p>	 <p>Enhanced Mechanical Load Certified to withstand wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).</p>
 <p>Higher Power Output Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.</p>	

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

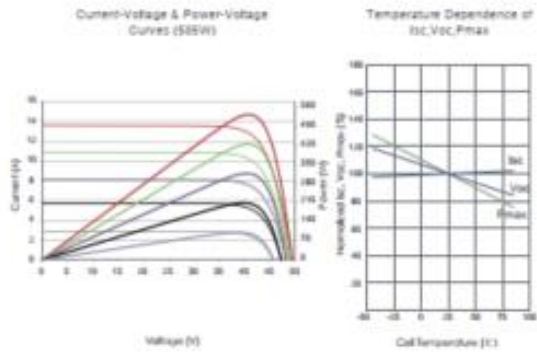


00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Engineering Drawings



Electrical Performance & Temperature Dependence



Packaging Configuration

(Two pallets + One stack)
 31 pcs/pallets, 52 pcs/stack, 600 pcs/40HQ Container

Mechanical Characteristics

Cell Type	P type (Mono-crystalline)
No. of cells	144 (6x24)
Dimensions	2274x1134x35mm (89.53x44.65x1.38 inch)
Weight	26.9 kg (59.7 lb)
Front Glass	3.2mm Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JK1525A-72HL4-TV		JK1520A-72HL4-TV		JK1525A-72HL4-TV		JK1540A-72HL4-TV		JK1545A-72HL4-TV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	525Wp	491Wp	520Wp	490Wp	525Wp	491Wp	545Wp	492Wp	545Wp	493Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.81V	37.74V	40.71V	37.88V	40.81V	37.98V	40.91V	38.08V	41.07V	38.18V
Maximum Power Current (Imp)	12.83A	13.03A	13.02A	13.41A	13.11A	13.48A	13.20A	13.36A	13.27A	13.92A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.27V	44.80V	49.35V	44.58V	49.42V	44.65V	49.49V	44.71V	49.65V	44.84V
Short-circuit Current (Isc)	13.94A	11.02A	13.71A	11.07A	13.79A	11.14A	13.87A	11.20A	13.94A	11.26A
Module Efficiency STC (%)	20.34%		20.05%		20.78%		20.44%		21.13%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (60C)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Spatial Factor	70±3%									

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

SR	JK1525A-72HL4-TV		JK1520A-72HL4-TV		JK1525A-72HL4-TV		JK1540A-72HL4-TV		JK1545A-72HL4-TV	
	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)
5R	551Wp	21.35%	557Wp	21.58%	562Wp	21.78%	567Wp	21.99%	572Wp	22.19%
15R	604Wp	23.41%	610Wp	23.54%	615Wp	23.66%	621Wp	24.08%	623Wp	24.30%
25R	656Wp	25.45%	662Wp	25.67%	667Wp	25.93%	673Wp	26.18%	677Wp	26.42%

*STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 🌡 Cell Temperature 25°C 🌫 A1 (±)1.5
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 🌡 Ambient Temperature 20°C 🌫 A1 (±)1.5 🌀 Wind speed 1m/s

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
 Specifications included in this datasheet are subject to change without notice. JK1525-545A-72HL4-TV-F1-EN

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 2 – Struttura di Fissaggio Moduli

Di seguito si riporta un datasheet di un fornitore primario per la struttura di Fissaggio Moduli.





Adaptación al terreno



Carga de viento



Carga de nieve



Carga de sismo



Sin engrase



Túnel de viento



Test dinámico



10 años
Garantía



Patentado

Diseño

- Accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de únicamente 88W de potencia.
- Autoalimentado con módulo o alimentado desde la red.
- Amplio recorrido de giro: 110° (± 55°).
- Tolerancia a las pendientes elevadas.
- Gran adaptación a terrenos irregulares.
- Disponibilidad superior al 99,9%.
- Compatible con diferentes soluciones de cimentación: hinca metálica, pre-taladros, micropilotes, zapatas.
- Compatible con todo tipo de paneles (con marco, glass-glass, thin-film, bifacial).

Operación y Mantenimiento

- Acceso libre para limpieza de paneles.
- Mínima inversión en labores de O&M gracias al reducido número de componentes, la sencillez y robustez del sistema.
- Mantenimiento mínimo.
- Elementos de rotación libres de lubricación.

Sistema de control

- Alta fiabilidad de operación.
- Gestión de alarma completamente configurable por el cliente.
- Algoritmo de backtracking personalizado a cada seguidor solar STI-H250™, evitando sombras y aumentando la producción.
- Fácil integración en el sistema de comunicaciones y SCADA de la planta gracias al Modbus TCP / IP standard.
- Sistema de comunicación Wireless Zigbee®.
- Monitorización remota y mantenimiento predictivo (evita paradas y aumenta la disponibilidad).
- Rápida puesta en marcha y herramientas de backtracking.

Montaje

- Mínimo tiempo de instalación, rápido y simple.
- Altas tolerancias al error de posicionamiento de cimentación, tanto en los tres ejes (X, Y, Z) como al giro en los ejes Y y Z.
- Altura baja del panel para un fácil montaje.
- Conexiones 100% atornilladas. Sin perforación, corte o soldadura en el sitio.



T. +34 948 260 129
Av. Sancho el Fuerte, 26 bis, of. 1
31008 Pamplona, Navarra (España)

info@stinorland.com
stinorland.com

STInorland

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Especificaciones técnicas

IEC
62817SELF
POWERED

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipo de seguidor	Seguidor descentralizado bifila de un eje horizontal
Ratio de cobertura en el suelo (GCR)	Estándar 33%*
Área de módulos por seguidor	Aprox. 250 m ²

DIMENSIONES (con módulos de 72 cél. y 1/GCR = 3)*

Módulos por viga de torsión	60*
Número de filas	2
Potencia pico instalada (módulo de 400Wp mono/bifacial)	48 kWp

ACCIONAMIENTO DE GIRO

Tipo de accionamiento	Actuador electromecánico rotativo
Alimentación	Autoalimentado (batería LiFe P04) / Alimentado desde la red
Consumo eléctrico conjunto de accionamiento	< 0.45 kWh/día
Potencia motor	65 W/24 DC

ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

Rango de giro	110° (+/-55°)
Velocidad máx. viento (en posición horizontal)	140 kmh/ 87 mph
Estructura	Acero galvanizado en caliente S235, S275, S355, S350GD, ZM310 o equivalente
Normativa	UL2703 / ASCE7-10 o Eurocódigo
Topografía	15% N-S / 10% E-O en el mismo seguidor Sin límites E-O en seguidores diferentes (Validar para valores más altos)

SISTEMA DE CONTROL

Control de seguimiento	NREL SOLPOS algoritmo astronómico con PLC (Exactitud ±0.001°)
Gestión de sombras	Algoritmo backtracking personalizado
Gestión de viento	Posición de abanderamiento configurable
Estándar de comunicaciones	Modbus RS485 / Modbus Wireless option (Zigbee®)

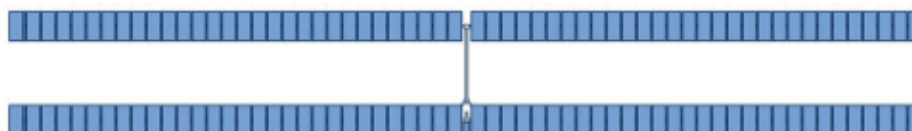
MANTENIMIENTO

Mantenimiento	Revisión anual
---------------	----------------

GARANTÍA

Estructura	10 años
Accionamiento y motor	5 años

(*) Configurable según proyecto. Disponibles otras opciones.



T. +34 948 260 129
Av. Sancho el Fuerte, 26 bis, of. 1
31008 Pamplona, Navarra (España)

info@stinorland.com
stinorland.com

STINORLAND

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 3 – Inverter

Di seguito si riporta un datasheet di un fornitore primario per gli inverter.



>
Renewable
Energy Solutions



00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

> IFX6 3c

energy solutions

2550 \ 2670 \ 2750 \ 2830

> INPUT DATA

Minimum MPPT voltage (FP=1)	890 V	935 V	965 V	995 V
Maximum MPPT voltage	1250 V	1250 V	1250 V	1250 V
Maximum VOC	1500 V	1500 V	1500 V	1500 V
Maximum current (25°C)	3300 A			
N°. DC inputs	18 inputs			
Isolation detection system	Yes (Isolation measurement, Optional GFDI)			

> OUTPUT DATA

Output rated power (S/P ^{50°C})	2550 kVA/kW	2670 kVA/kW	2750 kVA/kW	2830 kVA/kW
Input rated power (S/P ^{25°C}) ⁽¹⁾	2850 kVA/kW	2980 kVA/kW	3075 kVA/kW	3165 kVA/kW
Rated voltage (3F +10%, -15%)	620 V	650 V	670 V	690 V
Rated current	2650 A			
Frequency	50/60 Hz			
Power factor	Adjustable (1 at rated power)			
Output THD	< 3% rated power			
Galvanic isolation	No (Opción BT/MT-BT/BT)			
Maximum efficiency	98.7%	98.7%	98.8%	98.8%
EUR efficiency	98.4%	98.4%	98.5%	98.5%
Control structure	Logic control and DSP, SVM technology			
Communications	Communication Port RS-485, Ethernet, etc.			

> PROTECTION

Overvoltage	Inputs and outputs
Overcurrent	Inputs and outputs
Reverse polarity	Yes
Overtemperature	Yes
Min./max. frequency	Yes
Min./max. voltage	Yes
Anti-islanding	Automatic disconnection

> GENERAL DATA

Working temperature	- 20°C ...+ 50°C ⁽²⁾ ⁽³⁾
Relative temperature	0%-100%
Dimensions (h x w x d)	2300 x 2870 x 1780 mm
Weight	4500 kg
Altitude	1000 msnm ⁽⁴⁾
Enclosure (IP)	IP54

> (1) Net rated voltage | (2) derating 50-60°C

(3) Max. temp. adjustable by 1,5°C for every 100 m above the reference altitude of 1000 m

(example: 2200 msnm : 50°C-(1,5*(2200-1000)/100) = 32°C); (4) S=f(Vac), S=Snom a Vac=1pu

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 4 – Trasformazione MT/BT – Skid

Di seguito si riporta un datasheet di un fornitore primario per la trasformazione MT/BT.



>
Renewable
Energy Solutions



00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

> Multi-Megawatt Converter Station

SI-2800 \ SI-3000 \ SI-3200 \ SI-3400

> INPUT DATA				
MPPT voltage @ rated power	740-1250 Vdc	790-1250 Vdc	840-1250 Vdc	890 - 1250 Vdc
Max. input voltage (VOC)	1500 Vdc			
Maximum current	4000 A			
Number of inputs / Measurement	24 per pole / 24 DC current measurement			
> OUTPUT DATA				
Output rated power	2800 kW	3000 kW	3200 kW	3400 kW
Output apparent maximum power (kW)	3000 kVA	3200 kVA	3400 kVA	3600 kVA
Output voltage	Up to 36 kV			
Frequency	50/60 Hz			
MV transformer configuration ⁽¹⁾	Hermetically sealed oil			
MV transformer efficiency ⁽²⁾	COBk/ or AOBk, Other options available			
SF6 insulated MV switchgear	2L+1P motorised fuse, Optional: protection switch			
> COMMUNICATIONS				
Open protocol	TCP/IP ethernet, RS-485, PetQ analogue signal			
SCADA panel	Free space available for integration of SCADA client			
Communications integration	Optional: Fibre optic connection to the photovoltaic plant controller and SCADA			
> CENTRE DATA				
Skid dimensions	Length 9.7 m, Width 2.4 m, Height 2.8 m			
Total weights	22 Tn	22 Tn	23 Tn	24 Tn
> AUXILIARY POWER SUPPLY				
Auxiliary centre transformer	230 V, 400 V, 50/60 Hz 15 kVA, (9 KVA) Other powers available			
Centre auxiliary service	General control panel with auxiliary automatic circuit-breakers, lighting, power supply, inverter and auxiliary MCB			
> ENVIRONMENTAL EVALUATION				
Protection rating according to EN 60529	IP54			
Permissible ambient temperature ⁽³⁾	-20°C ...+50°C			
Relative humidity, non-condensing	5% - 95% non-condensing			
Max. altitude (above sea level) ⁽³⁾	3000 m			
Paint coating	C3H Optional C4 C5-M			
Temperature control	Forced air with temperature control			
> CENTRE CHARACTERISTICS				
Structure material	Steel, sandwich panels, insulation in walls and ceiling (panels and communication board room)			
Cabling	Inlet and outlet holes for underground wiring			

- > (1) For other available configurations, contact **Jema** | (2) Other options available for AOBk European countries
 (3) Maximum temperature at rated power. Adjustable by 1.5°C for every 100 m above the reference altitude of 1000 m
 (eg. 2200 m => 50°C. $(1.5 * (2200-1000) / 100) = 32°C$)

00	06-08-2021	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione