



REGIONE SICILIA



PROVINCIA DI TRAPANI



COMUNE DI MAZARA DEL VALLO



COMUNE DI SANTA NINFA



COMUNE DI CASTELVETRO

Proponente

Solar Tier S.r.l.

Progettista:

**SeaWindPower**

Partnered by:



Progettazione

~~Ing. Francesco Desiderio Lanzalaco~~  
 Via A. Ognibene n. 107  
 92013 - Menfi (AG)  
 seawindpower@pec.it

**Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 4488**

Studio  
 Botanico  
 Faunistico e  
 Agronomico

**Dott. For. Giuseppe D'Angelo**

Corso Umberto I n. 140  
 90010 - Gratteri (PA)  
 g.dangelo@conafpec.it

SIA  
PMA

**Ing. Francesco Desiderio Lanzalaco**  
 Via A. Ognibene n. 107  
 92013 - Menfi (AG)  
 seawindpower@pec.it

V.I. ARCH.

**Dott. Sebastiano Muratore**

Via G. P. Giraldi n. 16  
 90123 - Palermo (PA)  
 mutatore@pec.paropos.com

Studio Idraulico

**Ing. Dario Tricoli**  
 Via Carlo Pisacane n. 25/F  
 88100 - Catanzaro (CZ)  
 ruwa@pec.ruwa.it

Studio  
 Geologico  
 Geofisico ed  
 Idrogeologico

**Dott. Leonardo Mauceri**

Via Olanda n. 15  
 92010 - Montevago (AG)  
 geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it

Opera

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato **Aurora**

Oggetto

Codice elaborato interno - Titolo elaborato:  
 ARRS0R08-00 – RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

00

11/05/2022

Emissione per progetto definitivo

Ing. F.D. Lanzalaco

Ing. P. Ferro

Solar Tier S.r.l.

Rev.

Data

Oggetto della revisione

Elaborazione

Verifica

Approvazione

## INDICE

<b>1</b>	<b>Valenza dell’iniziativa .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Oggetto dell’intervento.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Descrizione del sistema.....</b>	<b>5</b>
3.1	Sito di installazione.....	5
3.2	Tipologia di connessione .....	6
3.3	Configurazione impianto .....	7
3.4	Componenti dell’impianto.....	8
3.4.1	Moduli fotovoltaici.....	9
3.5	Strutture di sostegno moduli FV.....	14
3.6	MVPS (Power Station) .....	16
3.6.1	Generalità .....	16
3.6.2	MVPS (Power Station) 2800-S2.....	18
3.6.3	MVPS (Power Station) 4000-S2.....	23
3.6.4	MVPS (Power Station) 4200-S2.....	28
3.6.5	Trasformatore BT/MT.....	31
3.6.6	Interruttore di Media Tensione.....	32
3.6.7	Quadri Servizi Ausiliari .....	32
3.6.8	Trasformatore BT/BT .....	33
3.6.9	UPS per Servizi Ausiliari .....	33
3.6.10	Sistema centralizzato di comunicazione .....	33
<b>4</b>	<b>Cabine parallelo di campo.....</b>	<b>33</b>
4.1	Quadro di Media Tensione .....	35
4.1.1	Quadro MT a tre scomparti .....	35
4.1.2	Quadro MT a quattro scomparti.....	37
4.1.3	Quadro MT a cinque scomparti .....	37
4.1.4	Quadro MT a sei scomparti .....	37
4.2	Trasformatore Servizi Ausiliari.....	38
<b>5</b>	<b>Quadro di protezione BT .....</b>	<b>38</b>
5.1	Quadro String Box.....	39
<b>6</b>	<b>Collegamenti elettrici e cablaggi.....</b>	<b>41</b>
6.1	Cavi solari.....	41
6.2	Cavi D.C.....	41
6.2.1	Collegamento stringhe al string-box .....	41
6.2.2	Collegamenti STRING BOX - INVERTER .....	42

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

6.3	Cavi MT .....	42
6.3.1	Tracciato interno interconnessione cabine di sottocampo .....	42
6.3.2	Tracciato esterno .....	43
<b>7</b>	<b>Buche giunti .....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>Cavi Bassa Tensione BT .....</b>	<b>44</b>
8.1	Cavi ausiliari BT .....	44
<b>9</b>	<b>Cavi speciali: cavi di controllo e TLC.....</b>	<b>45</b>
<b>10</b>	<b>Misura dell'energia.....</b>	<b>46</b>
10.1	Misura dell'energia elettrica prodotta .....	46
10.2	Misura energia scambiata con la rete .....	46
<b>11</b>	<b>Sistema di messa a terra .....</b>	<b>46</b>
<b>12</b>	<b>Sistema scada.....</b>	<b>47</b>
<b>13</b>	<b>Sistema di monitoraggio .....</b>	<b>48</b>
<b>14</b>	<b>Impianti elettrici servizi ausiliari.....</b>	<b>50</b>
14.1	Impianto di illuminazione e prese FM .....	50
14.2	Impianto di illuminazione aree esterne.....	50
<b>15</b>	<b>Sistema di sicurezza .....</b>	<b>51</b>
15.1	Protezione perimetrale.....	51
15.2	Videosorveglianza.....	51
15.3	Sistema di dissuasione.....	52
15.4	Sistema antincendio .....	52
<b>16</b>	<b>Protezione contro i contatti diretti .....</b>	<b>53</b>
16.1	Generalità.....	53
16.2	Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata.....	53
16.2.1	Misure di protezione totale .....	53
16.2.2	Misure di protezione parziale .....	54
16.3	Misura di protezione addizionale mediante interruttori differenziali .....	54
16.4	Protezione contro i contatti diretti lato corrente continua .....	54
<b>17</b>	<b>Protezione contro i contatti indiretti .....</b>	<b>55</b>
17.1	Generalità.....	55
17.2	Protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata.....	55
17.3	Protezione contro i contatti indiretti lato corrente continua .....	56
<b>18</b>	<b>Protezione da corto circuiti .....</b>	<b>57</b>
18.1	Protezione da corto circuiti lato corrente alternata.....	57
18.2	Protezione da corto circuiti lato corrente continua .....	57

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

---

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetroano (TP), denominato Aurora*

<b>19</b>	<b>Protezione dalle fulminazioni .....</b>	<b>57</b>
<b>20</b>	<b>Sistema di monitoraggio e controllo .....</b>	<b>57</b>
<b>21</b>	<b>Normative di riferimento .....</b>	<b>58</b>

# RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

## 1 Valenza dell'iniziativa

In questi anni, la tecnologia fotovoltaica ha ricevuto crescente attenzione, soprattutto a causa delle esigenze di risparmio energetico e di riduzione dei gas serra, obiettivi fondamentali del Protocollo di Kyoto.

In questo ambito, la realizzazione di un impianto fotovoltaico rappresenta una soluzione adatta a rispondere agli attuali problemi ambientali in quanto consente i seguenti vantaggi:

- produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- applicazione di soluzioni di progettazione del sistema perfettamente compatibili con le esigenze di tutela del territorio.

Nel caso specifico l'impianto agro-voltaico in progetto verrà collegato alla rete elettrica di trasmissione nazionale (RTN) secondo il regime di cessione pura dell'energia prodotta.

## 2 Oggetto dell'intervento

Lo scopo del presente documento è definire tecnicamente un impianto di generazione elettrica con l'utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

L'impianto, della potenza nominale complessiva di 57.338,58 kWp, verrà realizzato a terra su terreni a destinazione d'uso prevalentemente di tipo agricolo ubicati nei territori del Comune di Mazara del Vallo in provincia di Trapani (TP) con connessione alla rete RTN in Alta Tensione (AT).

## 3 Descrizione del sistema

### 3.1 Sito di installazione

L'impianto fotovoltaico sarà installato a terra.

L'area di installazione ha un'estensione di circa 82 ettari (820.000 m<sup>2</sup>) (segue immagine inquadramento area dei sottocampi FTV), ricadente in zona agricola ed attualmente è interessata prevalentemente ad uso seminativo in linea con le peculiarità del territorio in cui ricade.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da quattro sotto campi che sorgeranno nella porzione occidentale del territorio siciliano, in particolare nel Comune di Mazara del Vallo in Provincia di Trapani (TP).

Di seguito si riportano i dettagli di ciascun sotto campo.

Comune	Sotto campo	Coordinate	n. moduli	Potenza di picco DC [kWp]	Potenza AC [kVA]
Mazara Del Vallo	FV 01	37°42'42.67"N, 12°42'20.86"E	59.748	34.056,36	32.200,00
Mazara Del Vallo	FV 02	37°41'17.93"N, 12°42'38.13"E	10.660	6.076,20	5.600,00
Mazara Del Vallo	FV 03	37°42'18.88"N, 12°43'25.19"E	8.138	4.638.660	4.200,00
Mazara Del Vallo	FV 04	37°42'44.64"N, 12°43'45.17"E	22.048	12.567,36	12.400,00
<b>Totale</b>			<b>100.594</b>	<b>57.338,58</b>	<b>54.400,00</b>

Tabella 1 - Configurazione sottocampi

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

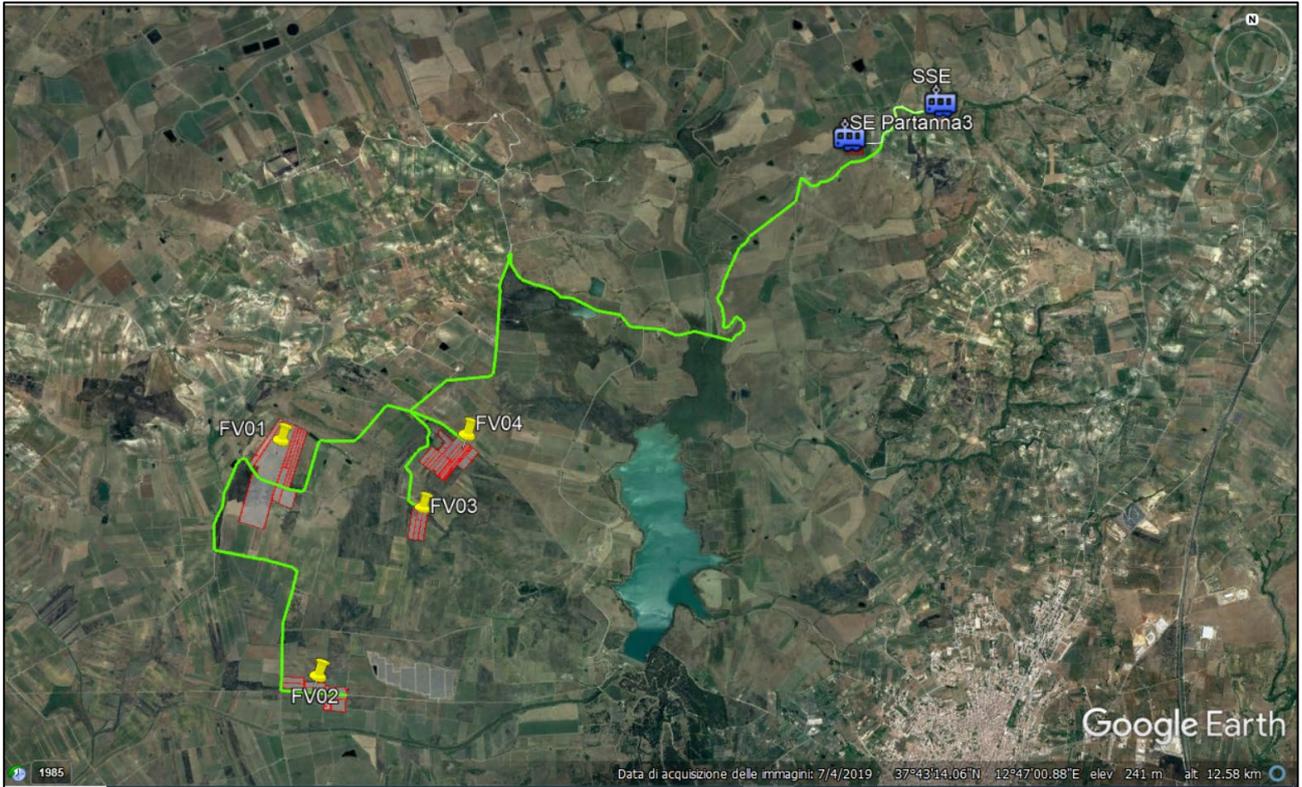


Figura 1 - Inquadramento territoriale su ortofoto

### 3.2 Tipologia di connessione

L'impianto sarà connesso alla rete di trasmissione dell'energia elettrica nazionale secondo il regime di cessione pura dell'energia prodotta.

Verrà allacciato alla rete in modalità AT trifase a livello di tensione nominale e di esercizio pari a 220 kV, a valle del punto di consegna fiscale dell'energia, rispettando le normative vigenti, in particolare quelle relative alle disposizioni di TERNA per il collegamento dell'impianto alla rete pubblica RTN.

Ai fini del collegamento dell'impianto alla rete la società SOLAR TIER SRL ha provveduto ad inoltrare apposita richiesta di connessione a TERNA S.p.A. ai sensi della Delibera n. 99/08 dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente e s.m.i.. Con l'emissione del preventivo di connessione da parte di TERNA sono definite, in rapporto all'assetto attuale della rete, le opere e gli eventuali oneri di allacciamento ed adempimenti vari che dovessero rendersi necessari ai fini del collegamento dell'impianto.

La realizzazione della connessione in parallelo alla rete pubblica, rispetterà le prescrizioni tecniche ed i criteri di allacciamento riportati nella Norma CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica".

L'energia elettrica prodotta dai sotto campi fotovoltaici sarà convogliata con 3 (tre) elettrodotti interrati alla tensione di esercizio 30 kV, che rappresentano le dorsali principali esterne con caratteristiche come da tabella di seguito, alla Sottostazione di Trasformazione MT/AT (stazione di utente) dove la tensione viene innalzata dal livello 30 kV a 220 kV con un trasformatore elevatore di potenza MT/AT per poi essere ceduta alla RTN.

La società SOLAR TIER SRL ha individuato in zona altre iniziative simili cumulabili e condividerà con altri produttori le opere e le infrastrutture per la connessione del proprio impianto fotovoltaico alla rete RTN.

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

Nello specifico la società SOLAR TIER realizzerà il proprio stallo trasformazione 30/220 kV, condividendo le opere comuni, nella stazione UTENTE in capo al produttore REPOWER RENEWABLE S.p.A. e condividerà le opere di rete per la connessione e lo stallo linea in stazione di utente con altri produttori.

Il collegamento della stazione di utente è previsto in "ANTENNA" da realizzarsi con elettrodotto interrato, alla tensione 220 kV, che dovrà attestarsi al punto di connessione (PdC) previsto presso la SE TERNA "PARTANNA 3", così come individuato e definito nella STMG di TERNA.

Elettrodotto	Sotto Campo	Potenza [kVA]	Potenza totale [kVA]	Corrente [A]	Lunghezza [m]
L1	FV03: C11	4.200	16.600	319,467	11.562
	FV04: C14, C13, C12	12.400			
L2	FV01: C07, C08, C06	11.200	16.800	323,316	12.797
	FV02: C10, C9	5.600			
L3	FV01: C01, C02, C03, C04, C05	21.000	21.000	404,145	13.048

Tabella 2 - Dorsali esterne

### 3.3 Configurazione impianto

Il generatore fotovoltaico è costituito da n.4 sottocampi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Sotto campo	Potenza dc [kWp]	Potenza ac [kVA]
FV 01	34.056,36	32.200,00
FV 02	6.076,20	5.600,00
FV 03	4.638,66	4.200,00
FV 04	12.567,36	12.400,00
Totale	57.338,58	54.400,00

Tabella 3 - Configurazione generatore FTV

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, fondate su pali infissi nel terreno.

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a 57,34 MWp (49 MW in immissione), intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Il generatore è composto complessivamente da 100.594 moduli fotovoltaici da 570 Wp in silicio monocristallino, collegati in serie da 26 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da inverter modulari centralizzati per ciascuna Power Station.

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 4 campi di potenza variabile; le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi di 14÷16 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 247), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso le Power Station, giungendo così in ingresso agli inverter, i quali prevedono già a bordo macchina il sezionamento e la protezione dalle sovratensioni e dalle correnti di ricircolo.

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in campi, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c.

Sottocampo	MVPS Cabina sottocampo	N. stringbox	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente Stringbox [A]	N° Moduli per inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Potenza Sottocampo [kW]
FV01	P01	19	304	228	7.904	3.514,12	28.980
	P02	19	304	228	7.904	3.514,12	
	P03	18	288	228	7.488	3.329,16	
	P04	18	316	228	8.216	3.652,83	
		2		199,50			
	P05	11	296	228	7.696	3.421,64	
		8		213,75			
	P06	6	194	228	5.044	2.242,56	
7		199,50					
P07	13	306	228	7.956	3.537,24		
	7		199,50				
P08	12	290	228	7.540	3.352,28		
	7		199,50				
FV02	P09	13	208	228	5.408	2.404,40	5.040
	P10	10	202	228	5.252	2.335,04	
3		199,50					
FV03	P11	13	313	228	8.138	3.618,15	
		7		213,75			
FV04	P12	14	280	228	7.280	3.236,69	
		4		199,50			
	P13	11	281	228	7.306	3.248,25	
		7		213,75			
	P14	17	287	228	7.462	3.317,61	
		1		213,75			
<b>TOTALI</b>		<b>247</b>	<b>3.869</b>		<b>100.594</b>		<b>48.960</b>

*Tabella 4 - Dettaglio dimensionamento impianto*

### 3.4 Componenti dell'impianto

I componenti dell'impianto fotovoltaico sono:

- Moduli fotovoltaici in silicio
- Strutture di appoggio e sostegno dei moduli fotovoltaici
- Quadro di campo parallelo DC (string box)
- MVPS (Power Station). Unità compatta con: convertitore statico centralizzato DC/AC, trasformatore elevatore BT/MT, unità protezione trafo MT
- Cavi elettrici e cablaggio
- Cabine di parallelo/sezionamento
- Cavi MT
- Sistema di messa a terra
- Sistema di sicurezza e controllo

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

Il sistema fotovoltaico sarà suddiviso in: sottocampi, gruppi/sezioni e stringhe.

Per *stringa fotovoltaica* si intende un insieme di moduli collegati tra loro in serie: la tensione resa disponibile ai capi dalla stringa è data dalla somma delle tensioni VMP fornite dai singoli moduli che compongono la stringa; il sistema è dimensionato in modo che la tensione ai capi della stringa sia inferiore alla tensione massima del modulo.

Un *gruppo/sezione fotovoltaico* è un insieme di più stringhe connesse in serie / parallelo. Il parallelo è previsto all'interno del string box (quadro parallelo di campo); il sistema è configurato con il parallelo di 14÷16 stringhe.

Il sistema è dimensionato in modo che la corrente erogata dal gruppo, pari alla somma delle correnti che fluiscono in ogni stringa, sia inferiore alla corrente massima ammessa all'ingresso dell'inverter lato dc.

Un *sottocampo fotovoltaico* è un insieme di più gruppi connessi in parallelo, la corrente erogata dal sotto campo è la somma delle correnti che fluiscono in ogni gruppo.

Pertanto, dal punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da moduli che sono collegati in serie al fine di costituire una "stringa".

Nel complesso, il campo fotovoltaico risulta essere organizzato in modo da ottenere diversi "sotto campi" elettricamente indipendenti tra loro, ottenuti dal parallelo di diverse stringhe ed ognuno gestito dal relativo inverter.

### 3.4.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto sono in Mono silicio bifacciale ad alta efficienza di tipo N, modulo a doppio vetro a mezza cella serie / tipo JKM570N-72HL4-BDV marchiati Jinko Solar con potenza di picco di 570 Wp o similari.

I moduli bifacciali raccolgono energia sia sul lato anteriore che su quello posteriore, catturando l'irraggiamento riflesso dalla superficie del terreno sotto e intorno al tracker e da altri moduli. A seconda delle condizioni del sito, il guadagno di rendimento bifacciale può raggiungere il +30 per cento.

- Caratteristiche dei moduli, come da tabelle di seguito:

SPECIFICHE MECCANICHE	
LUNGHEZZA	2278 mm
LARGHEZZA	1134 mm
SPESSORE	30 mm
PESO	32 kg
Numero di celle	144 (6x24)
TELAIO/CORNICE	Alluminio anodizzato
VETRO anteriore	2.0 mm rivestimento antiriflesso
VETRO posteriore	2,0 mm, vetro rinforzato al calore
SCATOLA DI GIUNZIONE	IP68
Lunghezza del cavo	1x4 mm <sup>2</sup> , (+) 400 mm; (-) 200 mm
Connettore	Compatibile MC4

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

CARATTERISTICHE ELETTRICHE ALLE CONDIZIONI STANDARD *	
Picco di potenza (P <sub>MAX</sub> ) [Wp]	570 (Lato anteriore)
Tensione MPP (V <sub>MPP</sub> ) [V]	42,29
Corrente MPP (I <sub>MPP</sub> ) [A]	13,48
Tensione a circuito aperto (V <sub>OC</sub> ) [V]	51,07
Corrente di cortocircuito (I <sub>SC</sub> ) [A]	14,25
Massima tensione di sistema	1500 VDC (IEC)
Efficienza del modulo [%]	22.07
COEFFICIENTI DI TEMPERATURA	
α: coefficiente di temperatura della I <sub>SC</sub>	+0.046 %/°C
β: coefficiente di temperatura di V <sub>oc</sub>	-0.25%/°C
δ: coefficiente di temperatura della PMPP	-0.30%/°C

\*STC: Irraggiamento 1000 W/m<sup>2</sup>, Temperatura cella 25°C, AM1.5

PROPRIETA' OPERATIVE	
Temperatura di esercizio	-40°C~+85°C
Valore nominale massimo dei fusibili in serie	30A
Tolleranza di potenza	0~+3%
Fattore bifacciale	80±5%
Temperatura nominale di esercizio della cella (NOCT)	45±2°C

www.jinkosolar.com



# Tiger Neo N-type 72HL4-BDV 550-570 Watt

BIFACIAL MODULE WITH  
DUAL GLASS

## N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

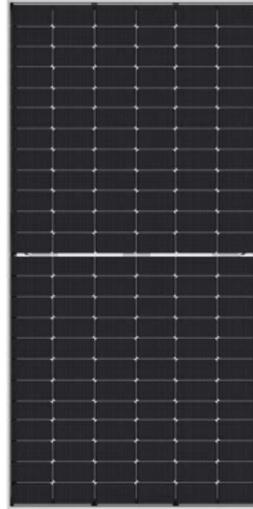
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



## Key Features



### SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



### Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.



### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

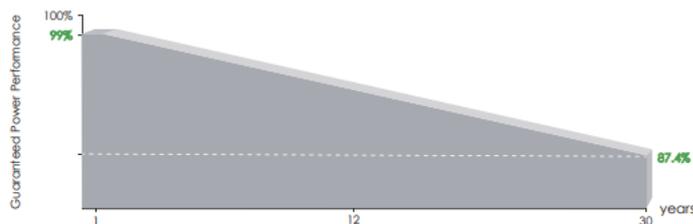


### Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



12 Year Product Warranty

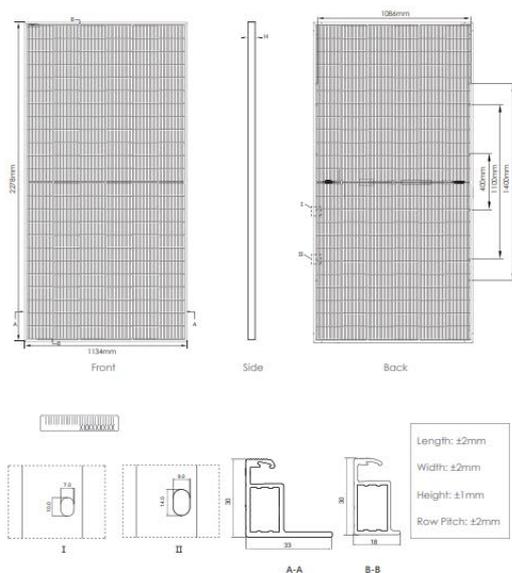
30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

# RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

## Engineering Drawings



## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2278×1134×30mm (89.69×44.65×1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

## Packaging Configuration

( Two pallets = One stack )

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 720pcs/ 40'HQ Container

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM550N-72HL4-BDV		JKM555N-72HL4-BDV		JKM560N-72HL4-BDV		JKM565N-72HL4-BDV		JKM570N-72HL4-BDV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	550Wp	414Wp	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.58V	39.13V	41.77V	39.26V	41.95V	39.39V	42.14V	39.52V	42.29V	39.65V
Maximum Power Current (Imp)	13.23A	10.57A	13.29A	10.63A	13.35A	10.69A	13.41A	10.75A	13.48A	10.81A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.27V	47.75V	50.47V	47.94V	50.67V	48.13V	50.87V	48.32V	51.07V	48.51V
Short-circuit Current (Isc)	14.01A	11.31A	14.07A	11.36A	14.13A	11.41A	14.19A	11.46A	14.25A	11.50A
Module Efficiency STC (%)	21.29%		21.48%		21.68%		21.87%		22.07%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

## BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

		JKM550N-72HL4-BDV				
		5%	15%	25%	35%	45%
5%	Maximum Power (Pmax)	578Wp	583Wp	588Wp	593Wp	599Wp
	Module Efficiency STC (%)	22.36%	22.56%	22.77%	22.97%	23.17%
15%	Maximum Power (Pmax)	633Wp	638Wp	644Wp	650Wp	656Wp
	Module Efficiency STC (%)	24.48%	24.71%	24.93%	25.15%	25.37%
25%	Maximum Power (Pmax)	688Wp	694Wp	700Wp	706Wp	713Wp
	Module Efficiency STC (%)	26.61%	26.86%	27.10%	27.34%	27.58%

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> Cell Temperature 25°C AM=1.5  
NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup> Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

©2021 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.  
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

JKM550-570N-72HL4-BDV-F1-EN (IEC 2016)

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

L'inclinazione e l'orientamento scelti per i moduli fotovoltaici permettono di ottimizzare l'energia captata dalla superficie attiva del campo durante l'intera durata dell'anno.

Al fine di evitare l'ombreggiamento reciproco tra le file, esse saranno distanziate di una lunghezza opportuna che tiene conto anche della pendenza intrinseca del terreno.

Sotto campi	Gruppi	Struttura tracker	MVPS	Moduli FV	Potenza dc [kWp]	Potenza ac [kVA]
FV01	8	1.191	8	59.748	34.056,36	32.200
FV02	2	240	2	10.660	6.076,20	5.600
FV03	1	161	1	8.138	4.638,66	4.200
FV04	3	442	3	22.048	12.567,36	12.400
<b>Totale</b>	<b>14</b>	<b>2.034</b>	<b>14</b>	<b>100.594</b>	<b>57.338,58</b>	<b>54.400</b>

Tabella 5 – Dettaglio dimensionamento impianto

I gruppi o sezioni vengono a loro volta suddivise in 3870 stringhe che raggruppate e messe in parallelo (nei quadri di campo/string box) in gruppi di 14,15,16 stringhe vanno a costituire gli ingressi DC del sistema MPPT dell'inverter delle MVPS (Power Station).

Ogni stringa sarà composta da 26 moduli da 570 Wp; questa implementazione impiantistica ha comportato il raggiungimento della potenza di picco pari a 57.338 kWp.

Il sistema fotovoltaico è configurato in modalità tale che in corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10°C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (+70°C) siano verificate le seguenti disuguaglianze:

### TENSIONI MPPT

- Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a +70 ° C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ )
- Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 ° C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ )

I valori di MPPT rappresentano i limiti minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

### TENSIONE MASSIMA

- Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 ° C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

### TENSIONE MASSIMA MODULO

- Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 ° C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo FV.

### **CORRENTE MASSIMA**

- Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

### **3.5 Strutture di sostegno moduli FV**

L'impianto sarà costituito da moduli fotovoltaici posizionati su strutture ad inseguimento monoassiale con inseguimento E-O, ancorate a terra attraverso apposite fondazioni, e connessi elettricamente in stringhe serie / parallelo su inverter centralizzati in bassa tensione.

Le strutture scelte per l'alloggiamento dei pannelli fotovoltaici sono della SOLTEC tipo SF7 bifacciale, o similare.

Le caratteristiche standard SF7 offrono compatibilità bifacciale drop-in con altezza di montaggio più elevata, retro privo di ombre e superfici riflettenti a corridoio largo. Oltre a ottimizzare intrinsecamente il guadagno bifacciale, le caratteristiche standard consentono altri vantaggi economici e prestazionali, che si traducono anche in un doppio del tasso MW-per-pass di lavaggio dell'array e controllo della vegetazione, riducendo i costi di O&M.

Le strutture previste a progetto sono di due tipologie / configurazioni:

- 2x13, per l'alloggiamento di 26 moduli, su 2 file da 13, per una potenza di picco pari a 14,820 kWp
- 2x26, per l'alloggiamento di 52 moduli, su 2 file da 26, per una potenza di picco pari a 29,640 kWp

Tali configurazioni consentono anche di semplificare e ridurre i tempi di cablaggio delle stringhe essendo a progetto previsto che la "stringa" sia costituita dalla serie di 26 pannelli FV.

Le strutture scelte sono ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione lungo la direttrice Nord – Sud, particolarmente indicati per i paesi a bassa latitudine in cui il percorso del sole è mediamente più ampio durante l'anno, e permettono al piano dei pannelli di seguire la rotazione del sole E-O.

Caratteristiche delle strutture:

- a) La struttura 2x26 è costituita da n° 6 campate sulle quali sono adagiati n° 52 pannelli disposti su due file. La larghezza complessiva di tale struttura mobile è pari a 4,706 m e lunghezza complessiva pari a 30,80 m, con dimensioni del pannello, predisposto sul lato corto, pari a: larghezza 1,134 m, lunghezza 2,278 m.
- b) La struttura 2x13 è costituita da n° 4 campate sulle quali sono adagiati n° 26 pannelli disposti su due file. La larghezza complessiva di tale struttura mobile è pari a 4,706 m e lunghezza complessiva pari a 15,752 m.

I pannelli sono collegati, per mezzo di profilati trasversali, ad un'asse centrale che ruota attorno alla direttrice nord-sud grazie ad un dispositivo meccanico. L'asse orizzontale è posto ad una altezza pari a 2,538 m fuori terra, con un angolo di rotazione di +/- 60°, sfruttando così al meglio l'assorbimento dell'energia solare.

Il corrente che governa il moto della struttura è sostenuto da n.3 pilastri (tipo 2x13) e da n.5 pilastri (tipo 2x26) cui è collegato mediante delle cerniere con asse parallelo all'asse di rotazione. Nella cerniera centrale trova collocazione una ghiera metallica che, collegata ad un motore ad azionamento remoto, regola l'inclinazione del piano dei pannelli. I pilastri di sostegno sono immorsati nel terreno ad una profondità

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetrano (TP), denominato Aurora

variabile in funzione delle caratteristiche meccaniche e litostratigrafiche dei terreni di fondazione. Le modalità di ammassamento di tali profilati variano dalla infissione (battitura) alla trivellazione. In alcuni casi le fondazioni potrebbero consistere anche in zavorre in c.a.

Le strutture previste a progetto sono rappresentate nelle figure seguenti.

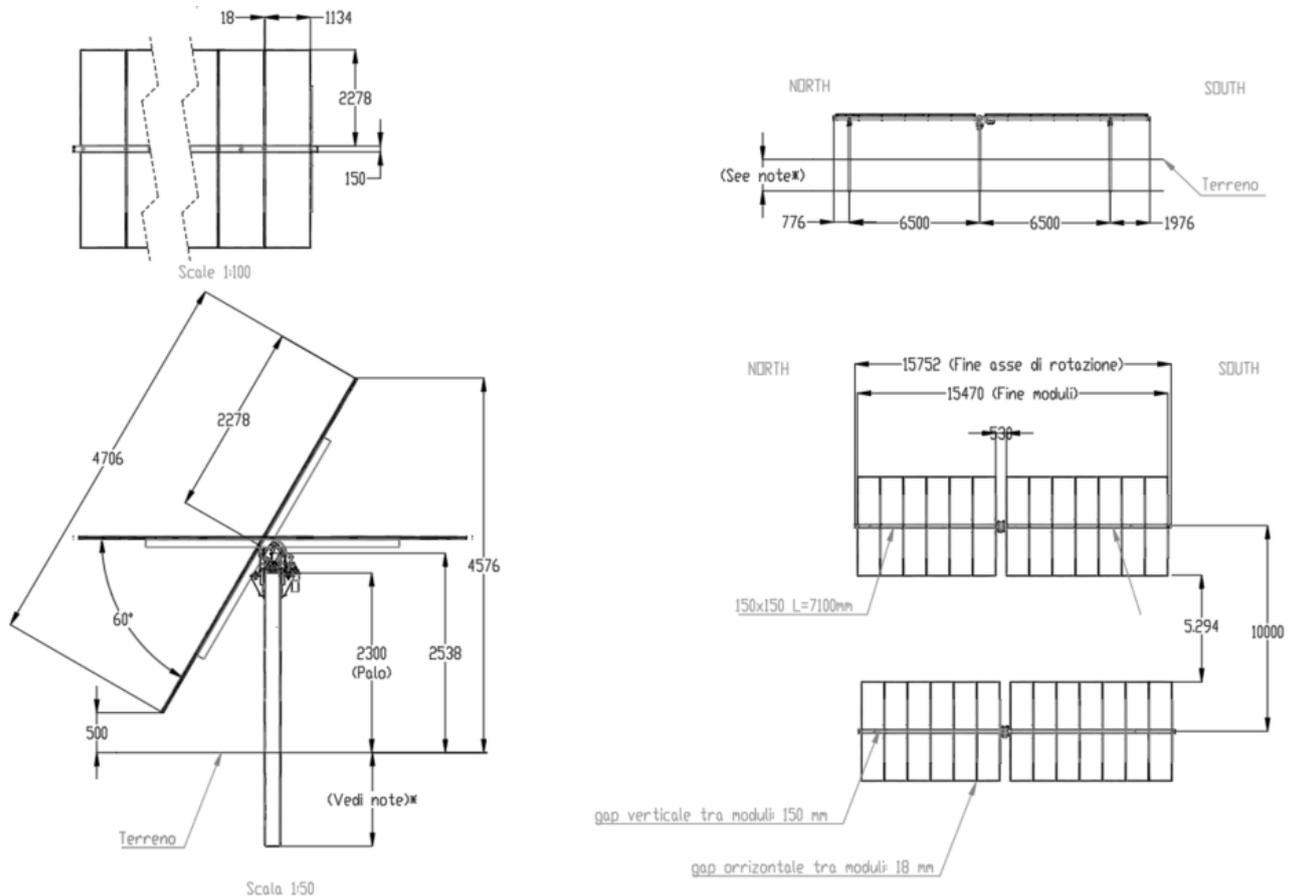
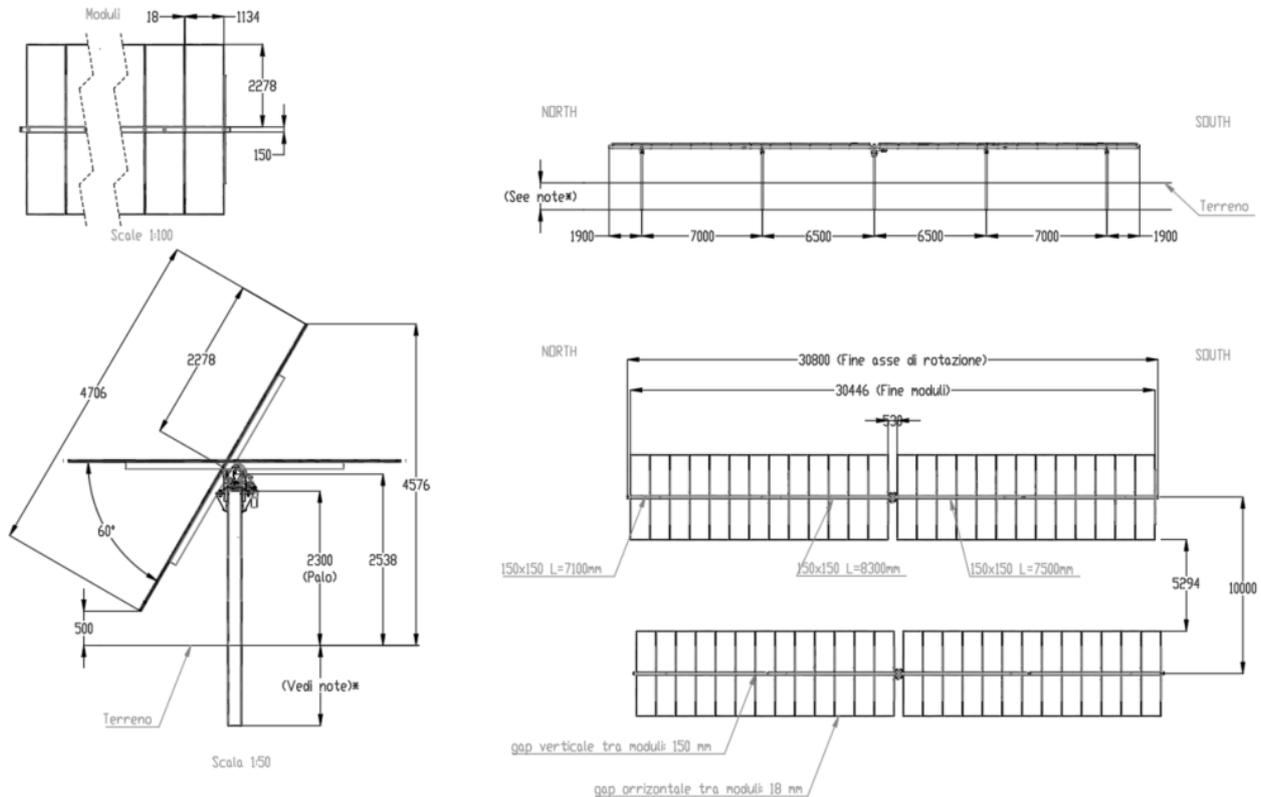


Figura 2 – Tracker 2x13

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora



### 3.6 MVPS (Power Station)

#### 3.6.1 Generalità

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica del campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

L'energia condizionata dal sistema di conversione CC/CA (inverter) sarà immessa nel lato BT di un trasformatore elevatore al livello di tensione 0.60÷0.63 kV ed elevato al livello di 30 kV, la potenza del trasformatore sarà scelta in funzione della potenza dei sottocampi.

La Power Station è costituita da elementi prefabbricati di tipo containerizzati, progettati per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità nell'ambiente in cui verranno installati.

Tutte le componenti sono idonee per l'installazione in esterno (inverter e trasformatore MT/BT), mentre i quadri MT e BT verranno installati all'interno di apposito shelter metallico IP54, con differenti compartimenti per le diverse sezioni di impianto.

Le pareti e il tetto dello shelter sono isolati al fine di garantire una perfetta impermeabilità all'acqua e un corretto isolamento termico.

Tutte le apparecchiature saranno posate su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni, ove saranno stati predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale.

Ciascuna Power Station conterrà al suo interno 1 inverter collegato al lato BT del trasformatore elevatore BT/MT.

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

Nella stessa sarà presente un impianto elettrico completo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto necessario al perfetto funzionamento della power station. Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza, il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

Tutte le componenti esterne saranno dotate di tutti quei provvedimenti al fine di garantire la massima protezione in condizioni climatiche quale l'ambiente di installazione.

Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole l'ispezione, la manutenzione e la riparazione.

Lo shelter di installazione quadri MT-BT è un cabinato metallico realizzato interamente di acciaio zincato a caldo, con rifiniture esterne che assicurano la minore manutenzione durante la vita utile dell'opera. Il box è costituito da un mini skid realizzato ad hoc per contenere materiale di natura elettrica. Il box è realizzato per garantire una protezione verso l'esterno secondo la normativa EN60529.

Le pareti e la pavimentazione sono sufficientemente isolati attraverso dei pannelli che garantiscono anche l'impermeabilizzazione dell'intero impianto. In più, dal punto di vista strutturale, sarà realizzato un collegamento tra lo shelter e la sua fondazione al fine di prevenire qualsiasi tipo di spostamento verticale dello shelter.

In corrispondenza del pavimento sono presenti alcune aperture per il passaggio dei cavi (coperte con fibrocemento compresso), e aperture per accesso alla fondazione.

Tutti i componenti metallici sono trattati prima dell'assemblaggio. Le pareti esterne sono invece trattate mediante l'uso di un rivestimento impermeabile e additivi che consentono di garantire la completa aderenza alla struttura, resistenza massima agli agenti atmosferici anche in ambienti industriali e marini fortemente aggressivi.

Tutti gli ambienti del cabinato, sono attrezzati con porte con apertura esterna.

Sono previste tre diverse tipologie di Power Station, come di seguito rappresentato:

- n° 3 Power Station **tipo A** (per sottocampi C06, C09, C10) di potenza pari a **2800 kVA**, in soluzione containerizzata standard 20' (6058 mm x 2896 mm x 2438 mm), produttore SMA, modello **MVPS-2800-S2** equipaggiata con: n. 1 inverter modulare SC 2800 UP, trasformatore elevatore BT/MT 0,63/30 kV da 2800 kVA;
- n° 1 Power Station **tipo B** (per sottocampo C12) di potenza pari a **4000 kVA**, in soluzione containerizzata standard 20' (6058 mm x 2896 mm x 2438 mm), produttore SMA, modello **MVPS-4000-S2** equipaggiata con: n. 1 inverter modulare SC 4000 UP, trasformatore elevatore BT/MT 0,60/30 kV da 4000 kVA;
- n° 10 Power Station **tipo C** (per sottocampi C01, C02, C03, C04, C05, C07, C08, C11, C13, C14) di potenza pari a **4200 kVA**, in soluzione containerizzata standard 20' (6058 mm x 2896 mm x 2438 mm), produttore SMA, modello **MVPS-4200-S2** equipaggiata con: n. 1 inverter modulare SC 4200 UP, trasformatore elevatore BT/MT 0,63/30 kV da 4200 kVA.

Le unità Power Stations (MVPS) inoltre prevedono, connesse e cablate le seguenti apparecchiature:

- trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari della medesima unità di potenza opportuna;

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

- Sezionatore di carico CC lato ingresso
- Interruttore automatico di carico uscita inverter lato AC
- Interruttore in vuoto di media tensione a protezione del trasformatore elevatore BT/MT
- Scaricatore di sovratensione lato ingresso CC e uscita AC

Le Power Stations previste sono totalmente prefabbricate da assemblare in sito.

Si evidenzia che in fase esecutiva saranno prodotti dal costruttore gli elaborati di calcolo strutturale ai fini del deposito presso gli uffici del Genio Civile competente.

### 3.6.2 MVPS (Power Station) 2800-S2

Di seguito si riporta la scheda tecnica con le principali caratteristiche tecniche:

MV POWER STATION  
2660-S2 / 2800-S2 / 2930-S2 / 3060-S2



Figura 4 - MVPS 2800-S2

# MV POWER STATION

## 2660-S2 / 2800-S2 / 2930-S2 / 3060-S2

Technical Data	MVPS 2660-S2	MVPS 2800-S2
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	1 x SC 2660 UP	1 x SC 2800 UP
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	dependent on the selected inverters	
Integrated zone monitoring	c	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Rated power at SC UP (at -25°C to +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	2660 kVA / 2260 kVA	2800 kVA / 2380 kVA
Typical nominal AC voltages	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN <sup>2)</sup>	KNAN <sup>2)</sup>
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	2.8 kW / 2.1 kW	2.9 kW / 2.2 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	25.5 kW / 25.3 kW	26.5 kW / 26.3 kW
Max. total harmonic distortion	< 3%	
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)	c	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
<b>Inverter efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>3)</sup> / European efficiency <sup>3)</sup> / CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.7% / 98.6% / 98.5%	98.7% / 98.6% / 98.5%
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester type I	
Galvanic isolation	●	
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	
<b>General Data</b>		
Dimensions equal to 20-foot HC shipping container (W / H / D)	6058 mm / 2890 mm / 2438 mm	
Weight	< 13 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>	< 370 W	
Ambient temperature -25°C to +45°C / -25°C to +55°C	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP54	
Environment: standard / harsh	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fresh air consumption of inverter	6500 m <sup>3</sup> /h	
<b>Features</b>		
DC terminal	Terminal lug	
AC connection	Outer-cone angle plug	
Tap changer for MV-transformer: without / with	● / ○	
Shield winding for MV-Transformer: without / with	● / ○	
Monitoring package	c	
Station enclosure color	RAL 7004	
Transformer for external loads: without / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○	
Medium-voltage switchgear: without / 3 feeders	● / ○	
2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200	● / ○	
Short circuit rating medium voltage switchgear (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)	● / ○ / ○	
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Integrated oil containment: without / with	● / ○	
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1, CSC Certificate	
● Standard features ○ Optional features – Not available		
Type designation	MVPS-2660-S2	MVPS-2800-S2

Figura 5 - Datasheet MVPS 2800-S2

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

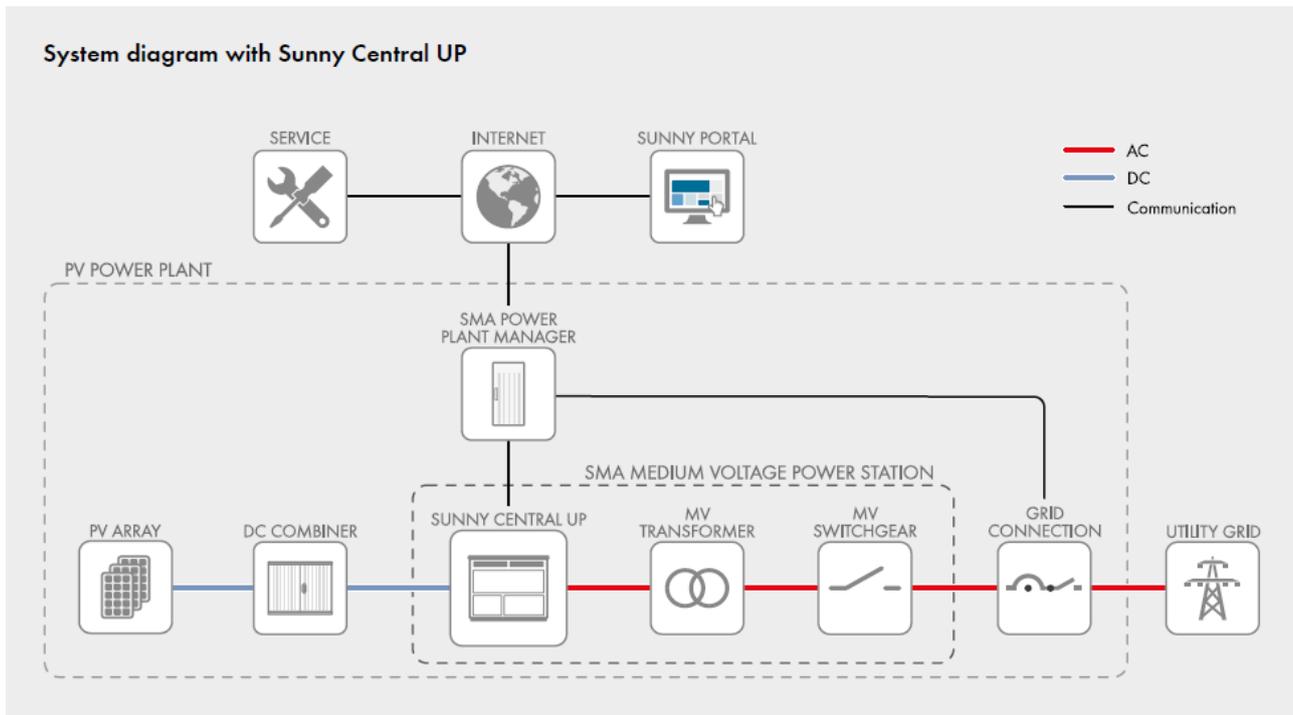


Figura 6 - Diagramma di sistema

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o inverter) attua il condizionamento e il controllo della potenza trasferita. Esso deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete del distributore o gestore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. In particolare il gruppo deve essere rispondente alle norme su EMC e alla Direttiva Bassa Tensione (73/23/CEE e successiva modifica 93/68/CEE).

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura devono essere compatibili con quelli del campo fotovoltaico a cui è connesso, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete del distributore o gestore alla quale viene connesso. Il convertitore deve, preferibilmente, essere basato su inverter a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed essere in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

I convertitori per applicazione fotovoltaico sono, come tutti gli inverter, costruiti con dispositivi a semiconduttore che commutano (si accendono e si spengono ON-OFF) ad alta frequenza (fino a 20 kHz); durante queste commutazioni si generano dei transitori veloci di tensione che possono propagarsi ai circuiti elettrici ed alle apparecchiature vicine dando luogo ad interferenze.

Le interferenze possono essere:

- Condotte ovvero essere trasmesse dai collegamenti elettrici
- Irradiate ovvero essere trasmesse come onde elettromagnetiche

Gli inverter devono essere dotati di marcatura CE, ciò vuol dire che si presume che rispettino le norme che limitano queste interferenze ai valori prescritti, senza necessariamente annullarle.

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

Inoltre le verifiche di laboratorio sono eseguite in condizioni standard che non sono necessariamente ripetute sui luoghi di installazione, dove peraltro possono essere presenti dispositivi particolarmente sensibili.

Quindi, per ridurre al minimo le interferenze è bene evitare di installare il convertitore vicino ad apparecchi sensibili e seguire le prescrizioni del costruttore, ponendo attenzione alla messa a terra dell'inverter, utilizzare cavidotti separati sia per l'ingresso dal campo fotovoltaico che per l'uscita in corrente alternata.

I gruppi di conversione adottati per tale tipologia di impianto sono composti dal componente principale inverter e da un insieme di componenti quali filtri e dispositivi di sezionamento - protezione e controllo che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

La Power Station **MVPS 2800-S2** prevede l'equipaggiamento di n° 1 inverter SC 2800 UP, di cui si riporta la scheda tecnica con le principali caratteristiche:

SUNNY CENTRAL UP



Figura 7 - Inverter Sunny Central (SC) 2800 UP

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

Technical Data	Sunny Central 2660 UP	Sunny Central 2800 UP
<b>DC side</b>		
MPP voltage range $V_{DC}$ [at 35 °C / at 50 °C]	880 V to 1325 V / 1100 V	921 V to 1325 V / 1100 V
Min. DC voltage $V_{DC, min}$ / Start voltage $V_{DC, start}$	849 V / 1030 V	891 V / 1071 V
Max. DC voltage $V_{DC, max}$	1500 V	1500 V
Max. DC current $I_{DC, max}$ / with DC coupling	3200 A / 4800 A	3200 A / 4800 A
Max. short-circuit current $I_{DC, SC}$	8400 A	8400 A
Number of DC inputs	Busbar with 26 connections per terminal, 24 double pole fused [32 single pole fused]	
Number of DC inputs with optional DC battery coupling	18 double pole fused [36 single pole fused] for PV and 6 double pole fused for batteries	
Max. number of DC cables per DC input (for each polarity)	2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm <sup>2</sup>	
Integrated zone monitoring	c	
Available PV fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
Available battery fuse size (per input)	750 A	
<b>AC side</b>		
Nominal AC power at $\cos \varphi = 1$ [at 35 °C / at 50 °C]	2667 kVA / 2400 kVA	2800 kVA / 2520 kVA
Nominal AC active power at $\cos \varphi = 0.8$ [at 35 °C / at 50 °C]	2134 kW / 1920 kW	2240 kW / 2016 kW
Nominal AC current $I_{AC, max}$ [at 35 °C / at 50 °C]	2566 A / 2309 A	2566 A / 2309 A
Max. total harmonic distortion	< 3% at nominal power	
Nominal AC voltage / nominal AC voltage range <sup>1) 2)</sup>	600 V / 480 V to 720 V	630 V / 504 V to 756 V
AC power frequency / range	50 Hz / 47 Hz to 53 Hz 60 Hz / 57 Hz to 63 Hz	
Min. short-circuit ratio at the AC terminals <sup>3)</sup>	> 2	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable <sup>4) 10)</sup>	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
<b>Efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>1)</sup> / European efficiency <sup>2)</sup> / CEC efficiency <sup>3)</sup>	98.7%* / 98.6%* / 98.5%*	98.7%* / 98.6%* / 98.5%*
<b>Protective Devices</b>		
Input-side disconnection point	DC load break switch	
Output-side disconnection point	AC circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester, type I & II	
AC overvoltage protection (optional)	Surge arrester, class I & II	
Lightning protection (according to IEC 62305-1)	Lightning Protection Level III	
Ground-fault monitoring / remote ground-fault monitoring	c / o	
Insulation monitoring	c	
Degree of protection: electronics / air duct / connection area (as per IEC 60529)	IP54 / IP34 / IP34	
<b>General Data</b>		
Dimensions [W / H / D]	2815 / 2318 / 1588 mm [110.8 / 91.3 / 62.5 inch]	
Weight	< 3400 kg / < 7500 lb	
Self-consumption (max. <sup>4)</sup> / partial load <sup>5)</sup> / average <sup>6)</sup>	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W	
Self-consumption (standby)	< 370 W	
Internal auxiliary power supply	o Integrated 8.4 kVA transformer	
Operating temperature range <sup>1)</sup>	-25 °C to 60 °C / -13 °F to 140 °F	
Noise emission <sup>7)</sup>	67.0 dB(A)*	
Temperature range (standby)	-40 °C to 60 °C / -40 °F to 140 °F	
Temperature range (storage)	-40 °C to 70 °C / -40 °F to 158 °F	
Max. permissible value for relative humidity (condensing / non-condensing)	95% to 100% (2 month/year) / 0% to 95%	
Maximum operating altitude above MSL <sup>8)</sup> 1000 m / 2000 m <sup>11)</sup> / 3000 m <sup>11)</sup>	● / o / o ● / o / -	
Fresh air consumption	6500 m <sup>3</sup> /h	
<b>Features</b>		
DC connection	Terminal lug on each input (without fuse)	
AC connection	With busbar system (three busbars, one per line conductor)	
Communication	Ethernet, Modbus Master, Modbus Slave	
Enclosure / roof color	RAL 9016 / RAL 7004	
Supply for external loads	o [2.5 kVA]	
Standards and directives complied with	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Article du 23/04/08	
EMC standards	IEC 55011, FCC Part 15 Class A	
Quality standards and directives complied with	VDI/VDE 2862 page 2, DIN EN ISO 9001	
● Standard features o Optional - not available * preliminary		
Type designation	SC 2660 UP	SC 2800 UP

Figura 8 - Datasheet Inverter Sunny Central (SC) 2800 UP

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

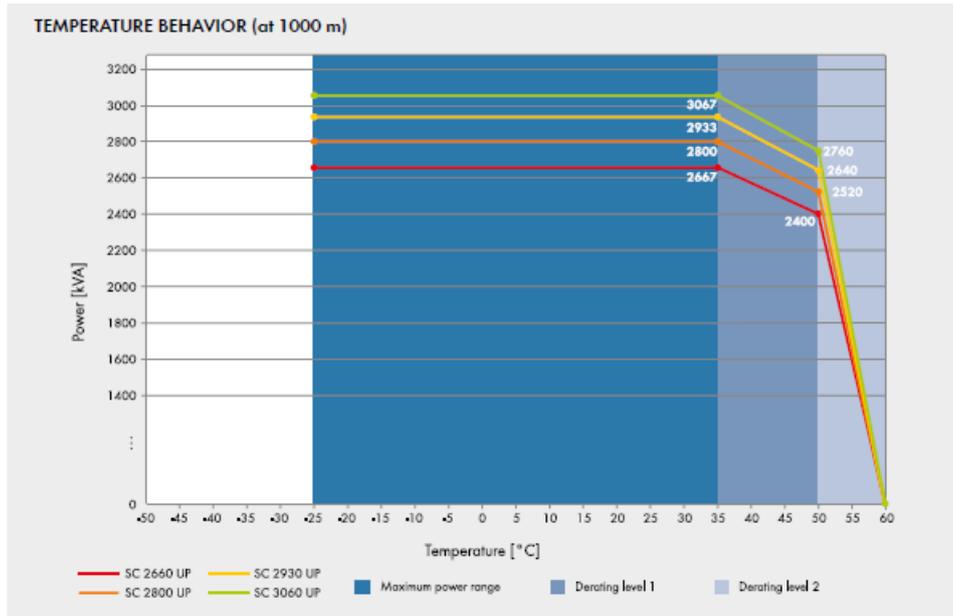


Figura 9 - Risposta temperatura Sunny Central (SC) 2800 UP

### 3.6.3 MVPS (Power Station) 4000-S2

Di seguito si riporta la scheda tecnica con le principali caratteristiche tecniche:

MV POWER STATION  
4000-S2 / 4200-S2 / 4400-S2 / 4600-S2



Figura10 - MVPS 4000-S2

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	1 x SC 4000 UP [US] or 1 x SCS 3450 UP [US]	1 x SC 4200 UP [US] or 1 x SCS 3600 UP [US]
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Max. input current	4750 A	4750 A
Number of DC inputs	24 double pole fused	32 single pole fused
Integrated zone monitoring	o	o
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Rated power at 1000 m and cos phi = 1 (at -25°C to +25°C / at 40°C / at 45°C) <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA / 0 kVA	4200 kVA / 3570 kVA / 0 kVA
Optional: rated power at 1000 m and cos phi = 1 (at -25°C to +25°C / at 50°C / at 55°C) <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA / 0 kVA	4200 kVA / 3570 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / o / o	● / o / o
Transformer cooling methods	KNAN <sup>2)</sup>	KNAN <sup>2)</sup>
Max. output current at 33 kV	70 A	74 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	4.0 kW / 3.1 kW	4.2 kW / 3.1 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	40.0 kW / 29.5 kW	41.0 kW / 32.5 kW
Max. total harmonic distortion		< 3%
Reactive power feedin (up to 60% of nominal power)		o
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited	to 0.8 underexcited
<b>Inverter efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>3)</sup> / European efficiency <sup>3)</sup> / CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.7% / 98.6% / 98.5%	98.7% / 98.6% / 98.5%
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point		DC load-break switch
Output-side disconnection point		Medium-voltage vacuum circuit breaker
DC overvoltage protection		Surge arrester type I
Galvanic isolation		●
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)		IAC A 20 kA 1 s
<b>General Data</b>		
Dimensions equal to 20-foot HC shipping container (W / H / D)	6058 mm / 2894 mm / 2438 mm	
Weight		< 18 t
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>		< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>		< 370 W
Degree of protection according to IEC 60529		Control rooms IP23D, inverter electronics IP54
Environment: standard / harsh		● / o
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)		● / o
Maximum permissible value for relative humidity		95% (for 2 months/year)
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m		● / o
Fresh air consumption of inverter		6500 m <sup>3</sup> /h
<b>Features</b>		
DC terminal		Terminal lug
AC connection		Outer-cone angle plug
Tap changer for MV-transformer: without / with		● / o
Shield winding for MV-Transformer: without / with		● / o
Monitoring package		o
Station enclosure color		RAL 7004
Transformer for external loads: without / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA		● / o / o / o / o / o / o
Medium-voltage switchgear: without / 3 feeders		● / o
2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200		● / o / o
Short circuit rating medium voltage switchgear (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)		● / o / o
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring		● / o / o / o / o
Integrated oil containment: without / with		● / o
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)		IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1 IEEE C37.100.1, IEEE C57.12, UL 1741 listed, CSC Certificate
● Standard features    o Optional features    – Not available		
Type designation	MVPS-4000-S2 [US]	MVPS-4200-S2 [US]

Figura 11- Datasheet MVPS-4000-S2

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

La Power Station MVPS 4000-S2 prevede l'equipaggiamento di n° 1 **inverter SC 4000 UP**, di cui si riporta la scheda tecnica con le principali caratteristiche:

Dati tecnici	Sunny Central 4000 UP	Sunny Central 4200 UP
<b>Lato CC</b>		
Range di tensione $V_{CC}$ (a 25 °C / a 50 °C)	da 880 a 1325 V / 1100 V	da 921 a 1325 V / 1050 V
Tensione CC min. $V_{CC, min}$ / Tensione d'avviamento $V_{CC, start}$	849 V / 1030 V	891 V / 1071 V
Tensione CC max. $V_{CC, max}$	1500 V	1500 V
Corrente CC max $I_{CC, max}$	4750 A	4750 A
Corrente di cortocircuito max $I_{CC, cc}$	8400 A	8400 A
Numero ingressi CC	Sbarra collettoria con 26 collegamenti per polo, 24 fusibili su entrambi i poli (32 fusibili su polo singolo)	18 fusibili su entrambi i poli (36 su polo singolo) per FV e 6 fusibili su entrambi i poli per batterie
Numero di ingressi CC con l'opzione di batteria connessa su lato CC	2x 800 kcmil, 2x 400 mm <sup>2</sup>	0
Numero max di cavi CC per ogni ingresso CC (per ciascuna polarità)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	750 A
Zone Monitoring integrato		
Dimensioni di fusibili FV disponibili (per ingresso)		
La massima dimensione del fusibile di batteria disponibile (per ingresso)		
<b>Lato CA</b>		
Potenza nominale CA con $\cos \varphi = 1$ (a 35 °C / a 50 °C)	4000 kVA <sup>12)</sup> / 3600 kVA	4200 kVA <sup>13)</sup> / 3780 kVA
Potenza nominale CA con $\cos \varphi = 0,9$ (configurazione standard A68) (a 35 °C/a 50 °C) <sup>15)</sup>	3600 kW <sup>12)</sup> / 3240 kW	3780 kW <sup>13)</sup> / 3402 kW
Potenza attiva nominale CA con $\cos \varphi = 0,8$ (a 35 °C / a 50 °C)	3200 kW <sup>12)</sup> / 2880 kW	3360 kW <sup>13)</sup> / 3024 kW
Corrente nominale CA $I_{CA, nom}$ (a 35 °C / a 50 °C)	3850 A / 3465 A	3850 A / 3465 A
Fattore massimo di distorsione	< 3 % alla potenza nominale	< 3 % alla potenza nominale
Tensione nominale CA / Range di tensione nominale CA <sup>18)</sup>	600 V / 480 V a 720 V	630 V / 504 V a 756 V
Frequenza di rete CA / Range	50 Hz / 47 Hz a 53 Hz 60 Hz / 57 Hz a 63 Hz	> 2
Rapporto min di cortocircuito ai morsetti <sup>2)</sup>	1 / 0,8 induttivo fino a 0,8 capacitivo	
Fattore di potenza a potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile <sup>8)</sup> 10)		
<b>Grado di rendimento europeo</b>		
Efficienza max <sup>2)</sup> / efficienza efficienza <sup>2)</sup> / efficienza CEC <sup>3)</sup>	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %	98,8 % / 98,7 % / 98,5 %
<b>Dispositivi di protezione</b>		
Dispositivo di disinserzione lato ingresso	Sezionatore di carico CC	
Dispositivo di sgancio lato uscita	Interruttore di potenza CA	
Protezione contro sovratensioni CC	Scaricatore di sovratensioni, tipo I e II	
Protezione da sovratensioni CA (opzionale)	Scaricatore di sovratensioni, classe I e II	
Protezione antifulmine (secondo IEC 62305-1)	Classe di protezione antifulmine III	
Monitoraggio dispersione a terra / Monitoraggio dispersione a terra remoto	0 / 0	
Monitoraggio dell'isolamento	0	
Classe di protezione del sistema elettronico / canale d'aria / campo di collegamento (secondo IEC 60529)	IP54 / IP34 / IP34	
<b>Dati generali</b>		
Dimensioni (L / A / P)	2815 / 2318 / 1588 mm	110,8 / 91,3 / 62,5 pollici)
Peso	< 3700 kg / < 8158 lb	
Autoconsumo (max. <sup>4)</sup> / carico parziale <sup>5)</sup> / medio <sup>6)</sup>	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W	
Autoconsumo (stand-by)	< 370 W	
Alimentazione ausiliaria	Trasformatore integrato da 8,4 kVA	
Range di temperature di funzionamento <sup>9)</sup>	-25 a 60 °C / -13 °F a 140 °F	
Rumorosità <sup>7)</sup>	63,0 dB(A)*	
Range di temperature (stand-by)	-40 °C a 60 °C / -40 °F a 140 °F	
Range di temperature (in magazzino)	-40 °C a 70 °C / -40 °F a 158 °F	
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (condensante / non condensante)	95% a 100% (2 mesi/anno) / 0% a 95%	
Altitudine operativa massima s.l.m. <sup>8)</sup> 1000 m / 2000 m <sup>11)</sup> / 3000 m <sup>11)</sup>	● / ○ / ○	● / ○ / -
Fabbisogno d'aria fresca	6500 m <sup>3</sup> /h	
<b>Dotazione</b>		
Collegamento CC	Capocorda a ogni ingresso (senza fusibile)	
Collegamento CA	sistema di sbarre (3 sbarre collettoria, una per ciascuna fase)	
Comunicazione	Ethernet, Modbus Master, Modbus Slave	
Farbe involucro / Dach	RAL 9016 / RAL 7004	
Approvvigionamento per utilizzatori esterni	○ (2,5 kVA)	
rispetta le norme e direttive	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08	
Norme CEM	IEC 55011, IEC 61000-6-2, FCC Part 15 Class A	
Rispetta direttive e standard di qualità	VDI/VDE 2862 page 2, DIN EN ISO 9001	
● Dotazione di serie ○ Opzionale - Non disponibile		
Denominazione del tipo	SC 4000 UP	SC 4200 UP

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

- 1) La potenza nominale CA si riduce in caso di una tensione nominale CA nella stessa relazione
- 2) Grado di rendimento misurato senza autoalimentazione
- 3) Grado di rendimento misurato con autoalimentazione
- 4) Autoconsumo in funzionamento nominale
- 5) Autoconsumo < 75% P<sub>n</sub> a 25 °C
- 6) Autoconsumo mediato per 5% fino a 100% P<sub>n</sub> a 25 °C
- 7) Livello di pressione acustica a una distanza di 10 m
- 8) Valori valgono solo per gli inverter. Il valore consentito per soluzioni MV di SMA sono riportate nelle schede tecniche relative.
- 9) Un rapporto min di cortocircuito < 2 richiede una autorizzazione separata di SMA
- 10) Dipende della tensione d'ingresso
- 11) Derating in temperatura anticipato e riduzione della tensione a vuoto CC
- 12) Potenza nominale CA a 35 °C raggiungibile fino a max. 1050 V<sub>CC</sub>
- 13) Potenza nominale CA a 35 °C raggiungibile fino a max. 1000 V<sub>CC</sub>
- 14) Potenza nominale CA a 35 °C raggiungibile fino a max. 1025 V<sub>CC</sub>
- 15) Il valore indicato è ai capi dell'inverter. In relazione al calcolo di load flow specifico di impianto tale valore può essere modificato agendo sui parametri del plant controller.

Figura 12 - Datasheet inverter Sunny Central (SC) 4000 UP

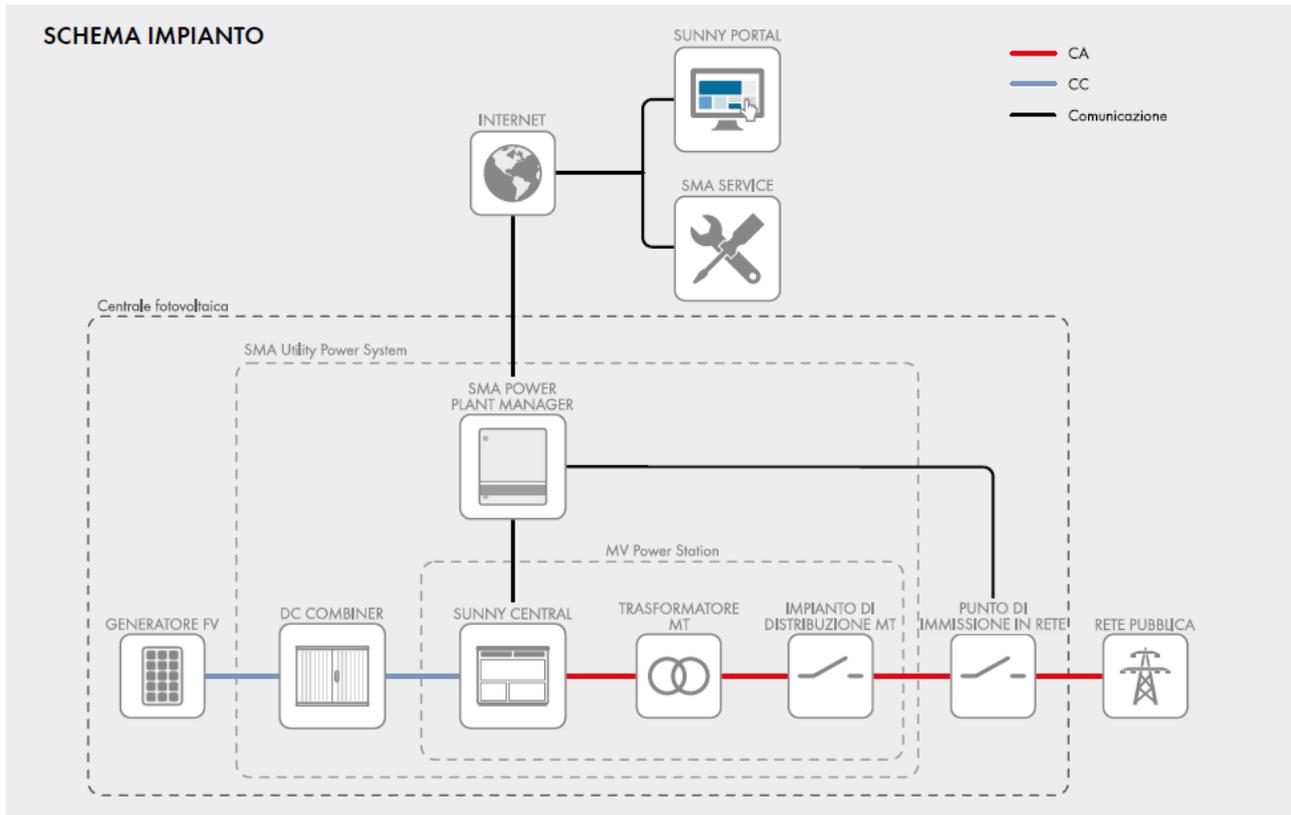


Figura 13 - Diagramma di sistema

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

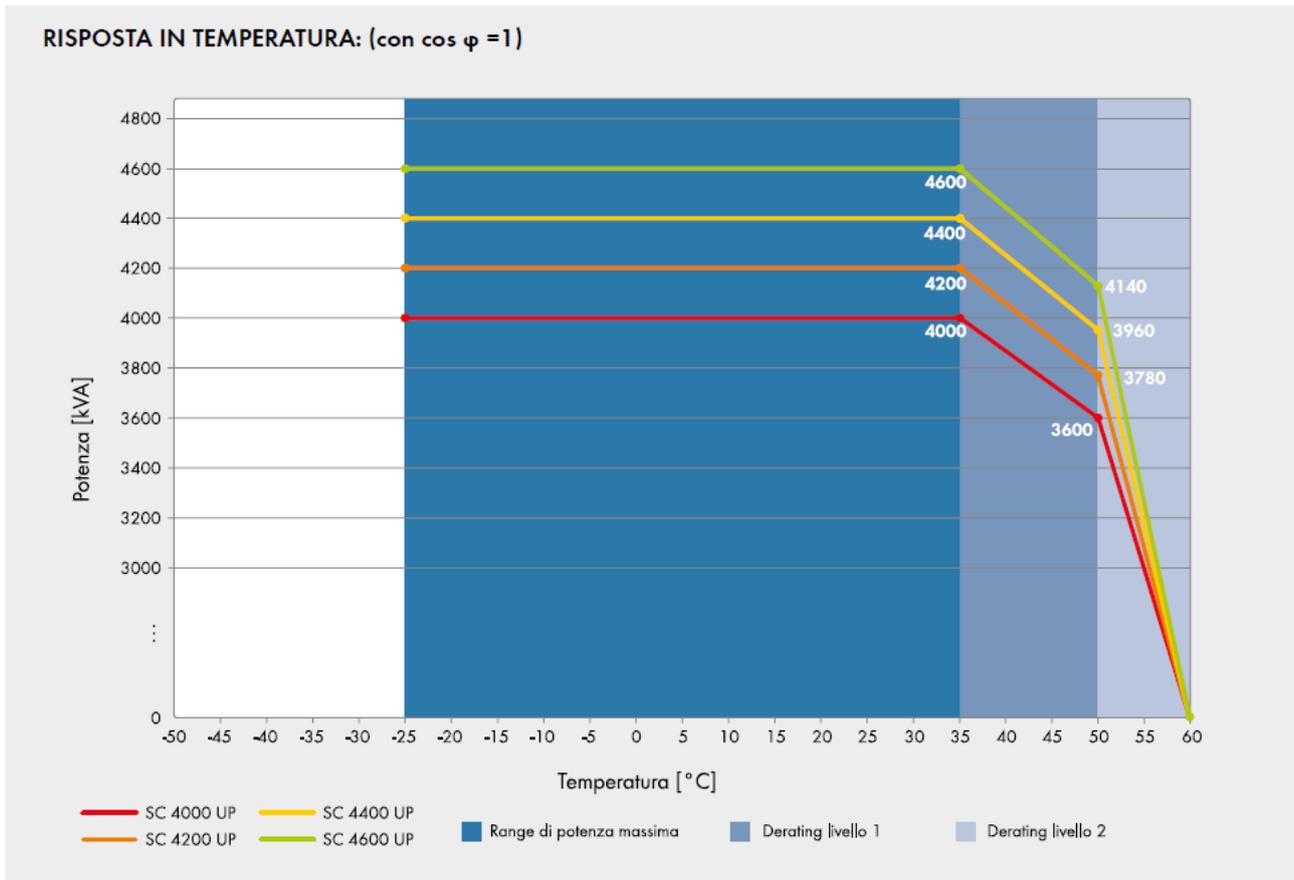


Figura 14 - Risposta Temperatura inverter SC 4000 UP

### 3.6.4 MVPS (Power Station) 4200-S2

Di seguito si riporta la scheda tecnica con le principali caratteristiche tecniche:

MV POWER STATION  
4000-S2 / 4200-S2 / 4400-S2 / 4600-S2



Figura 15 - MVPS 4200-S2

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	1 x SC 4000 UP [US] or 1 x SCS 3450 UP [-US]	1 x SC 4200 UP [US] or 1 x SCS 3600 UP [US]
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Max. input current	4750 A	4750 A
Number of DC inputs	24 double pole fused	32 single pole fused
Integrated zone monitoring	o	o
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A	400 A, 450 A, 500 A
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Rated power at 1000 m and cos phi = 1 [at -25°C to +25°C / at 40°C / at 45°C] <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA / 0 kVA	4200 kVA / 3570 kVA / 0 kVA
Optional: rated power at 1000 m and cos phi = 1 [at -25°C to +25°C / at 50°C / at 55°C] <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA / 0 kVA	4200 kVA / 3570 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / o / o	● / o / o
Transformer cooling methods	KNAN <sup>2)</sup>	KNAN <sup>2)</sup>
Max. output current at 33 kV	70 A	74 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	4.0 kW / 3.1 kW	4.2 kW / 3.1 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	40.0 kW / 29.5 kW	41.0 kW / 32.5 kW
Max. total harmonic distortion		< 3%
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)		o
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable		1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
<b>Inverter efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>3)</sup> / European efficiency <sup>3)</sup> / CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.7% / 98.6% / 98.5%	98.7% / 98.6% / 98.5%
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point		DC load-break switch
Output-side disconnection point		Medium-voltage vacuum circuit breaker
DC overvoltage protection		Surge arrester type I
Galvanic isolation		●
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)		IAC A 20 kA 1 s
<b>General Data</b>		
Dimensions equal to 20-foot HC shipping container (W / H / D)		6058 mm / 2896 mm / 2438 mm
Weight		< 18 t
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>		< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>		< 370 W
Degree of protection according to IEC 60529		Control rooms IP23D, inverter electronics IP54
Environment: standard / harsh		● / o
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 [4C1, 4S2 / 4C2, 4S4]		● / o
Maximum permissible value for relative humidity		95% (for 2 months/year)
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m		● / o
Fresh air consumption of inverter		6500 m <sup>3</sup> /h
<b>Features</b>		
DC terminal		Terminal lug
AC connection		Outer-cone angle plug
Tap changer for MV-transformer: without / with		● / o
Shield winding for MV-Transformer: without / with		● / o
Monitoring package		o
Station enclosure color		RAL 7004
Transformer for external loads: without / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA		● / o / o / o / o / o / o
Medium-voltage switchgear: without / 3 feeders		● / o
2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200		● / o
Short circuit rating medium voltage switchgear (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)		● / o / o
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring		● / o / o / o / o
Integrated oil containment: without / with		● / o
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)		IEC 60076, IEC 62271-200, EC 62271-202, EN50588-1 IEEE C37.100.1, IEEE C57.12, UL 1741 listed, CSC Certificate
● Standard features   o Optional features   – Not available		
Type designation	MVPS-4000-S2 [-US]	MVPS-4200-S2 [-US]

Figura 16 - Datasheet MVPS 4200-S2

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

La Power Station MVPS 4200-S2 prevede l'equipaggiamento di n° 1 **inverter SC 4200 UP**, di cui si riporta la scheda tecnica con le principali caratteristiche:

Dati tecnici	Sunny Central 4000 UP	Sunny Central 4200 UP
<b>Lato CC</b>		
Range di tensione $V_{CC}$ (a 25 °C / a 50 °C)	da 880 a 1325 V / 1100 V	da 921 a 1325 V / 1050 V
Tensione CC min. $V_{CC, min}$ / Tensione d'avviamento $V_{CC, start}$	849 V / 1030 V	891 V / 1071 V
Tensione CC max. $V_{CC, max}$	1500 V	1500 V
Corrente CC max $I_{CC, max}$	4750 A	4750 A
Corrente di cortocircuito max $I_{CC, cc}$	8400 A	8400 A
Numero ingressi CC	Sbarra collettrice con 26 collegamenti per polo, 24 fusibili su entrambi i poli (32 fusibili su polo singolo)	
Numero di ingressi CC con l'opzione di batteria connessa su lato CC	18 fusibili su entrambi i poli (36 su polo singolo) per FV e 6 fusibili su entrambi i poli per batterie	
Numero max di cavi CC per ogni ingresso CC (per ciascuna polarità)	2x 800 kcmil, 2x 400 mm <sup>2</sup>	
Zone Monitoring integrato	○	
Dimensioni di fusibili FV disponibili (per ingresso)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
La massima dimensione del fusibile di batteria disponibile (per ingresso)	750 A	
<b>Lato CA</b>		
Potenza nominale CA con $\cos \varphi = 1$ (a 35 °C / a 50 °C)	4000 kVA <sup>1)</sup> / 3600 kVA	4200 kVA <sup>1)</sup> / 3780 kVA
Potenza nominale CA con $\cos \varphi = 0,9$ (configurazione standard A68) (a 35 °C/a 50 °C) <sup>1)</sup>	3600 kW <sup>1)</sup> / 3240 kW	3780 kW <sup>1)</sup> / 3402 kW
Potenza attiva nominale CA con $\cos \varphi = 0,8$ (a 35 °C / a 50 °C)	3200 kW <sup>1)</sup> / 2880 kW	3360 kW <sup>1)</sup> / 3024 kW
Corrente nominale CA $I_{CA, nom}$ (a 35 °C / a 50 °C)	3850 A / 3465 A	3850 A / 3465 A
Fattore massimo di distorsione	< 3 % alla potenza nominale	
Tensione nominale CA / Range di tensione nominale CA <sup>1)</sup>	600 V / 480 V a 720 V	630 V / 504 V a 756 V
Frequenza di rete CA / Range	50 Hz / 47 Hz a 53 Hz 60 Hz / 57 Hz a 63 Hz	
Rapporto min di cortocircuito ai morsetti <sup>9)</sup>	> 2	
Fattore di potenza a potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile <sup>10)</sup>	1 / 0,8 induttivo fino a 0,8 capacitivo	
<b>Grado di rendimento europeo</b>		
Efficienza max <sup>2)</sup> / efficienza efficienza <sup>2)</sup> / efficienza CEC <sup>3)</sup>	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %	98,8 % / 98,7 % / 98,5 %
<b>Dispositivi di protezione</b>		
Dispositivo di disinserzione lato ingresso	Sezionatore di carico CC	
Dispositivo di sgancio lato uscita	Interruttore di potenza CA	
Protezione contro sovratensioni CC	Scaricatore di sovratensioni, tipo I e II	
Protezione da sovratensioni CA (opzionale)	Scaricatore di sovratensioni, classe I e II	
Protezione antifulmine (secondo IEC 62305-1)	Classe di protezione antifulmine III	
Monitoraggio dispersione a terra / Monitoraggio dispersione a terra remoto	○ / ○	
Monitoraggio dell'isolamento	○	
Classe di protezione del sistema elettronico / canale d'aria / campo di collegamento (secondo IEC 60529)	IP54 / IP34 / IP34	
<b>Dati generali</b>		
Dimensioni (L / A / P)	2815 / 2318 / 1588 mm (110,8 / 91,3 / 62,5 pollici)	
Peso	< 3700 kg / < 8158 lb	
Autoconsumo (max. <sup>4)</sup> / carico parziale <sup>4)</sup> / medio <sup>4)</sup> )	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W	
Autoconsumo (stand-by)	< 370 W	
Alimentazione ausiliaria	Trasformatore integrato da 8,4 kVA	
Range di temperature di funzionamento <sup>5)</sup>	-25 a 60 °C / -13 °F a 140 °F	
Rumorosità <sup>7)</sup>	63,0 dB(A)*	
Range di temperature (stand-by)	-40 °C a 60 °C / -40 °F a 140 °F	
Range di temperature (in magazzino)	-40 °C a 70 °C / -40 °F a 158 °F	
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (condensante / non condensante)	95% a 100% (2 mesi/anno) / 0% a 95%	
Altitudine operativa massima s.l.m. <sup>1)</sup> 1000 m / 2000 m <sup>1)</sup> / 3000 m <sup>1)</sup>	● / ○ / ○	
Fabbisogno d'aria fresca	6500 m <sup>3</sup> /h	
<b>Dotazione</b>		
Collegamento CC	Capocorda a ogni ingresso (senza fusibile)	
Collegamento CA	sistema di sbarre (3 sbarre collettrici, una per ciascuna fase)	
Comunicazione	Ethernet, Modbus Master, Modbus Slave	
Farbe involucro / Dach	RAL 9016 / RAL 7004	
Approvvigionamento per utilizzatori esterni	○ (2,5 kVA)	
rispetta le norme e direttive	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08	
Norme CEM	IEC 55011, IEC 61000-6-2, FCC Part 15 Class A	
Rispetta direttive e standard di qualità	VDI/VDE 2862 page 2, DIN EN ISO 9001	
● Dotazione di serie ○ Opzionale – Non disponibile		
Denominazione del tipo	SC 4000 UP	SC 4200 UP

1) La potenza nominale CA si riduce in caso di una tensione nominale CA nella stessa relazione  
2) Grado di rendimento misurato senza autoalimentazione  
3) Grado di rendimento misurato con autoalimentazione  
4) Autoconsumo in funzionamento nominale  
5) Autoconsumo < 75% P<sub>n</sub> a 25 °C  
6) Autoconsumo mediato per 5% fino a 100% P<sub>n</sub> a 25 °C  
7) Livello di pressione acustica a una distanza di 10 m  
8) Valori valgono solo per gli inverter. Il valore consentito per soluzioni MV di SMA sono riportate nelle schede tecniche relative.

9) Un rapporto min di cortocircuito < 2 richiede una autorizzazione separata di SMA  
10) Dipende della tensione d'ingresso  
11) Derating in temperatura anticipato e riduzione della tensione a vuoto CC  
12) Potenza nominale CA a 35 °C raggiungibile fino a max. 1050 V<sub>CC</sub>  
13) Potenza nominale CA a 35 °C raggiungibile fino a max. 1000 V<sub>CC</sub>  
14) Potenza nominale CA a 35 °C raggiungibile fino a max. 1025 V<sub>CC</sub>  
15) Il valore indicato è ai capi dell'inverter. In relazione al calcolo di load flow specifico di impianto tale valore può essere modificato agendo sui parametri del plant controller.

Figura 17 - Datasheet Inverter Sunny Central SC 4200 UP

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

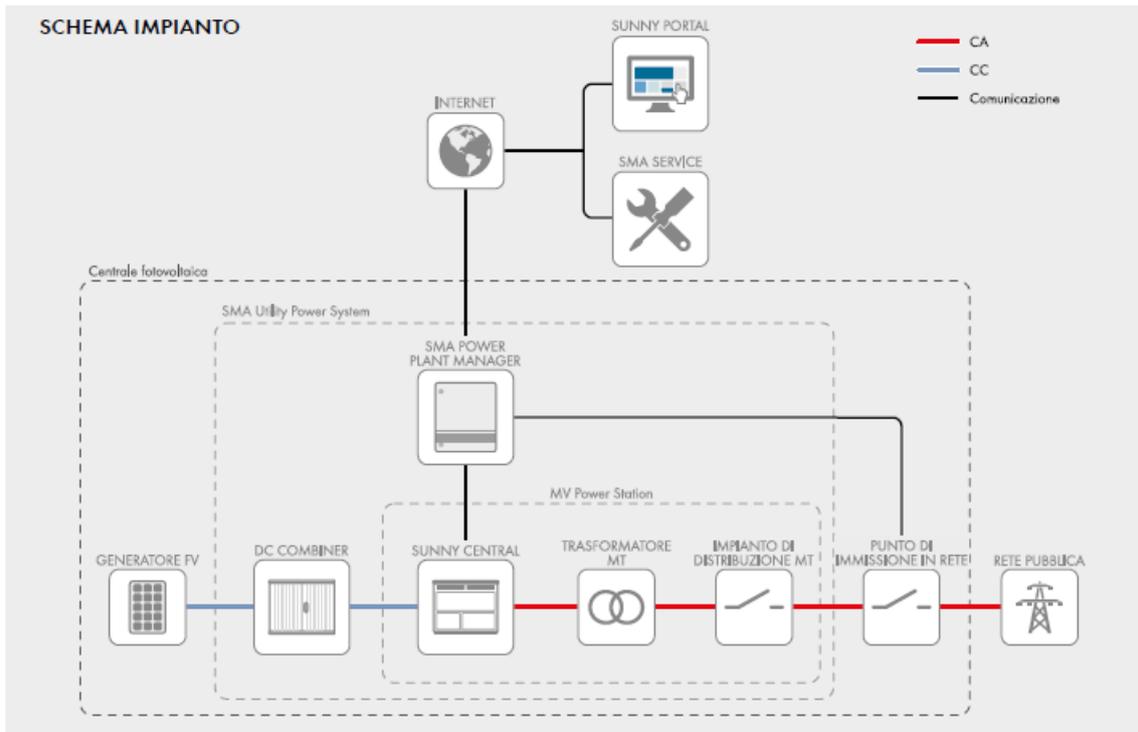


Figura 18 - Schema impianto

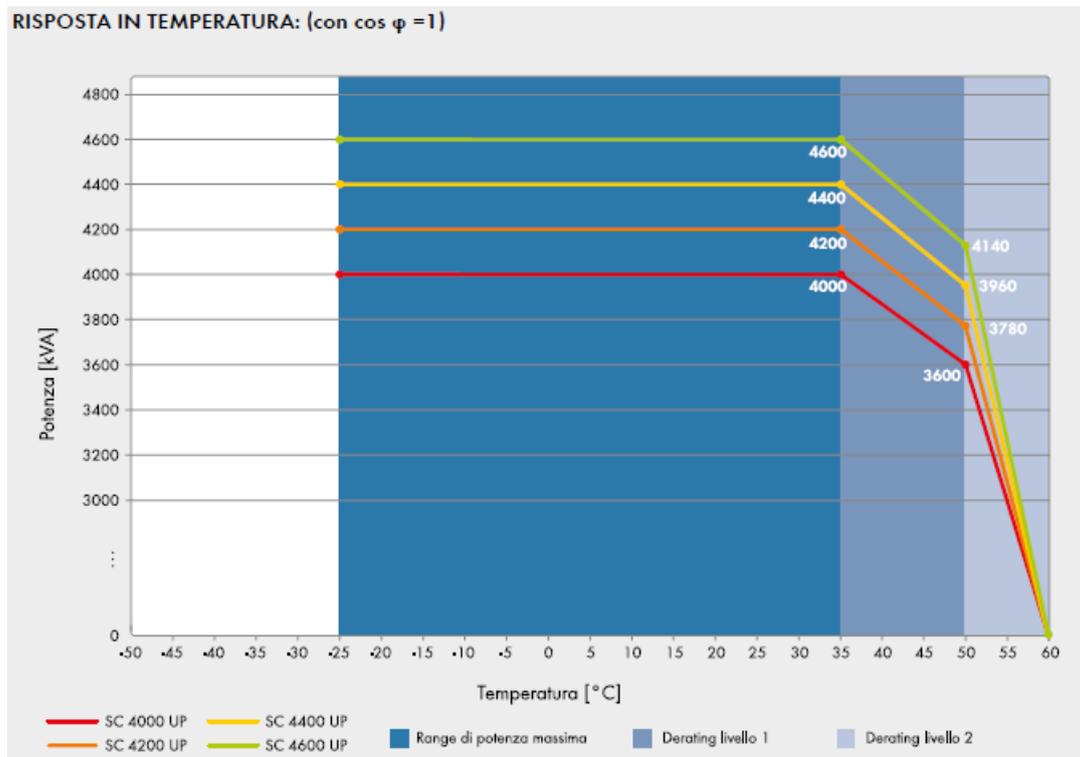


Figura 19 - Risposta in temperatura Inverter Sunny Central SC 4200 UP

### 3.6.5 Trasformatore BT/MT

Presso ciascuna PS verrà installato un trasformatore elevatore BT/MT con avvolgimenti isolati in olio o inglobati in resina, dalle principali caratteristiche come di seguito riportato:

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

- a) MVPS 2800 S2
  - Trasformatore di potenza elevatore a singolo secondario dalle caratteristiche tecniche:
  - Rapporto di trasformazione 30/0,63 kV
  - Gruppo vettoriale Dy11
  - Potenza pari a 2800 kVA@25°C
  - Potenza pari a 2380 kVA@40°C
  - Alta efficienza, basse perdite
  - Accessori di funzionamento e di sicurezza
- b) MVPS 4000 S2
  - Rapporto di trasformazione 30/0,60 kV
  - Gruppo vettoriale Dy11
  - Potenza pari a 4000 kVA@25°C
  - Potenza pari a 3400 kVA@40°C
  - Alta efficienza, basse perdite
  - Accessori di funzionamento e di sicurezza
- c) MVPS 4200 S2
  - Rapporto di trasformazione 30/0,63 kV
  - Gruppo vettoriale Dy11
  - Potenza pari a 4200 kVA@25°C
  - Potenza pari a 3570 kVA@40°C
  - Alta efficienza, basse perdite
  - Accessori di funzionamento e di sicurezza

Il trasformatore sarà installato nell'area destinata alla Power Station, opportunamente delimitato per impedire l'accesso alle parti in tensione.

Si rimanda alla specifica tecnica Power Station per maggiori dettagli.

### 3.6.6 Interruttore di Media Tensione

Nello shelter metallico della Power Station verrà posizionato un quadro di media tensione 36 kV, composto dai seguenti scomparti:

- n.1 unità di arrivo (sezionatore linea e sez di terra);
- n.1 unità protezione trafo (sezionatore linea e interruttore);
- n.1 unità di partenza (sezionatore linea e sez di terra)

Si rimanda alla specifica tecnica Power Station per maggiori dettagli.

### 3.6.7 Quadri Servizi Ausiliari

La power station sarà fornita dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti.

Il quadro servizi ausiliari sarà diviso in tre sezioni:

- sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal trafo MT/BT, protetta da appositi interruttori automatici
- sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze ordinarie e non essenziali per il funzionamento della PS idoneamente protette con interruttori automatici e con scaricatori di sovratensione SPD

- sezione privilegiata, le cui utenze sono alimentate sotto UPS

### 3.6.8 Trasformatore BT/BT

Presso ciascuna Power Station verrà installato un idoneo trasformatore BT/BT con avvolgimenti inglobati in resina per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari BT-AUX.

### 3.6.9 UPS per Servizi Ausiliari

Verrà installato presso ciascuna Power Station un UPS per l'alimentazione dei servizi ausiliari presenti presso la PS. Il sistema UPS è dotato di DSP microprocessor control. Il sistema è costituito da un UPS base, al quale viene collegato un battery back di espansione, per garantire la necessaria copertura in termini di autonomia dei servizi ausiliari di base.

### 3.6.10 Sistema centralizzato di comunicazione

Presso ciascuna Power Station verrà installata la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali.

## 4 Cabine parallelo di campo

Il progetto prevede che le 14 (quattordici) unità MVPS Power Station dei 4 (quattro) sottocampi FV siano raggruppate e connesse in parallelo alla sbarra MT di 7 cabine "di parallelo/raccolta" al fine di trasferire l'intera potenza generata dall'impianto fotovoltaico verso la SSE di utenza 30/220 kV sita nel Comune di Santa Ninfa (TP).

Il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto FV verso la SSE di utenza è previsto con 3 (tre) elettrodotti interrati alla tensione di esercizio 30 kV che si sviluppano su viabilità comunale, provinciale e statale.

Nella tabella di seguito è rappresentata il raggruppamento delle unità MVPS sulle cabine di parallelo di campo.

Cabina di Parallelo	Unità MVPS	Potenza MVPS [kVA]	Potenza Totale [kVA]
CP_01_QMT_C13	PS 12	4.000	12.400
	PS 13	4.200	
	PS 14	4.200	
CP_02_QMT_C04	PS 03	4.200	12.600
	PS 04	4.200	
	PS 05	4.200	
CP_03_QMT_C11	PS 11	4.200	4.200
CP_04_QMT_C02	PS 01	4.200	8.400
	PS 02	4.200	
CP_05_QMT_C09	PS 09	2.800	5.600
	PS 10	2.800	
CP_06_QMT_C06	PS 06	2.800	2.800
CP_07_QMT_C08	PS 07	4.200	8.400
	PS 08	4.200	

Tabella 6 - Cabine di parallelo

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

Alcune cabine di parallelo per il layout di progetto adottato sono interconnesse tra di loro e rappresentano il nodo di uscita delle linee dorsali esterne in cavo MT 30 kV verso la SSE di utenza 30/220 kV, come da tabella di seguito.

Cabina di Parallelo	Potenza [kVA]	Dorsale	Corrente [A]	Lunghezza [m]
CP_01_QMT_C13	16.600	L1	319,467	11.562
CP_06_QMT_C06	16.800	L2	323,316	12.797
CP_02_QMT_C04	21.000	L3	404,145	13.048

Tabella 7 - Dorsali esterne

Per maggiori dettagli, si rimanda alla tavola ARRPDOT15-00 - Schema elettrico unifilare generale.

Il manufatto di cabina previsto è di tipo prefabbricato idoneo al contenimento di apparecchiature elettromeccaniche per uso "Cabine Elettriche", avrà le seguenti caratteristiche costruttive:

- struttura monolitica realizzata in cemento armato vibrato con classe di resistenza del calcestruzzo pari a C 37/45 corrispondente a non meno di 450 N/mm<sup>2</sup>;
- un cassero formatore consente di ottenere una struttura avente un'unica armatura e un unico getto di calcestruzzo;
- classi di esposizione del calcestruzzo in condizioni di produzione standard previste sono: XD3, XS2, XS3, XF2 per la variabilità di esposizione delle cabine elettriche in funzione della relativa ubicazione;
- le pareti laterali con spessore di mm 100 possono essere trattate internamente ed esternamente con intonaco murale plastico o, a seconda delle esigenze, con qualsiasi materiale di rivestimento sia per problematiche di impatto ambientale e sia per aspetti puramente estetici;
- solaio di copertura, a corpo unico con le pareti verticali, ha uno spessore minimo di mm 100 oltre alla pendenza;
- impermeabilità della copertura garantita dalla posa di un manto di guaina bituminosa da 4 mm armata posata a caldo e in sovrapposizione in senso incrociato un ulteriore strato di guaina ardesiata di spessore 4,5 mm;
- pavimento, di spessore minimo mm 100, in grado di sopportare un carico uniformemente distribuito non inferiore a 500 daN/m<sup>2</sup>+ 6000 daN concentrati in mezzera, ciò comporta che è possibile alloggiare in cabina qualsiasi tipo di apparecchiatura, compreso trasformatori di elevata potenza;
- una armatura elettrosaldata inglobata nella struttura forma una rete equipotenziale di terra uniformemente distribuita su tutta la superficie della cabina;
- impianto elettrico del tipo sottotraccia completo dell'impianto di illuminazione dei locali ordinario e di emergenza, impianto prese forza motrice alimentate da apposito quadro BT servizi ausiliari.

L'impianto sarà rispondente alla Norma CEI 64-8 e alla norma UNI EN 12464-1 le porte di accesso e le griglie di areazione possono essere in vetroresina e/o in lamiera e/o in alluminio anodizzato, ignifughe ed autoestinguenti.

Il manufatto di cabina, suddiviso in più locali, conterrà:

- il quadro generale in BT servizi ausiliari di impianto
- il trasformatore di potenza per i servizi ausiliari MT/BT
- gli scomparti del quadro MT

come rappresentato negli elaborati grafici di progetto.

La cabina sarà dotata di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema unifilare del quadro, cartelli comportamentali, tappeti e pedane isolanti, guanti di protezione per manovra, cartelli monitori e di soccorso, estintore ecc.).

### 4.1 Quadro di Media Tensione

Il Quadro di Media Tensione sarà completamente assemblato in fabbrica e certificato, conforme alle IEC 62271-200 e sarà del tipo Schneider Electric, ABB o similare.

Il quadro sarà composto da unità funzionali di tipo modulare compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in gas SF6.

Esso avrà le seguenti caratteristiche elettriche:

- Tensione di esercizio [kV]: 30
- Tensione nominale [kV]: 36
- Tensione di Isolamento a f.i. 50Hz 1' [kV ms]: 70
- Corrente nominale [A]: 630
- Corrente di breve durata max ammissibile [kA 1sec]: 16

In funzione della configurazione e sviluppo dell'impianto si prevedono quattro tipologie di quadro MT 30 kV:

- Quadro MT a tre scomparti
- Quadro MT a quattro scomparti
- Quadro MT a cinque scomparti
- Quadro MT a sei scomparti

come da schema elettrico unifilare e tavole di progetto.

Il sostegno ai circuiti ausiliari del quadro per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà dal gruppo di continuità (UPS) installato in loco, così come previsto dalla CEI 0-16 con autonomia di almeno 1 ora.

#### 4.1.1 Quadro MT a tre scomparti

Il quadro avrà configurazione di linea "entra-esce" per sezionamento e protezione cavo in ingresso ed in uscita, e prevede i seguenti moduli / unità funzionali:

- N° 1 Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore contenente le seguenti apparecchiature:
  - o interruttore SF1
  - o comando interruttore motorizzato con sganciatori di apertura e chiusura
  - o contatti ausiliari sull'interruttore
  - o sezionatore a monte dell'interruttore
  - o sistema di protezione e controllo con funzioni 50-51 e funzione omopolare 51N tipo SEPAM 40 S41 della Schneider Electric, o similare, rispondente alla norma CEI 0-16, composto da: cassetto portastrumenti b.t., relè di protezione, n°3 trasformatori amperometrici, n°1 trasformatore toroidale chiuso. Il sistema comprenderà un gruppo di continuità UPS a tempo d'intervento zero (on line a doppia conversione - Voltage and Frequency Independent VFI) per l'alimentazione di EMERGENZA del dispositivo di protezione, dei circuiti di apertura (a

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

lancio di corrente o a mancanza di tensione) così come previsto dalla CEI 0-16, con autonomia di almeno 1 h

- indicatori di presenza tensione sull'arrivo cavi
- piastre ammarro cavi unipolari
- livello di continuità di servizio LSC2A
- N° 1 Unità Interruttore con sezionatore e partenza cavo contenente le seguenti apparecchiature:
  - interruttore isolato in gas SF6;
  - sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore;
  - sezionatore di messa a terra a valle dell'interruttore;
  - sistema di sbarre trifase;
  - comando interruttore motorizzato con sganciatori di apertura e chiusura;
  - indicatore di presenza tensione per 36 kV
  - 2/3 trasformatori di corrente o in alternativa n° 3 trasformatori tipo LPCT
  - contatti ausiliari sull'interruttore;
  - blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso;
  - blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso;
  - blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto;
  - cella BT 100 mm;
  - resistenza anticondensa 150 W;
  - livello di continuità di servizio LSC2A;
  - sistema di protezione e controllo con funzioni 50-51-51N-59-27-67N-81< - 81> tipo SEPAM della Schneider Electric, Abb o similare, rispondente alla norma CEI 0-16, composto da: cassetto portastrumenti b.t., relè di protezione, n°3 trasformatori amperometrici, trasformatori votometrici, n°1 trasformatore toroidale chiuso. Il sistema comprenderà un gruppo di continuità UPS a tempo d'intervento zero (on line a doppia conversione - Voltage and Frequency Independent VFI) per l'alimentazione di EMERGENZA del dispositivo di protezione, dei circuiti di apertura (a lancio di corrente o a mancanza di tensione) così come previsto dalla CEI 0-16, con autonomia di almeno 1 h.
  - N° 1 Unità interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili a protezione del trasformatore servizi ausiliari, contenente le seguenti apparecchiature:
    - Interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dei fusibili
    - Sistema di sbarre trifase
    - Indicatore di presenza tensione per 36 kV
    - Blocco a chiave su sezionatore di messa a terra in posizione di chiuso
    - Sistema di segnalazione meccanico per intervento fusibili
    - Resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
    - livello di continuità di servizio LSC2A
    - Piastre di ammarro cavi unipolari
    - Sezionatore di messa a terra a valle dei fusibili

#### 4.1.2 Quadro MT a quattro scomparti

##### **QUADRO MT A QUATTRO SCOMPARTI TIPO 1**

Il quadro avrà configurazione di linea “entra-esce” per sezionamento e protezione cavo in ingresso ed in uscita, e prevede i seguenti moduli / unità funzionali:

- N° 2 Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore csd
- N° 1 Unità arrivo/partenza cavo contenente le seguenti apparecchiature:
  - o interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra
  - o sistema di sbarre trifase
  - o indicatore di presenza tensione per 36 kV
  - o resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
  - o blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra
  - o livello di continuità di servizio LSC2A
- N° 1 Unità interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili a protezione del trasformatore servizi ausiliari csd

##### **QUADRO MT A QUATTRO SCOMPARTI TIPO 2**

Il quadro avrà configurazione di linea “entra-esce” per sezionamento e protezione cavo in ingresso ed in uscita, e prevede i seguenti moduli / unità funzionali:

- N° 1 Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore csd.
- N° 1 Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore con sistema di protezione implementato dalla 67N, csd.
- N° 1 Unità Interruttore con sezionatore e partenza cavo csd.
- N° 1 Unità interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili a protezione del trasformatore servizi ausiliari csd.

#### 4.1.3 Quadro MT a cinque scomparti

Il quadro avrà configurazione di linea “entra-esce” per sezionamento e protezione cavo in ingresso ed in uscita, e prevede i seguenti moduli / unità funzionali:

- N° 1 Unità arrivo/partenza cavo csd.
- N° 1 Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore csd.
- N° 1 Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore con sistema di protezione implementato dalla 67N, csd.
- N° 1 Unità Interruttore con sezionatore e partenza cavo, con protezioni 50-51-51N-59-27-67N-81< - 81>, csd.
- N° 1 Unità interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili a protezione del trasformatore servizi ausiliari csd.

#### 4.1.4 Quadro MT a sei scomparti

Il quadro avrà configurazione di linea “entra-esce” per sezionamento e protezione cavo in ingresso ed in uscita, e prevede i seguenti moduli / unità funzionali:

- N° 1 Unità arrivo/partenza cavo csd.

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

- N° 1 Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore csd.
- N° 2 Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore con sistema di protezione implementato dalla 67N, csd.
- N° 1 Unità Interruttore con sezionatore e partenza cavo, con protezioni 50-51-51N-59-27-67N-81< - 81>, csd.
- N° 1 Unità interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili a protezione del trasformatore servizi ausiliari csd.

Le partenze cavo di dorsale esterna, L1-L2-L3, dai nodi delle cabine di parallelo di campo al quadro di parallelo / smistamento MT in cabina utente presso la SSE 30/220 kV, saranno protette da interruttore automatico.

### 4.2 Trasformatore Servizi Ausiliari

Per l'alimentazione degli impianti elettrici e tecnologici a servizio e complementari all'impianto fotovoltaico, quali:

- Impianto illuminazione normale e di emergenza
- Impianto prese FM
- Impianto videosorveglianza (VDS)
- Impianto antintrusione
- Impianto automazione cancelli di ingresso

il progetto prevede che all'interno di ciascuna cabina di parallelo di campo sia installato un trasformatore di potenza MT/BT dedicato esclusivamente alla alimentazione dei "servizi ausiliari" del sotto campo.

Pertanto sono previsti N° 7 trasformatori di potenza del tipo a secco, con avvolgimenti inglobati in resina, o ad isolamento in olio dalle seguenti caratteristiche tecniche:

Potenza nominale serv. cont. [KVA]: come da tabella di seguito.

- Tensione nominale primaria [V]:  $30.000 \pm 2 \times 2,5\%$
- Tensione secondaria a vuoto [V]: 400
- Frequenza [Hz]: 50
- Collegamento primario: triangolo
- Collegamento secondario: stella+N
- Gruppo vettoriale: Dyn11
- Tensione di c.to cto [%]: 4

	CP_01	CP_02	CP_03	CP_04	CP_05	CP_06	CP_07
Potenza [VA]	63	100	50	63	63	50	100

Tabella 8 – Trasformatori servizi ausiliari

## 5 Quadro di protezione BT

I dispositivi di protezione sono fondamentali per:

- Proteggere i componenti dell'impianto da eventuali guasti e/o anomalie di funzionamento dovute a sovraccarichi di tensione o di corrente;
- Isolare l'impianto nel caso si svolgano opere di manutenzione all'impianto o alla rete di distribuzione.

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

In particolare, le protezioni utilizzate per l'impianto in oggetto sono:

### 5.1 Quadro String Box

Il presente progetto definitivo prevede l'installazione di quadri di parallelo di campo, denominati "String Box", nei quali vengono convogliate le linee provenienti dalle stringhe e vengono parallelati su un'unica linea in uscita verso le Power Station. Coerentemente con la formulazione del layout di impianto, il progetto prevede l'installazione di n.247 String Box, marchiato SMA STRING-COMBINER o similare, suddivisi come di seguito.

Sottocampo	MVPS di sottocampo	N. stringbox	n. stringhe per ciascun stringbox
C01	P01	19	304
C02	P02	19	304
C03	P03	18	288
C04	P04	20	316
C05	P05	19	296
C06	P06	13	194
C07	P07	20	306
C08	P08	19	290
C09	P09	13	208
C10	P10	13	202
C11	P11	20	313
C12	P12	18	280
C13	P13	18	281
C14	P14	18	287
<b>Totale</b>		<b>247</b>	<b>3.869</b>

Tabella 9 - Distribuzione string box

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*



*Figura 20 - String Box*

Technical Data	DC-CMB-U15-16	DC-CMB-U15-24	DC-CMB-U15-32
<b>Input (DC)</b>			
Rated voltage	1500 V	1500 V	1500 V
Altitude derating (rated voltage)	2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m 3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m		
Number of string inputs / fuse holders per pole	16	24	32
Rated current	17.2 A	13.75 A	10.31 A
Fuse type*	10.3 x 85 - 1500 VDC - gPV		
String connection	Connection to the fuse holder		
Sealing range of cable gland	5 mm to 8 mm		
<b>Output (DC)</b>			
Rated current	275 A	330 A	330 A
Temperature derating (rated current)	>50°C operating temperature = reduction by 1% per K		
DC switch (load-break switch)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Surge arrester	Type 2, In = 15 kA; Imax = 40 kA		
DC output	Busbar (ring terminal lug M12)		
Number of DC outputs	1	1 / 2	1 / 2
Conductor cross-section	Busbar 70 mm <sup>2</sup> to 400 mm <sup>2</sup>		
Sealing range of cable glands	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm
<b>Enclosure / Ambient Parameters</b>			
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated
Enclosure material	Glass-fiber reinforced plastic / UV-resistant		
Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included	550 / 650 / 260 mm (21.65 / 25.59 / 10.24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23.23 / 31.10 / 11.22 inch)
Max. weight	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Protection class (according to IEC 61140)	II	II	II
Mounting type	Wall mounting		
Ambient temperature in operation / during storage	-25°C to +60°C / -40°C to +70°C		
Relative humidity	0% to 95%, non-condensing		
Max. altitude above MSL	4000 m	4000 m	4000 m
<b>Standards</b>			
Compliance	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* accessory required			

*Figura 21 - Datasheet String Box*

Ciascuno string box è dotato di un minimo di 14 canali in ingresso, con fusibili su 2 poli, dotati di monitoraggio di ciascuna stringa. Il sistema prevede la protezione per le sovratensioni, con uno scaricatore combinato in classe II. La linea in uscita verso le PS è protetta da un interruttore-sezionatore da 250A 1500Vdc.

Nello string box è presente un PCB, per la lettura e immagazzinamento dei dati e la trasmissione verso le PS. La comunicazione con la PS viene garantita con un cavo seriale RS485.

L'apparecchiatura è idonea per installazione esterna (IP65).

## 6 Collegamenti elettrici e cablaggi

### 6.1 Cavi solari

I pannelli fotovoltaici sono generalmente già dotati di scatola di giunzione stagna e non apribile; in uscita dalla scatola sono collegati i cavi di lunghezza opportuna, terminati con spine di tipo MULTI-CONTACT.

I collegamenti elettrici della singola stringa saranno realizzati utilizzando questi stessi cavi, già in dotazione ai pannelli fotovoltaici. I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno posati opportunamente e fissati alla struttura tramite fascette.

### 6.2 Cavi D.C.

#### 6.2.1 Collegamento stringhe al string-box

Saranno impiegati cavi solari *FG21M21 0,6/1 kV* idonei all'utilizzo ed al luogo di installazione, progettati per l'impiego e l'interconnessione dei vari elementi in impianti fotovoltaici per la produzione di energia. Possono essere installati sia all'interno che all'esterno in posa fissa o mobile (non gravosa), senza protezione; in canaline e tubazioni in vista o incassate; per posa direttamente interrata o in tubi interrati secondo le prescrizioni della norma CEI 11-17.

*Descrizione del cavo:*

- Conduttore: Flessibile rame stagnato secondo CEI 20-29 classe 5
- Isolante: HEPR - tipo G21
- Identificazione anima isolata: Colore naturale
- Guaina: Mescola elastomerica reticolata senza alogeni tipo M21
- Colori della guaina: Nero, Rosso, Blu

*Parametri elettrici:*

- Tensione massima in c.a. (Um) [V]: 1200
- Tensione massima in c.c. (Um) [V]: 1800
- Tensione di prova [kV]: 6,5

*Parametri termici*

- Temperatura ambiente: min. - 40 °C; max. + 90 °C
- Max temperatura del conduttore: + 120 °C (in condizioni di sovraccarico)
- Temperatura di cortocircuito: + 250 °C (sul conduttore, max. 5 sec.)

*Parametri meccanici*

- Sforzo di trazione durante la posa: 50 N/mm<sup>2</sup> max

Si prevede l'impiego di cavi avente formazione  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  /  $1 \times 10 \text{ mm}^2$  in funzione della potenza della stringa e della distanza al fine di contenere la c.d.t.

### 6.2.2 Collegamenti STRING BOX - INVERTER

Per il collegamento saranno impiegati cavi solari FG21M21 0,6/1 kV di sezione idonea dimensionata per il carico di potenza e la distanza tale da contenere la c.d.t.

### 6.3 Cavi MT

I cavi MT raggruppano gli avvolgimenti dei trasformatori elevatori dell'impianto fotovoltaico, previsti all'interno delle cabine di sottocampo MVPS (POWER STATION), al livello di tensione 30 kV, fino alla sbarra di parallelo del quadro MT in "cabina di utente" presso la stazione di trasformazione 30/220 kV.

In funzione del tipo di tracciato interno o esterno al sottocampo fotovoltaico si distinguono due casi:

#### 6.3.1 Tracciato interno interconnessione cabine di sottocampo

Il progetto prevede l'impiego di cavi idonei al trasporto di energia con formazione unipolare / tripolare ad elica visibile ARE4H1RX 18/30 kV.

#### Norma di riferimento

- Costruzione e requisiti: EC 60502-2
- Propagazione Fiamma: CEI 20-35
- Direttiva ROHS: 2011/65/CE

#### Descrizione del cavo

- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
- Semiconduttivo interno: miscela estrusa colore nero
- Isolante: miscela di politene reticolato colore naturale
- Semiconduttivo esterno: miscela estrusa colore nero
- Schermatura: fili di rame rosso e controspirale
- Guaina: PVC, di qualità Rz/ST2, colore rosso

#### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

#### Condizioni di impiego

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze.

Ammissa la posa in aria libera, in tubo o canale, ammissa la posa interrata anche non protetta in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

*Il cavo avrà idonea sezione dimensionata per il carico di potenza, per il corto circuito e la massima c.d.t. consentita.*

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

All'interno del sotto campo FV il cavo sarà interrato ed installato normalmente in una trincea della profondità non inferiore a 1,20 m e della larghezza variabile di circa 0,6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Al fine di segnalare il cavidotto, verrà posata una rete ed un nastro in PVC ad una quota non inferiore a 30 cm dall'estradosso del cavo.

### 6.3.2 Tracciato esterno

Il progetto prevede che lungo il tracciato esterno si sviluppino tre dorsali principali in cavo MT ARP1H5(AR)E 18/30 kV con la funzione di raggruppare le cabine di parallelo/sezionamento dei sottocampi FV e collegarle alla sbarra di parallelo del QMT in cabina utente presso la SSE 220/30 kV.

La tabella di seguito riporta la configurazione delle linee dorsali.

Cabina di Parallelo	Potenza [kVA]	Dorsale	Corrente [A]	Lunghezza [m]	Sezione [mm <sup>2</sup> ]
CP_01_QMT_C13	16.600	L1	319,467	11.562	400
CP_06_QMT_C06	16.800	L2	323,316	12.797	500
CP_02_QMT_C04	21.000	L3	404,145	13.048	630

Tabella 10 - Dorsali esterne

Per maggiori dettagli, si rimanda alla tavola *ARRPDOT15-00 - Schema elettrico unifilare generale*.

Il cavo previsto è idoneo al trasporto di energia con formazione unipolare / tripolare tipo ARP1H5(AR)E 18/30 kV o similare dalle seguenti caratteristiche tecniche:

#### Norma di riferimento

- HD 620/IEC 60502-2

#### Descrizione del cavo

- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
- Semiconduttivo interno: Mescola estrusa
- Isolante: Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)
- Semiconduttivo esterno: Mescola estrusa
- Rivestimento protettivo: Nastro semiconduttore igroespandente
- Schermatura: Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
- Protezione meccanica: Materiale Polimerico (Air Bag)
- Guaina: Polietilene di colore rosso (qualità DMP 2)
- Temperatura di sovraccarico massima 140°C
- Temperatura di funzionamento: 105°C
- Temperatura di corto circuito: 300°C
- Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K = 100

È ammessa la posa in aria libera, in tubo o canale, interrata anche non protetta in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

I cavi MT saranno posati interrati entro scavo a sezione trapezoidale con larghezza variabile a seconda del numero di terne di cavi presenti; la profondità di posa sarà di circa 1,20 m.

Il cavo previsto presenta una protezione meccanica intrinseca realizzata con materiale polimerico (Air Bag). Tale sistema evita la realizzazione e messa in opera di protezioni meccaniche aggiuntive in situazioni dove sarebbe richiesta una protezione contro schiacciamenti. Infatti, come riportato nella norma CEI 11-27 punto 4.3.11b, per tali cavi è ammessa la posa direttamente interrata.

Tale soluzione permette di ridurre i pesi del cavo stesso, la rigidità e il tempo di installazione, con conseguenti vantaggi economici.

In funzione dello sviluppo del tracciato, in fase esecutiva, delle eventuali criticità quali interferenze, attraversamenti saranno adottate ulteriori misure di protezione meccaniche idonee al fine di garantire:

- l'integrità dell'elettrodotto
- il normale funzionamento
- l'esercizio delle linee in condizioni di sicurezza.

I cavi avranno idonea sezione dimensionata per il carico di potenza trasportata, per il corto circuito e la massima c.d.t. ammessa.

## 7 Buche giunti

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo a circa 500-800 m l'uno dall'altro, in funzione delle pezzature di fornitura, ed ubicati all'interno di opportune "buche giunti" di dimensioni di circa 200 cm x 150 cm.

Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto in sito.

## 8 Cavi Bassa Tensione BT

### 8.1 Cavi ausiliari BT

Sono cavi impiegati per l'alimentazione di utenze installate in campo quali:

- Motori delle strutture mobili TRACKER;
- Circuiti di illuminazione interna ed esterna;
- Impianti di VDS;
- Impianti antintrusione;
- Motorizzazione cancelli esterni.

Tutti i cavi saranno idonei alle tipologie di posa, e conformi alle normative vigenti, con particolare riferimento alle norme CEI e alla direttiva cavi CPR.

Saranno impiegati cavi FG16R16 - FG16OR16 0,6/1 kV. Sono cavi per energia, isolati con gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16.

#### Caratteristiche costruttive

- Conduttore: Rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: Gomma, qualità G16
- Cordatura: I conduttori isolati sono cordati insieme
- Riempitivo: Termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

- Guaina esterna: PVC, qualità R16
- Colore: Grigio

### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 600/1.000 V c.a.; 1.500 V c.c.
- Tensione Massima U<sub>m</sub>: 1.200 V c.a.; 1.800 V c.c.
- Tensione di prova industriale: [V]4.000
- Massima Temperatura di esercizio: 90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame

### Condizioni d'impiego

- Sono cavi adatti per l'alimentazione di energia nelle industrie, nei cantieri, in edilizia residenziale.
- Adatti all'installazione su murature e strutture metalliche, su passerelle, in tubazioni, canalette e sistemi similari.
- Ammessa posa fissa all'interno ed all'esterno; ammessa la posa interrata, diretta e indiretta.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

*Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.*

## 9 Cavi speciali: cavi di controllo e TLC

Sono cavi impiegati per la trasmissione e l'invio di: dati, informazioni, rilevazioni, misure effettuate dai vari sistemi presenti in campo.

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio e di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo in funzione della velocità di trasmissione, della distanza tra il punto di acquisizione, invio e ricezione dati:

- Cavi in rame multipolari twistati e non (cavi belden);
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

La fibra ottica prevista in progetto consiste in un cavo con numero di coppie di fibre ottiche (cores) pari a 12.

I cavi previsti sono rispondenti alla normativa CEI EN 60794-3 e saranno equipaggiati con fibre ottiche di tipo monomodale rispondenti alla normativa ITU3T G.652. I cavi previsti sono idonei per posa in esterno entro tubi, con guaina interna in polietilene del tipo a bassa densità e guaina esterna in polietilene ad alta densità, protezione antiroditore costituita da filati di vetro, impermeabili (water blocking), totalmente dielettrici.

I cavi sono dotati di guaina esterna del tipo LSZH termoplastica allo scopo di rispettare le norme specifiche che ne rendono possibile il loro utilizzo anche in ambienti interni. Ogni cavo sarà contraddistinto da una sigla di identificazione prevista dalle vigenti norme CEI.

## 10 Misura dell'energia

### 10.1 Misura dell'energia elettrica prodotta

L'energia prodotta da ciascun sottocampo fotovoltaico sarà rilevata in bassa tensione come dato "output di monitoraggio" dall'inverter centralizzato di ciascuna MVPS (Power Station).

I gruppi di misura saranno alloggiati all'interno del locale di cabina.

### 10.2 Misura energia scambiata con la rete

La misura dell'energia attiva e reattiva è effettuata tramite strumento (GdM) posto al punto di consegna sulla rete Terna S.p.A.(contatore per misure fiscali di tipo bidirezionale, ubicato nel locale METERING dell'edificio di Stazione di Trasformazione 220/30 kV di utenza).Le apparecchiature di misura sono tali da fornire valori dell'energia su base quart'oraria, e consentire l'interrogazione e l'impostazione da remoto (anche da parte del gestore della rete), in accordo a quanto richiesto dal Codice di Rete.

## 11 Sistema di messa a terra

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili nei quadri di campo, STRING-BOX provvisti di protezione contro le sovratensioni per mezzo di scaricatori di sovratensione di classe II. Le cornici dei moduli fotovoltaici saranno rese equipotenziali con la struttura metallica di sostegno mediante una corretta imbullonatura (utilizzo di rondelle a punta che rimuovono lo strato passivato sulle cornici) e collegate a terra attraverso un conduttore di protezione di opportuna sezione.

L'impianto di terra sarà dimensionato in funzione del:

- Valore della corrente transitoria di terra (It)
- Valore di resistività del terreno

Il sistema di terra del parco fotovoltaico è costituito da una maglia di terra che si estende lungo tutta l'area dell'impianto fotovoltaico, consistente in un dispersore orizzontale in corda di rame di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>.A tale maglia verranno collegate in più punti le strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, nonché le altre masse presenti presso l'impianto. Ad essa verranno collegati gli impianti di terra delle singole cabine di sottocampo MVPS (Power Station) e delle cabine di parallelo/sezionamento, consistenti in uno o più anelli concentrici intorno alle cabine, in corda di rame di sezione pari a 70 mmq e dispersori verticali a croce di lunghezza pari a 2,5 m posti ai vertici della maglia, collegati in più punti alle armature delle fondazioni delle cabine. La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente. Particolare attenzione verrà agli attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto. Per evitare infatti che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sottoservizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 95 mm<sup>2</sup> del tipo FG16(O)R, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo di 50 mm<sup>2</sup>.

L'impianto di terra sarà dimensionato e realizzato nel rispetto della normativa vigente (CEI EN 50522 e CEI 82-25) e nel rispetto dei limiti delle tensioni di passo e di contatto.

A fine installazione in fase di verifica potranno essere eseguite le misure previste dalla normativa di riferimento.

### 12 Sistema scada

Presso l'impianto fotovoltaico verrà realizzato un sistema di telecontrollo che consentirà la piena e completa gestione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Il sistema consentirà l'acquisizione di tutti i principali parametri elettrici provenienti dai sottocampi, quali:

- tensioni e correnti di stringa
- tensioni e correnti parallelo string box
- stato scaricatori/interruttori string box
- tensioni e correnti in ingresso/uscita agli inverter
- tensioni e correnti in ingresso/uscita ai trasformatori MT/BT
- stato interruttori quadri BT e quadri MT
- principali grandezze elettriche (potenza attiva, reattiva, cos phi, etc)
- principali grandezze fisiche (temperature di esercizio, etc)

Il nucleo del sistema SCADA è costituito dalla coppia di PLC ridondati installati nel quadro QPLC.

Il PLC è una piattaforma aperta configurabile per mezzo del software di programmazione e copre le seguenti funzionalità:

- Collezione dati:
  - o dagli organi MT mediante input digitali cablati presenti in cabina;
  - o stati dei servizi ausiliari;
  - o raccolta misure e eventi dai relay di protezione di cabine tramite porte seriali RS485 collegati al converter seriale-ethernet per mezzo del software installato sul PC Embedded;
  - o raccolta dati da apparecchiature MT per mezzo dell'I/O distribuito;
  - o raccolta dati da campo FTV per mezzo delle RTU installate nelle 14 Power Station, via Modbus TCP:
    - o 14 inverter con circa 100 tag ciascuno
    - o 247 stringbox con circa 40 tag ciascuno
    - o 14 piranometri con circa 20 tag ciascuno
    - o raccolta dati da stazione monitoraggio ambientale.
- Attuazione comandi organi MT inviati da utente tramite HMI dello SCADA
- Regolazione dei valori di potenza attiva e reattiva, inseguendo, tramite controlli a retroazione (PID) logici, i setpoint impostati dall'utente dall'HMI dello SCADA o provenienti da sistemi terzi tramite appositi canali di comunicazione che saranno specificati nel seguito della realizzazione
- Elaborazione condizioni di allarme
  - o Aperture per guasto di organi MT
  - o Avviamenti e scatti dei relays di protezione
  - o Notifiche da sistema antintrusione cabine e perimetrale
  - o Notifiche da sistema antincendio cabine

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

- Inverter in avaria
- String box in avaria
- Mancanza di comunicazione con dispositivi sulla rete (LAN Monitoring)
- Fault da switch managed
- Aperture interruttori servizi ausiliari
- Mancata risposta o risposta intempestiva dei loop di regolazione potenza (PPC)

Il sistema in progetto, in fase preliminare, risulterà formato dai seguenti elementi:

- 1 quadro rack 19" 42U QCSCADA da installarsi presso la Control Room, contenente:
  - server ridondanti funzionanti da SCADA server;
  - firewall;
  - switch ethernet 24 porte rame;
  - switch ethernet gestito 6 porte rame/2 porte fibra;
  - moduli di alimentazione
- 1 quadro elettrico QPLC contenente
  - PLC in configurazione ridondata hot-standby funzionante da collettore dati da cabine, PPC e interfaccia verso rack ingressi/uscite digitali cablati verso gli organi MT locali;
  - rack di ingressi/uscite digitali con doppia interfaccia ethernet;
  - computer embedded con software per collezionare i dati dai relays di protezione locali tramite convertitore seriale ethernet;
  - moduli di alimentazione
- 1 quadro elettrico QREM contenente
  - moduli di I/O distribuito per interfaccia tramite ingressi/uscite digitali cablati verso gli organi MT locali;
  - convertitore seriale/ethenet per il colloquio verso i relays di protezione;
  - switch ethernet gestito 6 porte rame/2 porte fibra
- 1 computer desktop facente funzione di HMI locale
- 1 engineering workstation
- 14 quadri QPS da installarsi nelle MVPS Power Station contenenti:
  - 1 computer embedded con caratteristiche industriali per funzione di RTU locale
  - 1 modulo di I/O distribuito per interfaccia tramite ingressi/uscite digitali cablati verso gli organi MT locali
  - 1 switch ethernet managed 6 porte rame/2 porte fibra

*L'architettura del sistema SCADA sarà sviluppata ed implementata in fase esecutiva.*

### 13 Sistema di monitoraggio

Nell'ambito del presente progetto si prevede l'installazione di un opportuno sistema di monitoraggio al fine di garantire l'acquisizione dei parametri ambientali e climatici presenti sul campo fotovoltaico. In particolare, il sistema in oggetto permetterà la rilevazione di dati climatici e di dati di irraggiamento. I dati monitorati verranno, quindi, gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA. Il sistema di monitoraggio ambientale da installare è composto da:

- n.1 stazioni di rilevazione meteo;
- sistema di rilevazione dati di irraggiamento (componente diretta, diffusa e globale);

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

- piranometri installati sul piano dei moduli;
- sistema di tracking solare;
- albedometro;
- sistema di rilevazione temperatura moduli;
- dispositivi di comunicazione;
- dispositivi di interfaccia;
- dispositivi di memorizzazione.

Pertanto, tramite il sistema installato, i valori climatici e di irraggiamento del campo FTV puntualmente misurati saranno trasmessi al sistema SCADA al fine di permettere la valutazione della producibilità del sistema di produzione FTV. Il sistema nel suo complesso garantisce ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

Quindi, al fine di poter eseguire una corretta stima della producibilità dell'impianto, si prevede un sistema che assicurerà la valutazione puntuale dei valori di irraggiamento e insolazione presenti sul campo oltre a tutti i valori climatici. I dati ambientali ricavati, uniti ai dati di targa dell'impianto, saranno utilizzati in conformità a quanto previsto dalla norma IEC 61724 e norme CEI 82-25 per la valutazione delle performance d'impianto.

Il sistema previsto nell'ambito del presente progetto permetterà, quindi, di monitorare i seguenti dati ambientale:

- dati di irraggiamento;
- dati meteorologici;
- temperature dei moduli.

I dati ambientali sopra elencati saranno rilevati da sistemi distinti.

I dati di irraggiamento, necessari per la valutazione delle performance di impianto, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piranometri montati sul piano dei moduli (indicativamente uno ogni sottocampo).

Per quanto riguarda i dati meteorologici si prevede il montaggio di strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto.

Il sistema di monitoraggio, in aggiunta, avrà la funzione di rilevare la temperatura dei moduli.

Le stazioni meteo e quella per la rivelazione delle componenti normale, diffusa e globale dell'irraggiamento saranno posizionate sul campo in modo da rispettare:

- una posizione baricentrica rispetto alla disposizione del campo;
- una posizione in grado di rilevare i dati in maniera più fedele possibile sull'effettivo stato del campo;
- una ubicazione tale da non risentire condizionamenti ambientali esterni che inficiano la misura (momenti di ombre, riparo dal vento...).

I dati ambientali rilevati, quindi, saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA, e da questo elaborati per la determinazione dei valori della producibilità attesa.

Tutti i dati misurati saranno condizionati da dispositivi elettronici, ove vi fosse la necessità e comunicati al sistema di monitoraggio mediante protocollo MODBUS su RS - 485 o tramite interfaccia Ethernet.

Il sistema di monitoraggio ambientale previsto sarà in grado di operare in modalità automatica, completamente autonoma assicurando le funzioni di autodiagnosi per il rilevamento di eventuali malfunzionamenti o lettura di parametri fuori scala.

- Le funzioni assicurate dal sistema di monitoraggio sono:
- Temperatura esterna in gradi Celsius o Fahrenheit
- Umidità relativa
- Umidità assoluta
- Indicazione della pressione atmosferica in HG o hPa
- Selezione della pressione atmosferica relativa o assoluta
- Indicazione della pluviometria in mm
- Indicazione della pluviometria per 1 ora, 24 ore, 1 settimana, 1 mese o dall'ultimo azzeramento
- Selezione della velocità del vento in mph, km/h, m/s, nodi o Beaufort
- Indicazione della direzione del vento
- Indicatore di temperatura Wind Chill (sensazione termica)
- Indicazione del punto di rugiada
- Indicazione dei valori meteorologici
- Funzioni di allarme programmabili per differenti valori meteorologici
- Memorizzazione valori massimo e minimo
- Orologio aggiornato via protocollo NTP
- Regolazione del fuso orario e ora legale
- Funzione di risparmio energetico
- Valori di irraggiamento.

### 14 Impianti elettrici servizi ausiliari

Il progetto prevede la realizzazione dei seguenti impianti elettrici:

#### 14.1 Impianto di illuminazione e prese FM

All'interno di ciascuna cabina di parallelo/sezionamento del sottocampo fotovoltaico sarà realizzato:

- a) impianto di illuminazione normale con plafoniera a LED o con lampada fluorescente ad alta efficienza del tipo a tenuta stagna avente grado di protezione non inferiore a IP 44
- b) impianto prese FM con punti presa 2P+Tn 16A 230V e prese SCHUKO a standard VDE 16A+T

#### 14.2 Impianto di illuminazione aree esterne

Il progetto prevede la realizzazione di:

impianto di illuminazione perimetrale delle aree dei sottocampi FV con punto luce costituito da: proiettore/sorgente con lampada LED ad alta efficienza, palina in acciaio zincato, dispositivo di protezione e sezionamento, linea di alimentazione e collegamento in cavo con formazione multipolare protetto entro dedicata tubazione di pvc autoestinguente;

- illuminazione davanti le porte di accesso delle cabine di parallelo/sezionamento con plafoniera c.s.d. o di proiettore combinato con sensore di presenza;
- illuminazione della zona di accesso al campo FTV (cancello di ingresso) con proiettore completo di sensore ad infrarossi.

### 15 Sistema di sicurezza

La corretta gestione della messa in sicurezza degli impianti fotovoltaici richiede un'adeguata scelta di soluzioni integrate.

I campi dove sono generalmente installati i pannelli fotovoltaici sorgono tipicamente in aree rurali isolate e dislocati su terreni più o meno accidentati e comunemente con difficoltà strutturali di comunicazione verso l'esterno a causa della mancanza di linee telefoniche e connessioni internet. Fra le principali variabili da gestire durante la progettazione di un sistema di sicurezza, più o meno complesso, necessario a proteggere un impianto fotovoltaico vi sono:

- caratteristiche del sistema di alimentazione elettrica disponibile sull'impianto;
- variabili ambientali come tipologia del suolo, presenza di animali, condizioni climatiche;
- qualità dell'illuminazione presente in tutta l'area dell'impianto in particolar modo sui lati estremi;
- ombreggiatura dei supporti in altezza ed esposizione nelle varie ore del giorno e della notte;
- percorso degli scavi e dei condotti utilizzabili per il passaggio cavi;
- possibilità di comunicazione wireless con sistemi punto-punto professionali;
- tipologia pannelli installati e loro distribuzione sul campo fotovoltaico;
- tipologia della recinzione perimetrale del campo fotovoltaico.

Il progetto prevede un sistema di metodologie e soluzioni integrate che verranno esplicitate nei paragrafi a seguire.

#### 15.1 Protezione perimetrale

Le aree dei sottocampi fotovoltaici sono aree "chiusure" e protette in modo passivo, ovvero:

- perimetralmente con idonea recinzione di altezza di 1,80 m;
- zona di accesso protetta da idoneo cancello in ferramenta.

Al fine di implementare le misure di sicurezza si prevede la realizzazione di un impianto antintrusione perimetrale, dei singoli sottocampi FV, con impiego di:

- tecnologie a micro-onde o infrarosso tramite barriere o cavi "sensore" perimetrali;
- rivelatori volumetrici a protezione degli accessi agli impianti FTV, in prossimità delle cabine e al loro interno a tutela delle apparecchiature ivi installate.

#### 15.2 Videosorveglianza

Soluzioni a progetto prevedono:

- telecamere night & day, fisse e brandeggiabili, collegate a sistemi di registrazione di rete NVR IP per una completa gestione di preset automatizzati e gestione allarmi integrata, compresa visibilità in infrarosso;
- telecamere tipo Dome nei punti che presentano criticità quali zone di accesso, varchi;
- n. 1 postazione di Video Sorveglianza e Video analisi, dotata di NVR e di monitor;
- accesso diretto da web, sia al sistema di videosorveglianza in tempo reale che all'archivio delle registrazioni.
- Il sistema risponderà ai seguenti macro-requisiti:
- Affidabilità del sistema

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

- Possibilità di monitoraggio real-time ed in differita, con crescente livello di fluidità delle immagini, da 1 (uno) fps fino a 25 (venticinque) fps
- Memorizzazione dei dati su suite differenziate, al fine di consentire il reperimento delle immagini anche in caso di atti vandalici compiuti direttamente sul posto.

Il sistema in progetto integra anche i servizi di video analisi, con l'implementazione, oltre alle normali funzionalità di videosorveglianza, di funzionalità di videocontrollo attivo, al fine di individuare in "tempo reale" e di trasmettere le segnalazioni di allarme alla Control Room al verificarsi di situazioni critiche, o quantomeno anomale, quali ad esempio:

- L'attraversamento di una linea o poligonale immaginaria (anti-vandalismo)
- La rimozione di un oggetto (sottrazione di beni od oggetti)
- L'abbandono di un oggetto (antiterrorismo)
- Gli assembramenti ingiustificati (in parchi o aree definite "critiche")

*La definizione delle zone e delle regole del sistema di video analisi sarà sviluppata e implementata in fase di progettazione esecutiva.*

Inoltre, considerata la specificità dell'opera, con il presente progetto si è ritenuto opportuno prevedere un sistema di allarme ed antintrusione presso le cabine di impianto (MVPS, cabine di parallelo e Control Room), nelle quali, oltre alle apparecchiature elettriche sono contenuti anche il CED e le apparecchiature che consentono il monitoraggio e il telecontrollo dell'intero sistema.

Il sistema di allarme consentirà il controllo di tutti gli accessi all'impianto, e consisterà in:

- n. 1 centrale multizonale, dotata di modulo telefonico GSM/GPRS, con accesso da APP e/o da WEB, con interfaccia vocale per operatore;
- sensori di contatto da installare presso gli accessi;
- sensori volumetrici a doppia tecnologia, da installare presso i percorsi di ingresso e i luoghi sensibili;
- sirene interne ed esterne;
- inseritori a chiave RFID e con tastierino alfanumerico.

### 15.3 Sistema di dissuasione

Il progetto prevede all'esterno dei manufatti di cabina, alle zone di accesso un sistema di illuminazione a LED o a luce alogena da utilizzare come deterrente.

Nel caso sia rilevata un'intrusione (tarata sulle dimensioni di un essere umano) l'illuminazione relativa a quell'area / zona viene attivata.

### 15.4 Sistema antincendio

Il sistema antincendio da realizzarsi nell'ambito del presente progetto è conforme a quanto prescritto dal D.P.R. n° 151 del 1 agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n° 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n° 122", lettera 1324 del 7 febbraio 2012 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici"; lettera di chiarimenti diramata in data 4 maggio 2012 dalla Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del corpo dei Vigili del Fuoco.

In via generale l'installazione dell'impianto fotovoltaico, in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, non comporterà per il sito un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio. In tal senso si precisa che non esistono:

- interferenze con sistema di trasporto di prodotti combustibili;
- rischi di propagazione delle fiamme verso fabbricati/manufatti poiché gli stessi sono collocati a distanza di sicurezza.

Inoltre, è stato valutato il pericolo di elettrocuzione a cui può essere esposto l'operatore dei Vigili del Fuoco per la presenza di elementi circuitali in tensione. Si evidenzia che sia in fase di cantiere che in fase di O&M dell'impianto si dovranno rispettare anche tutti i requisiti richiesti ai sensi del D.Lgs 81/2008.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di propagazione di un incendio dai generatori fotovoltaici, gli impianti saranno installati su strutture incombustibili (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005). Sono previsti sistemi ad estintore in ogni cabina presente e alcuni estintori aggiuntivi per eventuali focolai esterni alle cabine (sterpaglia, erba secca, ecc.). L'area in cui è ubicato il generatore fotovoltaico ed i suoi accessori non sarà accessibile se non agli addetti alle manutenzioni che dovranno essere adeguatamente formati/informati sui rischi e sulle specifiche procedure operative da seguire per effettuare ogni manovra in sicurezza, e forniti degli adeguati DPI. I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D.Lgs.81/08.

## 16 Protezione contro i contatti diretti

### 16.1 Generalità

Si ha un contatto diretto quando una parte del corpo umano viene a contatto con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione (conduttori, morsetti, ecc.).

### 16.2 Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata

Si attua la protezione contro i contatti diretti ponendo in essere tutte quelle misure e accorgimenti idonei a proteggere le persone dal contatto con le parti attive di un circuito elettrico.

La protezione può essere totale o parziale.

La scelta tra la protezione parziale o totale dipende dalle condizioni di uso e di esercizio dell'impianto (può essere parziale solo dove l'accessibilità ai locali è riservata a persone addestrate).

La Norma CEI 64-8 prevede inoltre quale misura addizionale di protezione contro i contatti diretti l'impiego di dispositivi a corrente differenziale.

#### 16.2.1 Misure di protezione totale

Sono destinate alla protezione di personale non addestrato e si ottengono con le seguenti azioni:

1. Isolamento delle parti attive. Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- parti attive ricoperte completamente con isolamento che può essere rimosso solo a mezzo di distruzione;
- gli altri componenti elettrici devono essere provvisti di isolamento resistente alle azioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio.

2. Involucri o barriere. Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora

- parti attive contenute entro involucri o dietro barriere con grado di protezione almeno IP2X o IPXXB;
- superfici orizzontali delle barriere o involucri a portata di mano, con grado di protezione almeno IP4X o IPXXD;
- involucri o barriere saldamente fissati in modo da garantire, nelle condizioni di servizio prevedibili, la protezione nel tempo;
- barriere o involucri devono poter essere rimossi o aperti solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo speciale (azione intenzionale);
- il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo sostituzione o richiusura delle barriere o degli involucri.

### 16.2.2 Misure di protezione parziale

Sono destinate unicamente a personale addestrato; si attuano mediante ostacoli o distanziamento. Impediscono il contatto non intenzionale con le parti attive, nella pratica sono misure applicate solo nelle officine elettriche. Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

#### 1. Ostacoli. Devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive;
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione nel funzionamento ordinario.

Gli ostacoli possono essere rimossi senza una chiave o un attrezzo speciale, ma devono essere fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale.

#### 2. Distanziamento. Deve avvenire:

- Il distanziamento delle parti simultaneamente accessibili deve essere tale che esse non risultino a portata di mano;
- la zona a portata di mano inizia dall'ostacolo (per es. parapetti o rete grigliata) che abbia un grado di protezione < IPXXB.

### 16.3 Misura di protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali

La protezione con interruttori differenziali con soglia di intervento  $I_{dn} = 300$  mA, pur eliminando gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuta quale elemento unico di protezione completa e richiede comunque l'abbinamento con una delle misure di protezione di cui ai precedenti paragrafi.

### 16.4 Protezione contro i contatti diretti lato corrente continua

La protezione contro i contatti diretti deve essere realizzata utilizzando componenti adeguati alla specifica applicazione, secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8. Anche l'installazione dei componenti e i relativi cablaggi devono essere effettuati in ottemperanza alle prescrizioni di detta norma.

Si ricorda, a questo proposito, che le misure di protezione contro i contatti diretti, in bassa tensione, possono essere tali da evitare qualsiasi rischio elettrico (protezione totale) oppure no (protezione parziale). Le prime vengono realizzate per proteggere le persone prive di conoscenze dei fenomeni e dei rischi elettrici associati: cioè quelle che nella Norma CEI 11 27 vengono definite Persone Comuni (PEC) e che non eseguono lavori elettrici se non a determinate condizioni; le altre protezioni vengono attuate per le Persone Esperte (PES) o Persone Avvertite (PAV) anch'esse definite nella norma succitata, le quali sono in possesso di adeguate conoscenze dei fenomeni elettrici e vengono appositamente addestrate per eseguire i lavori elettrici.

## 17 Protezione contro i contatti indiretti

### 17.1 Generalità

Si attua la protezione contro i contatti indiretti ponendo in essere tutte quelle misure e accorgimenti idonei a proteggere le persone dal contatto con le parti attive di un circuito elettrico.

La protezione può essere parziale o totale.

La scelta tra la protezione parziale o totale dipende dalle condizioni di uso e di esercizio dell'impianto (può essere parziale solo dove l'accessibilità ai locali è riservata a persone addestrate).

### 17.2 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata

Per la protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata potranno essere adottate le seguenti misure.

- a) Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

Tale protezione è realizzata mediante l'impiego di interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra in modo da garantire una tensione di contatto presunta non superiore a 50 V per gli ambienti ordinari e 25 V per gli ambienti speciali.

Deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$R_a * I_a < 50 \text{ V}$$

dove:

- $R_a$  = resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione;
  - $I_a$  = corrente che provoca il funzionamento automatico dei dispositivi di protezione.
- b) Protezione mediante l'impiego di apparecchiature aventi componenti di classe II o isolamento equivalente.

Il doppio isolamento è ottenuto aggiungendo all'isolamento principale o fondamentale (il normale isolamento delle parti attive) un secondo isolamento chiamato supplementare. È altresì ammesso dalle Norme la realizzazione di un unico isolamento purché le caratteristiche elettriche e meccaniche non siano inferiori a quelle realizzate con il doppio isolamento; in questo caso l'isolamento è chiamato isolamento rinforzato. Il tipo di protezione offerto dal doppio isolamento consiste nel diminuire fortemente la probabilità di guasti perché, in caso di cedimento dell'isolamento principale, rimane la protezione dell'isolamento supplementare. Un'apparecchiatura elettrica dotata di doppio isolamento o di isolamento rinforzato è classificata di classe II.

- Gli apparecchi elettrici vengono suddivisi dalle Norme CEI in quattro classi, in base al tipo di protezione offerta contro i contatti indiretti. In particolare:
  - Classe 0: apparecchio dotato di isolamento principale e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
  - Classe I: apparecchio dotato di isolamento principale e provvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
  - Classe II: apparecchio dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

- Classe III: apparecchio destinato ad essere alimentato a bassissima tensione di sicurezza.
- L'isolamento può essere ridotto e non deve essere in alcun modo collegato a terra o al conduttore di protezione di altri circuiti.
- c) Protezione mediante separazione elettrica.

Questo tipo di protezione evita correnti pericolose nel caso di contatto con masse che possono andare in tensione a causa di un guasto all'isolamento principale del circuito. Le prescrizioni da rispettare affinché la protezione sia assicurata sono quelle indicate nella Norma CEI 64 8 (Articoli da 413.5.1.1 fino a 413.5.1.6) ed anche da:

- quanto indicato, sempre dalla stessa Norma al punto 413.5.2, se il circuito separato alimenta un solo componente elettrico;
- quanto indicato al punto 413.5.3, se il circuito separato alimenta più di un componente elettrico.
- d) Protezione mediante bassissima tensione di sicurezza

Un sistema elettrico è a bassissima tensione se soddisfa le condizioni imposte dall'articolo 411.1.1 della Norma CEI 64 8; in particolare:

- la tensione nominale non supera 50 V valore efficace in c.a., e 120 V in c.c. non ondulata;
- l'alimentazione proviene da una sorgente SELV o PELV;
- sono soddisfatte le condizioni di installazione specificatamente previste per questo tipo di circuiti elettrici.

SELV e PELV sono acronimi di Safety Extra Low Voltage e Protective Extra Low Voltage, e caratterizzano ciascuna specifici requisiti che devono possedere i sistemi a bassissima tensione.

Un circuito SELV ha le seguenti caratteristiche:

- È alimentato da una sorgente autonoma o da una sorgente di sicurezza. Sono sorgenti autonome le pile, gli accumulatori, i gruppi elettrogeni. Sono considerate sorgenti di sicurezza le alimentazioni ottenute attraverso un trasformatore di sicurezza.
- Non ha punti a terra. È vietato collegare a terra sia le masse sia le parti attive del circuito SELV.
- Deve essere separato da altri sistemi elettrici. La separazione del sistema SELV da altri circuiti deve essere garantita per tutti i componenti; a tal fine i conduttori del circuito SELV o vengono posti in canaline separate o sono muniti di una guaina isolante supplementare.

Un circuito PELV possiede gli stessi requisiti di un sistema SELV ad eccezione del divieto di avere punti a terra; infatti nei circuiti PELV almeno un punto è sempre collegato a terra.

### 17.3 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente continua

Le masse di tutte le apparecchiature devono essere collegate a terra, mediante il conduttore di protezione.

Nel caso di generatori fotovoltaici costituenti sistemi elettrici in bassa tensione con moduli dotati solo di isolamento principale, è necessario mettere a terra le cornici metalliche dei moduli fotovoltaici, le quali in questo caso sono da considerare masse. Tuttavia è da notare come tale misura sia in grado di proteggere dal contatto indiretto solo contro tali parti metalliche, ma non dà nessuna garanzia contro il contatto diretto sul retro del modulo: un punto ove è possibile avere un cedimento dell'isolamento principale.

Una strada diversa e risolutiva ai fini di garantire la sicurezza contro il contatto indiretto può essere quella di introdurre involucri o barriere che impediscano contatti diretti con le parti munite solo di isolamento principale.

Nel caso invece in cui i moduli siano dotati di isolamento supplementare o rinforzato (Classe II), le norme prevedono che le cornici, se metalliche, non vengano messe a terra. Questa situazione può creare una difficoltà applicativa nel caso in cui le strutture di sostegno dei moduli, se metalliche, siano o debbano essere messe a terra, giacché se da un lato viene richiesto di isolare le cornici dei moduli dalla struttura (magari, introducendo involucri o barriere che ne impediscano il contatto elettrico), dall'altro come scelta "cautelativa" potrebbe essere consigliato di rendere equipotenziali le cornici dei moduli con la struttura. Quest'ultima soluzione infatti garantirebbe la sicurezza contro il contatto indiretto nel corso della vita utile dell'impianto fotovoltaico (superiore a 25 anni), nei casi nei quali non si possa escludere a priori l'eventualità che l'isolamento possa decadere nel tempo, specie nel caso di moduli installati in località vicino al mare.

L'equi potenzialità delle cornici dei moduli con la struttura di sostegno dei medesimi può essere ottenuta mediante il normale fissaggio meccanico dei moduli sulla struttura.

## 18 Protezione da corto circuiti

### 18.1 Protezione da corto circuiti lato corrente alternata

La protezione da corto circuito sul lato corrente alternata dell'impianto fotovoltaico è garantita dai dispositivi interni all'inverter.

### 18.2 Protezione da corto circuiti lato corrente continua

Gli impianti fotovoltaici sono realizzati attraverso il collegamento di un determinato numero di moduli, a loro volta realizzati attraverso il collegamento di celle inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti fotovoltaici di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiore, a seconda del numero di celle connesse. Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe. Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto circuito è di poco superiore alla corrente nel punto di massima potenza.

## 19 Protezione dalle fulminazioni

Un campo fotovoltaico correttamente collegato ad un idoneo impianto di terra non altera in alcun modo la probabilità di essere colpito da un fulmine in quanto non altera le condizioni / caratteristiche del sito di installazione per la omogeneità dei dati dimensionali (altezze) dei componenti costituenti l'impianto.

I moduli fotovoltaici sono insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza.

Il progetto prevede dispositivi che garantiscono la protezione dell'impianto dalle scariche atmosferiche con scaricatori di sovratensione installati nei quadri parallelo di campo (string box) e negli inverter lato corrente continua e alternata.

## 20 Sistema di monitoraggio e controllo

Il sistema fotovoltaico ha un funzionamento completamente automatico e non richiede alcun ausilio per il regolare esercizio.

Quando viene raggiunta una soglia minima di irraggiamento sul piano dei moduli, il sistema inizia automaticamente ad inseguire il punto di massima potenza del campo fotovoltaico (MPP = Maximum Power Point), modificando la caratteristica (grafico tensione/corrente) per estrarre la massima potenza disponibile.

Un sistema di telecontrollo consente di pilotare, sorvegliare e supervisionare a distanza le installazioni tecnologiche.

Presso ciascun impianto fotovoltaico, una centralina elettronica, RTU (Remote Terminal Unit) avrà la funzione di:

- acquisire i dati di campo;
- inoltrare i comandi per l'automazione dell'impianto;
- predisporre lo scarico dei dati storici da parte del centro di controllo.

È opportuno dotare un impianto fotovoltaico di sistema di monitoraggio soprattutto al fine di poter riscontrare (automaticamente, senza necessità di controllo manuale e presenza di personale in loco) eventuali anomalie che possono far decrementare la produzione. Il sistema permette di prevenire eventuali guasti o malfunzionamenti e di attuare e programmare una manutenzione predittiva.

Il sistema di monitoraggio permette di analizzare e valutare gli indici di performance dell'impianto di generazione FV, il corretto funzionamento dei tracker, la sicurezza dell'impianto, la stabilità della rete elettrica con l'acquisizione, elaborazione di dati provenienti dagli elementi, sensori, centraline, dispositivi in campo per le funzioni quali:

- Monitoraggio di ogni stringa dell'impianto fotovoltaico
- Monitoraggio della potenza istantanea e dello stato dell'inverter
- Monitoraggio dei dati provenienti dai sensori in campo (esempio temperatura, vento, irraggiamento)
- Misura dell'energia prodotta
- Misura dell'energia immessa in rete
- Misura dell'energia autoconsumata
- Stato interruttori generali MT e BT
- Funzionamento tracker
- Parametri impianto antintrusione
- Parametri impianto di videosorveglianza

## 21 Normative di riferimento

Si riportano di seguito le principali norme che regolano l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti fotovoltaici, precisando che restano valide le normative comuni a tutti gli impianti elettrici.

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

## RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse  
nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato Aurora*

- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61000-3-12: Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 3-12: Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso  $>16$  A e  $\leq 75$  A per fase.
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase).
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione.
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori.
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- UNI 8477: Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati; IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- CEI EN 62305 - 1: Protezione contro I fulmini. Parte 1: Principi generali.
- CEI EN 62305 - 2: Protezione contro I fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio.
- CEI EN 62305 - 3: Protezione contro I fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI EN 62305 - 4: Protezione contro I fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- D.Lgs 81/2008 Testo unico in materia di salute e sicurezza sul luogo di lavoro.

*Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti.*