

Regione Emilia Romagna



Comune di Cadelbosco di Sopra



Comune di Reggio Emilia



Comune di Correggio



Committente



**CADELBO스코 GREEN POWER SRL**

Partita IVA: 03072860350  
Via Ernesto Che Guevara, 2  
Reggio nell'Emilia (RE)  
CAP 42123

Titolo del Progetto:

## Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un parco fotovoltaico denominato "Cadelbosco"

Documento:

**Progetto di fattibilità tecnico-economica ai sensi del D.lgs 36/23 Art.41**

N° Tavola:

REL02\_10

Elaborato:

**Relazione tecnica impianto fotovoltaico**

SCALA:

-

FOGLIO:

1 di 1

FORMATO:

A4

folder: 02\_PROGETTO

Nome File: REL02\_10\_Tecnica impianto fotovoltaico\_Rev.00.pdf

Progettazione:



**NEW DEVELOPMENTS srl**  
piazza Europa, 9 - 87100 Cosenza (CS)

Progettisti:



dott.ing. Giovanni Guzzo Foliario



dott.ing. Amedeo Costabile



dott. Ing. Francesco Meringolo

Rev:	Data Revisione:	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	28/07/2025	PRIMA EMISSIONE	Nev. Dev.	CGS	CGS



<b>Indice</b>	
Premessa .....	2
1. Descrizione delle caratteristiche della fonte utilizzata.....	2
1.1 Funzionamento delle celle fotovoltaiche.....	2
1.2 Terminologia .....	3
1.3 Suddivisione dei campi .....	4
2. Descrizione delle diverse componenti.....	5
2.1 Modulo fotovoltaico .....	5
2.2 Struttura di sostegno e sistema di inseguimento solare .....	9
2.3 Perimetrazione esterna.....	12
2.4 Inverter, trasformatori, quadri.....	14
3. Dimensionamento dell'impianto.....	21
3.1 Sito di installazione .....	21
3.2 Dati di irraggiamento .....	21
3.4 Sistema di orientamento.....	25
3.5 Previsione di produzione energetica .....	26
5. Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini.....	26

## Premessa

La società **CADEL BOSCO GREEN POWER s.r.l.** propone nel territorio Comunale di **Cadelbosco di sopra (RE)**, **Reggio Emilia(RE)**, **Correggio (RE)**, la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di **22,113 MW** e le relative opere di connessione denominato **"Cadelbosco"**.

Lo scopo della presente relazione è quello di descrivere e analizzare la componente fotovoltaica del seguente progetto.

### 1. Descrizione delle caratteristiche della fonte utilizzata

Vengono fornite informazioni sul funzionamento e sulle caratteristiche elettriche dei generatori fotovoltaici.

#### 1.1 Funzionamento delle celle fotovoltaiche<sup>1</sup>

L'interazione di un fotone di sufficiente energia con un elettrone legato (di valenza) di un materiale solido può liberare l'elettrone e portarlo nella banda di conduzione. Questo è il principio di base del funzionamento delle celle fotovoltaiche.

L'energia richiesta per liberare un elettrone e portarlo dalla banda di valenza nella banda di conduzione è denominata energia di gap.

Se l'energia di un fotone è minore dell'energia di gap, l'elettrone non può essere liberato e l'energia del fotone viene dissipata in calore, se l'energia del fotone è maggiore di quella di gap, l'elettrone viene liberato e l'eccesso di energia viene ancora dissipato in calore.

Il materiale maggiormente utilizzato nelle celle fotovoltaiche è il silicio (Si), il quale ha una energia di gap pari a 1,12 (eV).

La lunghezza d'onda massima alla quale la radiazione solare produce l'effetto fotovoltaico risulta dalla relazione:

$$\lambda_{max} = \frac{h \cdot c}{\epsilon_g} = 1,11 \cdot 10^{-6} m$$

dove

---

<sup>1</sup> Mario A. Cucumo, V. Marinelli, G. Oliveti (1994). *Ingegneria Solare*. Bologna: Pitagora Editrice s.r.l.

$\epsilon_g = 1,12 \text{ eV} = 1,12 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  = energia di gap del silicio;

$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  = costante di Planck;

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  = velocità della luce.

La radiazione di lunghezza d'onda maggiore di  $1,1 \mu\text{m}$  è pertanto inabile a produrre corrente elettrica nelle celle al silicio, pertanto, esaminando i dati della distribuzione spettrale dell'irraggiamento extraterrestre, si può osservare che circa il 25% dell'energia solare contenuta nello spettro è completamente inefficace.

Le celle fotovoltaiche sono costituite da due strati di semiconduttori in contatto tra di loro, uno di tipo *n* ed uno di tipo *p*.

Il silicio presenta quattro elettroni di valenza nell'orbita più esterna e forma un reticolo cristallino in cui ogni atomo di Si è circondato da 4 atomi di Si, con ciascuno dei quali stabilisce un legame covalente.

Il semiconduttore di tipo *n* si ottiene aggiungendo al silicio piccole quantità di fosforo (P), il quale ha cinque elettroni nell'orbita più esterna; nel semiconduttore *n* vi è pertanto un eccesso di elettroni liberi, portati dagli atomi di fosforo.

Il semiconduttore di tipo *p* si ottiene invece degradando il silicio con atomi di boro (B), il quale ha solo tre elettroni nell'orbita esterna: nel semiconduttore *p* vi sono pertanto vacanze di elettroni.

Quando si pongono in contatto i due strati di semiconduttore di tipo *n* e di tipo *p*, gli elettroni liberi del semiconduttore *n* attraversano la giunzione ed occupano le vacanze esistenti nel semiconduttore *p*: di conseguenza il semiconduttore *n* acquista una carica positiva, mentre il semiconduttore *p* si carica negativamente. Si stabilisce pertanto attorno alla giunzione una barriera di potenziale.

Quando la cella fotovoltaica viene illuminata dalla radiazione solare, quest'ultima penetra sia nello strato superiore che inferiore creando delle coppie di elettroni e di vacanze. A causa della barriera di potenziale, gli elettroni possono passare da *p* ad *n* ma non da *n* a *p*: si produce così un eccesso di elettroni nello strato *n*, che fluiscono nel conduttore esterno verso lo strato *p* dando luogo ad una corrente elettrica. La cella è provvista di opportune griglie conduttrici per convogliare gli elettroni nel circuito esterno.

## 1.2 Terminologia

Nella sistemistica fotovoltaica viene usata la seguente terminologia:

- *Cella fotovoltaica*: è il componente a semiconduttore che realizza la conversione diretta di energia solare in energia elettrica;
- *Modulo*: è un insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente fra loro e racchiuse in un involucro sigillato;



- *Pannello*: è un insieme di moduli connessi in una struttura rigida;
- *Stringa*: è un insieme di pannelli connessi in modo da dare la tensione nominale dell'impianto;
- *Campo fotovoltaico*: è l'insieme di tutti i pannelli, connessi tra loro in maniera opportuna, che costituiscono il generatore di energia elettrica;
- *Sistema di inseguimento*: è una macchina elettrica la quale consente di far funzionare il campo fotovoltaico sempre in condizioni di massima potenza erogata;
- *Inverter*: trasforma la corrente continua generata dall'impianto fotovoltaico in corrente alternata.

### 1.3 Suddivisione dei campi

L'impianto fotovoltaico si compone area opportunamente delimitata denominata "Campo FV" suddivisa a sua volta in 7 sottocampi fotovoltaici denominati rispettivamente "FV.1", "FV.2", "FV.3", "FV.4", "FV.5", "FV.6", "FV.7".

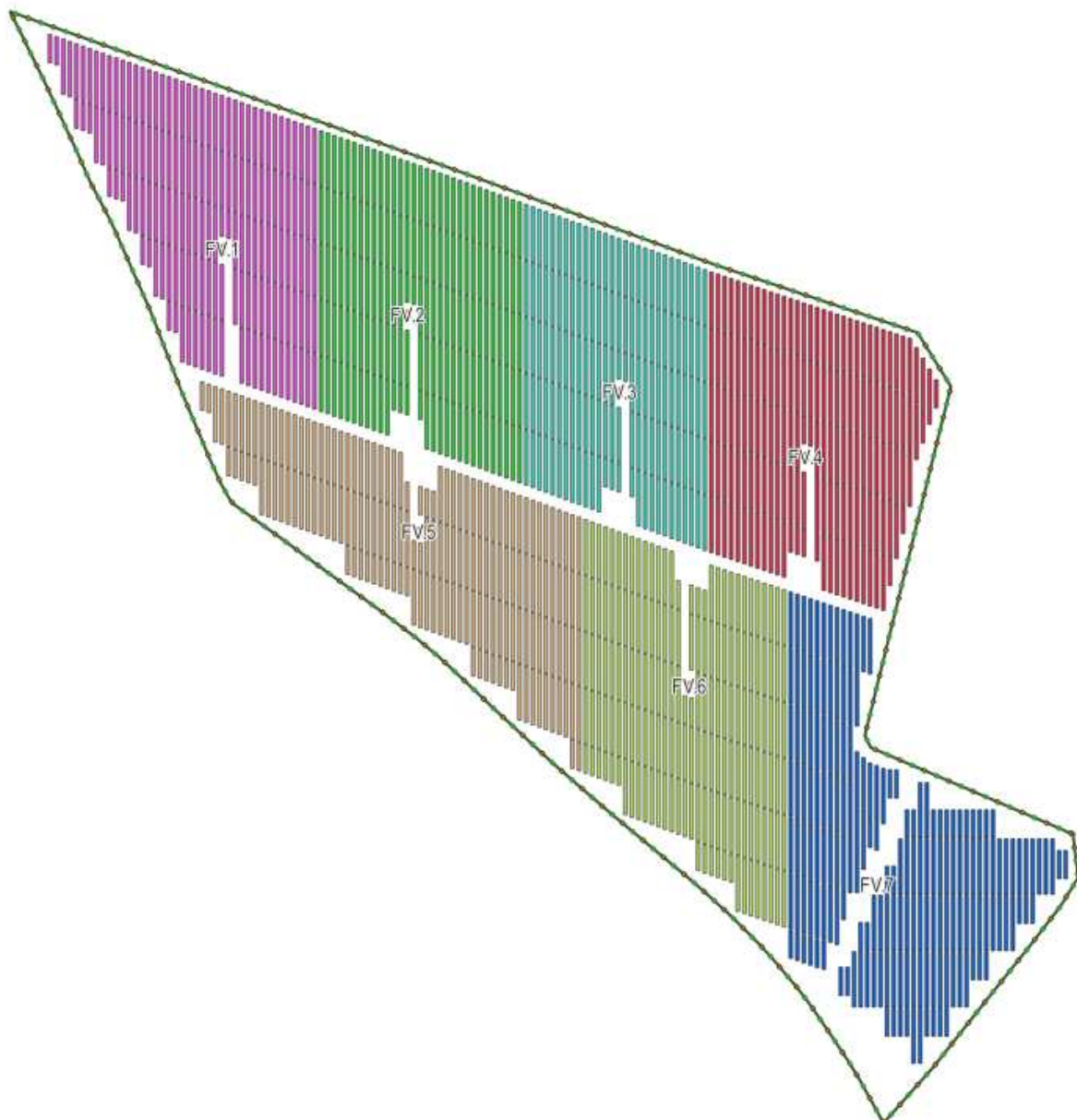


Figura 1 - TAV02\_36\_Suddivisione campi\_Rev.00.pdf

## 2. Descrizione delle diverse componenti

### 2.1 Modulo fotovoltaico

Il tipo di modulo fotovoltaico scelto per l'impianto in progetto è il modulo monocristallino bifacciale del tipo **Solardeland – DE-132G12HC750W di potenza 750 Watt** e di dimensioni pari a (L x B x H) 2384 mm x 1303 mm x 33 mm o similare occupante una superficie pari a circa **3,10 mq.**

REL02_10	Relazione tecnica impianto fotovoltaico	5 di 26
----------	---	---------

Viene riportata di seguito la scheda tecnica di dettaglio:



## DE-132G12HC 700W-750W

### Small in size, bigger on power

- Up to 750W, 24.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Reduce installation cost with higher power bin and efficiency
- Boost performance in warm weather with low temperature coefficient and operating temperature

### High customer value

- Lower LCOE, reduced BOS cost, better ROI
- Lowest guaranteed first year and annual degradation
- Optimized compatibility with existing mainstream system components

### High output power

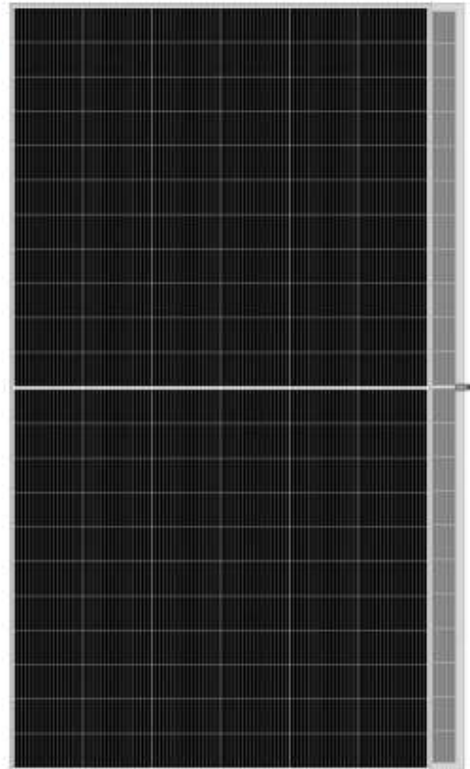
- Based on G 12-210mm solar cells with N-type TopCon technology
- High density interconnection provides improved power density
- MBB technology improves light-trapping effect and current-collection, while lowering series resistance

### High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology minimizes micro-cracking
- Ensured PID resistance through improved cell process and module material control
- Resistant to harsh environments
- Mechanical performance up to +5400/-2400 Pa

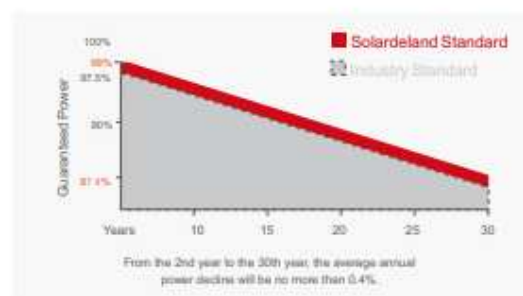
### Longer warranty

- First-year degradation 1% and annual degradation at 0.4%
- Up to 12 years product warranty and 30years power warranty



## PRODUCT Warranty

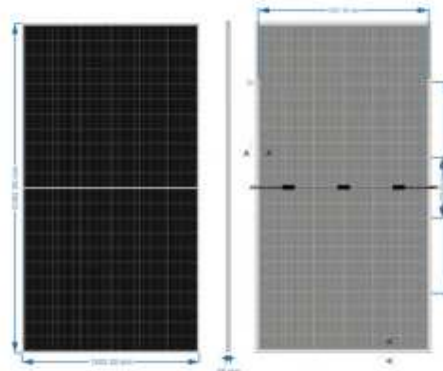
**12 YEARS** Product Warranty  
**30 YEARS** Performance guarantee



## G12-BIFACIAL 700W-750W

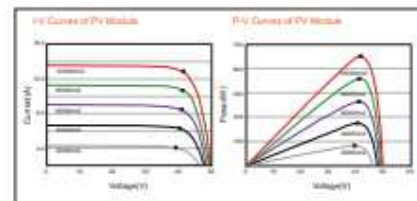
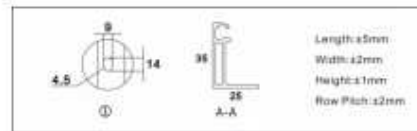
### MECHANICAL PARAMETERS

Cell Type	N-Type TopCon Half-cut Cell
No. of Cells	132
Front Cover	3.2 mm glass, high transmission, AR coated, tempered
Encapsulation	EVA
Back Cover	Transparent backsheet
Junction Box	IP68 rated, 3 bypass diodes
Frame	35mm Anodized Aluminium Alloy
Cable	1 x 4 mm <sup>2</sup> , 350 mm length or customized
Connectors	MC 4/ MC 4 compatible
Weight	31Kg
Dimension	2382*1303*35mm
Packaging	962pcs/40HQ Container



### OPERATING PARAMETERS

Operational Temperature	-40~+85°C
Power Output Tolerance	0~5W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	1500VDC(IEC)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operational Cell Temperature	43 ± 2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2 IEC Class C



### ELECTRICAL CHARACTERISTICS STC AM1.5 1000W/m<sup>2</sup> 25°C NOCT:AM1.5 800W/m<sup>2</sup> 20°C 1m/s Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	DE-132G12HC700W		DE-132G12HC710W		DE-132G12HC720W		DE-132G12HC730W		DE-132G12HC740W		DE-132G12HC750W	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power(Pmax/W)	700W	529W	710W	536W	720W	543W	730W	550W	740W	557W	750W	564W
Voltage at Maximum Power(Vmp/V)	40.90	38.30	41.30	38.70	41.70	39.10	42.10	39.50	42.50	39.90	40.50	37.90
Current at Maximum Power(Imp/A)	17.29	13.96	17.36	13.99	17.44	14.03	17.51	14.07	17.58	14.10	17.65	14.14
Open Circuit Voltage(Voc/V)	47.00	44.40	47.40	44.80	47.80	45.20	48.20	45.60	48.60	46.00	49.00	46.40
Short Circuit Current(Isc/A)	18.25	14.74	18.33	14.77	18.42	14.82	18.49	14.86	18.56	14.89	18.64	14.93
Module Efficiency(%)	22.50%		22.90%		23.20%		23.50%		23.80%		24.20%	

### MECHANICAL LOADING

Snow Load	5400 Pa or 550 kg/m <sup>2</sup>
Wind Load	2400 Pa or 244 kg/m <sup>2</sup>
Hail Resistance	Max. Ø 25 mm at 23 m/s

### TEMPERATURE RATINGS(STC)

Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.30%/°C

### Bifacial Output-Rearside Power Gain

5%	Maximum Power(Pmax)	735W	740W	750W	767W	777W	788W
	Module Efficiency(STC)	23.8%	24.0%	24.4%	24.7%	25.0%	25.4%
10%	Maximum Power(Pmax)	770W	781W	792W	803W	814W	825W
	Module Efficiency(STC)	24.8%	25.2%	25.5%	25.9%	26.2%	26.6%

## Solardeland

+49 15206248869 info@solardeland.com www.solardeland.com  
Kreuzstr. 60, 40210 Düsseldorf, Germany

© 2024 SOLARDELAND All rights reserved.  
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.



I moduli fotovoltaici bifacciali sono dei tipi di pannelli che riescono a generare energia da entrambi i lati della cella fotovoltaica, aumentando in tal modo la produzione di energia rispetto a un modulo fotovoltaico standard. La cella sfrutta quindi sia la luce sia frontalmente che posteriormente tramite il fenomeno di "bifaccialità" che dipende dal Fattore di Albedo della superficie su cui i moduli vengono installati.

L'albedo è l'unità di misura che indica la capacità riflettente di un oggetto o di una superficie. Solitamente viene espressa con un valore da 0 a 1, che può variare a seconda dei singoli casi.

Più il valore dell'albedo di una superficie è vicino all'unità, maggiore è la quantità di luce che è in grado di riflettere: di conseguenza, anche la produzione di energia dei pannelli fotovoltaici bifacciali sarà più o meno elevata e quindi a parità di superficie installata la potenza del modulo risulterà maggiore.

I moduli, catturando la luce riflessa sulla parte posteriore, garantiscono un incremento di produzione che può oscillare tra il 5% e il 10% (come riportato nella scheda tecnica) in più rispetto a un modulo monofacciale a seconda dell'albedo.

La seguente tabella riporta la distribuzione dei moduli all'interno del parco fotovoltaico divisa per sottocampi:

Campo FV	N°moduli	Potenza in DC	Sup. Pannellata
-	n°	(kW)	-
FV.1	196	147,00	608,33
	4.004	3.003,00	12.427,40
FV.2	84	63,00	260,71
	4.116	3.087,00	12.775,02
FV.3	84	63,00	260,71
	3.696	2.772,00	11.471,45
FV.4	140	105,00	434,52
	4.060	3.045,00	12.601,21
FV.5	448	336,00	1.390,48
	3.752	2.814,00	11.645,25
FV.6	252	189,00	782,14
	4.172	3.129,00	12.948,83
FV.7			

	644	483,00	1.998,81
	3.836	2.877,00	11.905,97
<b>TOTALE IMPIANTO</b>	<b>29.484</b>	<b>22.113,00</b>	<b>91.510,85</b>

\*la superficie pannellata rappresenta la proiezione al suolo dei soli moduli fotovoltaici

## 2.2 Struttura di sostegno e sistema di inseguimento solare

Il progetto prevede l'impiego di sistemi ad inseguitore solare monoassiale di *rollio* del tipo *Tracker*. Queste strutture consentono la rotazione dei moduli fotovoltaici ad essi ancorati intorno ad un unico asse orizzontale permettendo l'inseguimento del sole nell'arco della giornata aumentando la produzione energetica dell'impianto fotovoltaico.

Nei campi fotovoltaici che costituiscono il parco in oggetto i *trackers* lavorano singolarmente ed il movimento è regolato da un unico motore per *tracker*. Questo motore lavora estendendosi ed accorciandosi lungo una direttrice sub-verticale la cui inclinazione cambia di alcuni gradi durante la giornata massimizzando la produzione di energia.

Il movimento del motore si trasforma per i pannelli in rotazione intorno ad un'asse orizzontale.

Tutti gli elementi sono solitamente realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo e sono:

- I pali di sostegno infissi nel terreno
- Travi orizzontali
- Giunti di rotazione
- Elementi di collegamento tra le travi principali
- Elementi di solidarizzazione
- Elementi di supporto dei moduli
- Elementi di fissaggio.

**I pali delle strutture sono installati per semplice infissione senza preventiva perforazione e asportazione del terreno, mediante battitura. In questo modo si evita la realizzazione di fondazioni e una più semplice rimozione in fase di dismissione dell'impianto.**



Figura 2 -infissione dei piedi della struttura monoassiale tramite macchina battipalo

L'interasse minimo tra le fila di strutture nella direzione N-S è stato posto pari a **5,5 m** per massimizzare la potenza dell'impianto e contemporaneamente evitare l'ombreggiamento reciproco tra le file. Le strutture scelte per l'impianto in progetto sono di due tipologie che differiscono esclusivamente per dimensione e sono state progettate per agevolare l'installazione da parte degli operatori durante la fase di collegamenti tra i moduli e rispettarne contemporaneamente i parametri elettrici.

Il posizionamento dei moduli **bifacciali** sulla struttura prevede inoltre un interspazio intercorrente tra i moduli pari a **2 cm** lungo l'asse x e y.

In particolare, si sono scelte delle strutture composte da:

- 1 modulo posizionato lungo l'asse x e 14 lungo l'asse y per un totale di 14 moduli
- 1 modulo posizionato lungo l'asse x e 28 lungo l'asse y per un totale di 28 moduli

Di tali strutture che verranno identificate per semplicità come **TR1x14** e **TR1x28** vengono riportate le **caratteristiche dimensionali**:

Struttura	N° moduli	Inclinazione	Potenza struttura (kW)	Proiezione in pianta a tilt $\pm 50^\circ$ (m)	Dimensione specchio captante (m)	Superficie captante (mq)	Altezza min fuoriterra (m)	Altezza max fuoriterra (m)
<b>TR1X14</b>	<b>14</b>	<b><math>\pm 50^\circ</math></b>	<b>10,50</b>	<b>19,312x 1,808</b>	<b>19,312x 2,384</b>	<b>43,452</b>	<b>0,581</b>	<b>2,406</b>
<b>TR1X28</b>	<b>28</b>	<b><math>\pm 50^\circ</math></b>	<b>21,00</b>	<b>37,834 x 1,808</b>	<b>37,834 x 2,384</b>	<b>86,904</b>	<b>0,581</b>	<b>2,406</b>

Si rimanda agli **TAV02\_11\_Prospekti e sezioni tipo inseguitori solari monoassiali\_Rev.00** per i disegni di dettaglio delle strutture.

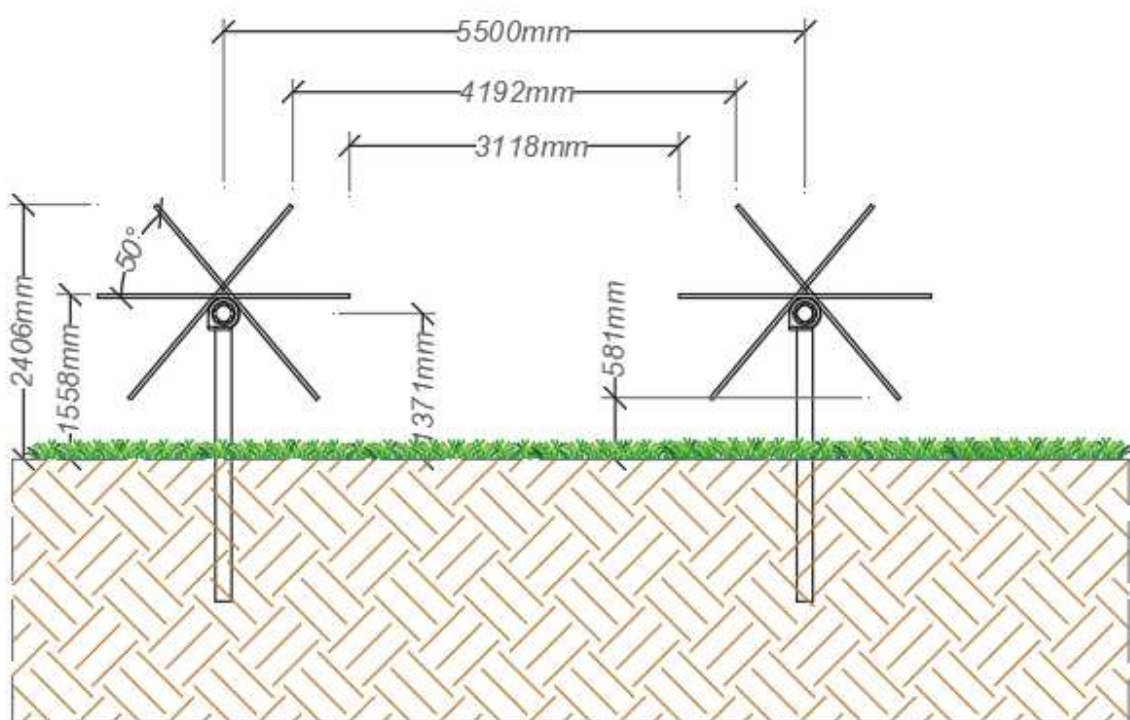


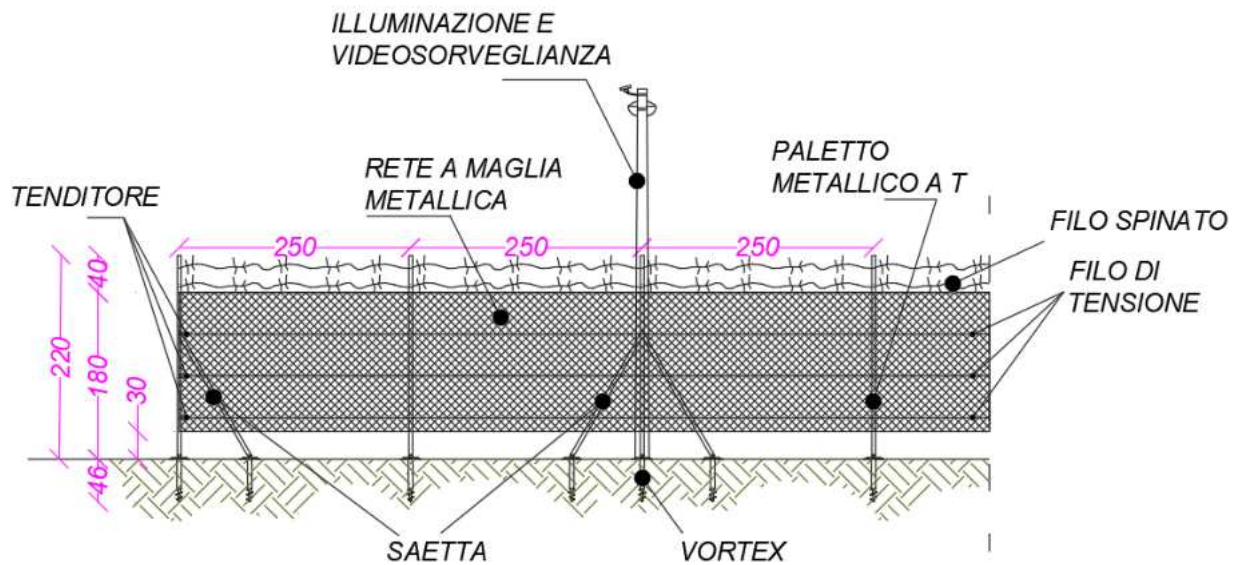
Figura 3 – Vista Est Ovest di due inseguitori solari prossimi tra loro

La seguente tabella riporta la distribuzione delle strutture suddivisa per tipologia di lunghezza e relativa ai diversi campi costituenti il parco in progetto:

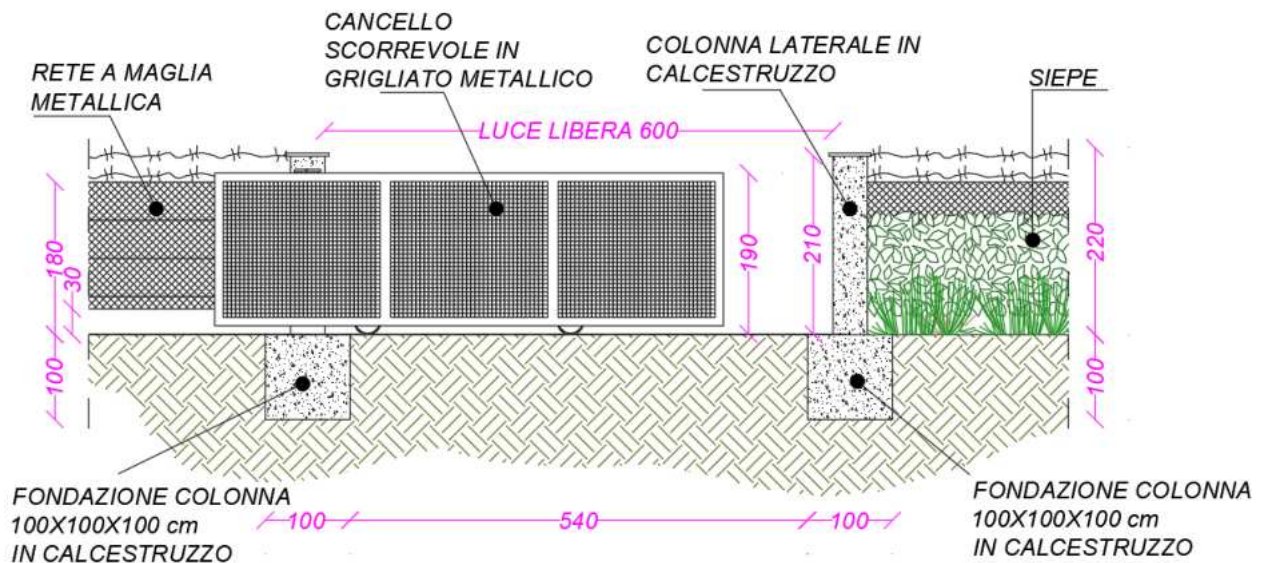
Campo FV	Tipo struttura	Strutture TRACKER
		n°
FV.1	TR1X14	29
	TR1X28	184
FV.2	TR1X14	24
	TR1X28	189
FV.3	TR1X14	36
	TR1X28	182
FV.4	TR1X14	16
	TR1X28	166
FV.5	TR1X14	49
	TR1X28	149
FV.6	TR1X14	13
	TR1X28	182
FV.7	TR1X14	12
	TR1X28	182
FV.8	TR1X14	94
	TR1X28	114
FV.9	TR1X14	36
	TR1X28	196
FV.10	TR1X14	38
	TR1X28	179
FV.11	TR1X14	83
	TR1X28	156
<b>TOTALE IMPIANTO</b>		<b>2,309</b>

### 2.3 Perimetrazione esterna

La perimetrazione verso l'esterno antintrusione sarà realizzata con rete in maglie metalliche ancorata al terreno e sarà sopraelevata da terra di 30 cm per il passaggio della fauna locale.



I cancelli carrabili, anch'essi in materiale metallico, saranno realizzati con idonee guide di scorrimento e saranno posati in opera idoneamente ancorati a pilastri di calcestruzzo armato.



Il campo sarà dotato di impianto di illuminazione con palo metallico dotato di testapalo ed idonea lampada atta a garantire un'uniforme illuminazione. Dal predimensionamento effettuato saranno disposti i punti luce lungo la recinzione perimetrale ad intervallo di 15 metri ed altezza palo 4 metri.

Il campo sarà inoltre dotato di impianto antintrusione combinato perimetrale con sistema tipo ad infrarossi o barriera a microonda ed antifurto per singolo modulo.



## 2.4 Inverter, trasformatori, quadri

La conversione della corrente da continua (CC) generata dai pannelli solari ad alternata (CA), verrà effettuata tramite inverter di stringa.

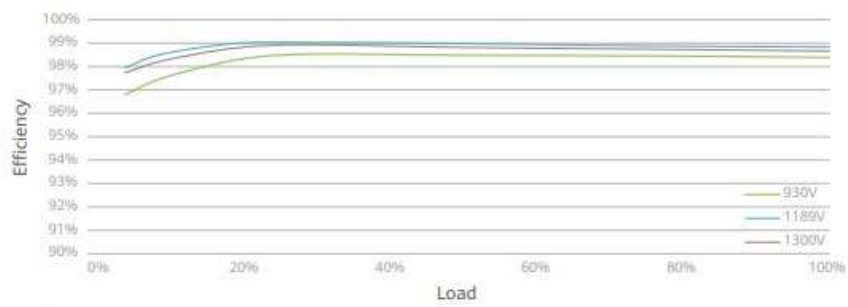
L'inverter scelto è rappresentato dall'inverter sottostringa **HUAWEI SUN2000-330KTL-H1**. Quest'ultimo prevede il collegamento in serie di diversi moduli fotovoltaici, a formare una stringa. Di seguito si riporta la scheda tecnica dell'inverter scelto:

► **SUN2000-330KTL-H1**  
**Smart String Inverter**  
 For APAC, LATAM & EUROPE

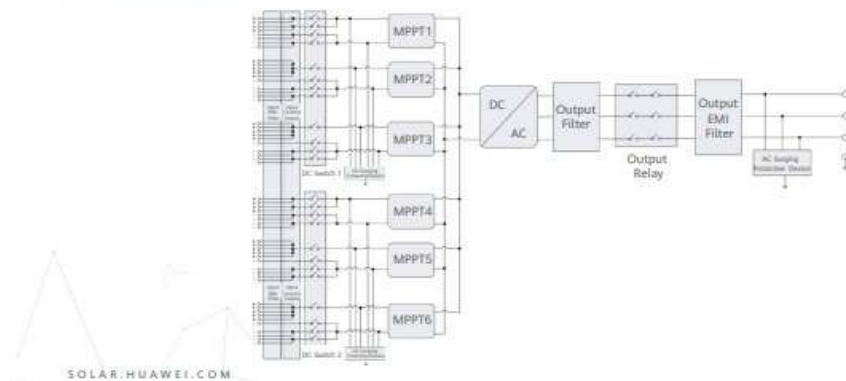


- Max. Efficiency  $\geq 99.0\%$
- Smart Connector-level Detection (SCLD)
- Smart Self-cleaning Fan (SSCF)
- IP66 Protection
- MBUS Supported
- Smart String-level Disconnection (SSLD)
- Smart IV Curve Diagnosis Supported
- Surge Arresters for DC & AC

**Efficiency Curve**



**Circuit Diagram**



## Technical Specifications

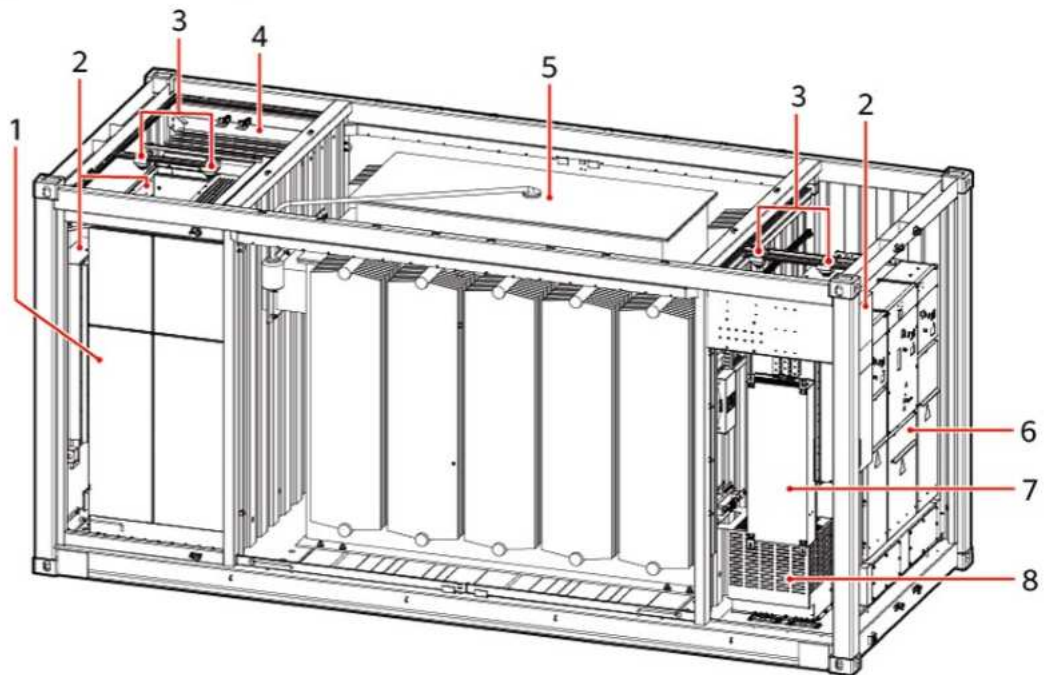
Efficiency		
Max. Efficiency		≥ 99.03%
European Efficiency		≥ 98.8%
Input		
Max. Input Voltage		1,500 V
Number of MPPT		6
Max. Current per MPPT		65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		115 A
Max. PV Inputs per MPPT		4/5/5/4/5/5
Start Voltage		550 V
MPPT Operating Voltage Range		500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage		1,080 V
Output		
Nominal AC Active Power		300,000 W
Max. AC Apparent Power		330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		330,000 W
Nominal Output Voltage		800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current		216.6 A
Max. Output Current		238.2 A
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG – 0.8 LD
Total Harmonic Distortion		THD <sub>i</sub> < 1% (Rated)
Protection		
Smart String-level Disconnection (SSLD)		Yes
Smart Connector-level Detection (SCLD)		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Detection		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Detection Unit		Yes
Communication		
Display		LED Indicators, WLAN + APP
USB		Yes
MBUS		Yes
RS485		Yes
General		
Dimensions (W x H x D)		1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)		≤ 112 kg
Operating Temperature Range		-25°C – 60°C
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating		4,000 m
Relative Humidity		0 – 100% (Non-condensing)
DC Connector		HH45MM4TMSPA / HH45FM4TMSPA
AC Connector		Support QT / DT Terminal (Max. 400 mm <sup>2</sup> )
Protection Degree		IP 66
Anti-corrosion Protection		C5-Medium
Topology		Transformerless
Standards Compliance		
IEC 62109-1/-2, IEC 62920, IEC 60947-2, EN 50549-2, IEC 61683, etc.		

Ogni inverter di stringa, fornirà in uscita una terna di cavi in corrente alternata da collegare in ingresso a delle "cabine di campo". Le cabine di campo elevano la bassa tensione in AC in uscita dall'inverter al valore di media tensione fino alla sottostazione elettrica di trasformazione. La soluzione prevede l'alloggiamento, a bordo di un'unica struttura di campo, di un trasformatore per l'elevazione in MT, un quadro ed un pannello. Inoltre, sono previsti a bordo tutti gli apparati elettromeccanici necessari agli specifici scopi elettrici.

Gli elementi pre-assemblati saranno dislocati secondo quanto riportato negli elaborati grafici di progetto e posato su idonea platea in calcestruzzo idoneamente livellata.

La cabina di campo scelta è la **HUAWEI JUPITER-3000K-H1**. Per l'impianto in progetto sono previste **7 cabine di campo**, comprensive di trasformatori, quadri e sezionatori.

Figure 2-5 STS components



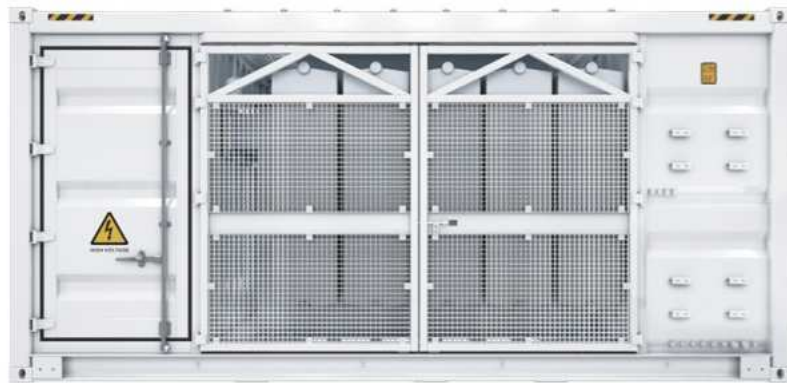
IV04W00086

- |                            |                           |                    |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| (1) LV PANEL A             | (2) Heat exchangers       | (3) Smoke sensors  |
| (4) LV PANEL B             | (5) Transformer           | (6) Ring main unit |
| (7) Power distribution box | (8) Auxiliary transformer | -                  |

Figura 4 - componenti della cabina di campo adottata

Di seguito riporta la scheda tecnica di cabine di campo:

## ► JUPITER-9000K/6000K/3000K-H1 Smart Transformer Station



### Simple

Prefabricated and pre-tested,  
no internal cabling needed onsite  
Compact 20' HC container design for easy transportation



### Efficient

High efficiency transformer for higher yields  
Lower self-consumption for higher yields



### Smart

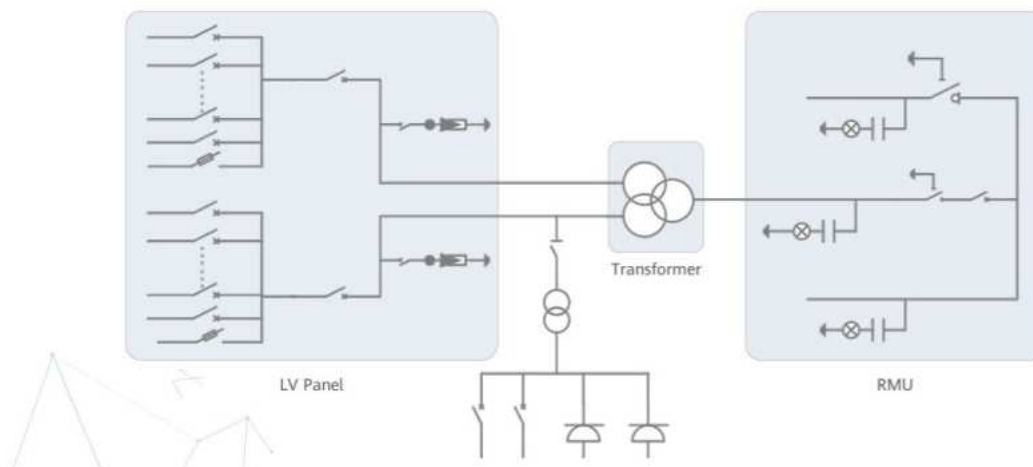
Real-time detection of transformer,  
LV panel and RMU high precision sensor  
of LV electricity parameters  
Remote control of ACB and MV circuit breaker



### Reliable

Robust design against harsh environments optimal cooling  
Design for high availability and easy O&M  
Comprehensive tests from components, device to solution

### Schematic Diagram



## Technical Specifications

Model	JUPITER-9000K-H1	JUPITER-6000K-H1	JUPITER-3000K-H1
<b>Input</b>			
Available Inverters / PCS	SUN2000-330KTL-H1 / SUN2000-330KTL-H2 / LUNA2000-200KTL-H1		
Max. LV AC Inputs	30	22	11
AC Power	9,000 kVA @40°C <sup>1</sup>	6,600 kVA @40°C <sup>1</sup>	3,300 kVA @40°C <sup>1</sup>
Rated Input Voltage	800 V		
LV Panel Segregation	Form 2b		
LV Main Switches	ACB (4,000 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 1 x 1 pcs)
LV Main Switches for Inverters / PCS	MCCB (400 A, 2 x 15 pcs)	MCCB (400 A, 2 x 11 pcs)	MCCB (400 A, 11 pcs)
<b>Output</b>			
Rated Output Voltage	10~35 kV <sup>2</sup>		
Frequency	50 Hz or 60 Hz		
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type		
Transformer Cooling Type	ONAN		
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%		
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)		
Transformer Vector Group	Dy11-y11		Dy11
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1		
RMU Type	SF <sub>6</sub> Gas Insulated		
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit		
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit		
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Single-phase, IIO		
Output Voltage of Auxiliary Transformer	230 / 127 Vac		
<b>Protection</b>			
Transformer Detection & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz		
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54		
Internal Arcing Fault of STS	IAC A 20 kA 1s		
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N		
LV Overvoltage Protection	Type I+II		
Anti-rodent Protection	C5-Medium		
<b>Features</b>			
2 kVA UPS	Optional <sup>3</sup>		
MV Surge Arrester for Transformer	Optional <sup>3</sup>		
<b>General</b>			
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC ISO Container)		
Weight	< 28 t	< 23 t	< 15 t
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C <sup>4</sup>		
Relative Humidity	0% ~ 95% (Non-condensing)		
Max. Operating Altitude	1,000 m <sup>5</sup>		
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite		
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability		
Communication	Modbus TCP, Preconfigured with SmartACU2000D		
<b>Standards Compliance</b>			
IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1			

1: More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.  
2: Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request.  
3: Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.  
4: When ambient temperature >55 °C, awning shall be equipped for STS on site by customer.  
5: For higher operating altitude, pls consult with Huawei.

Per quanto riguarda l'eventuale rottura del trasformatore è già prevista in maniera prefabbricata con lo stesso la vasca di raccolta olii, per evitarne la dispersione nel suolo. Il quantitativo di olio all'interno del trasformatore risulta essere circa 3850 L ( 3,4 ton.)

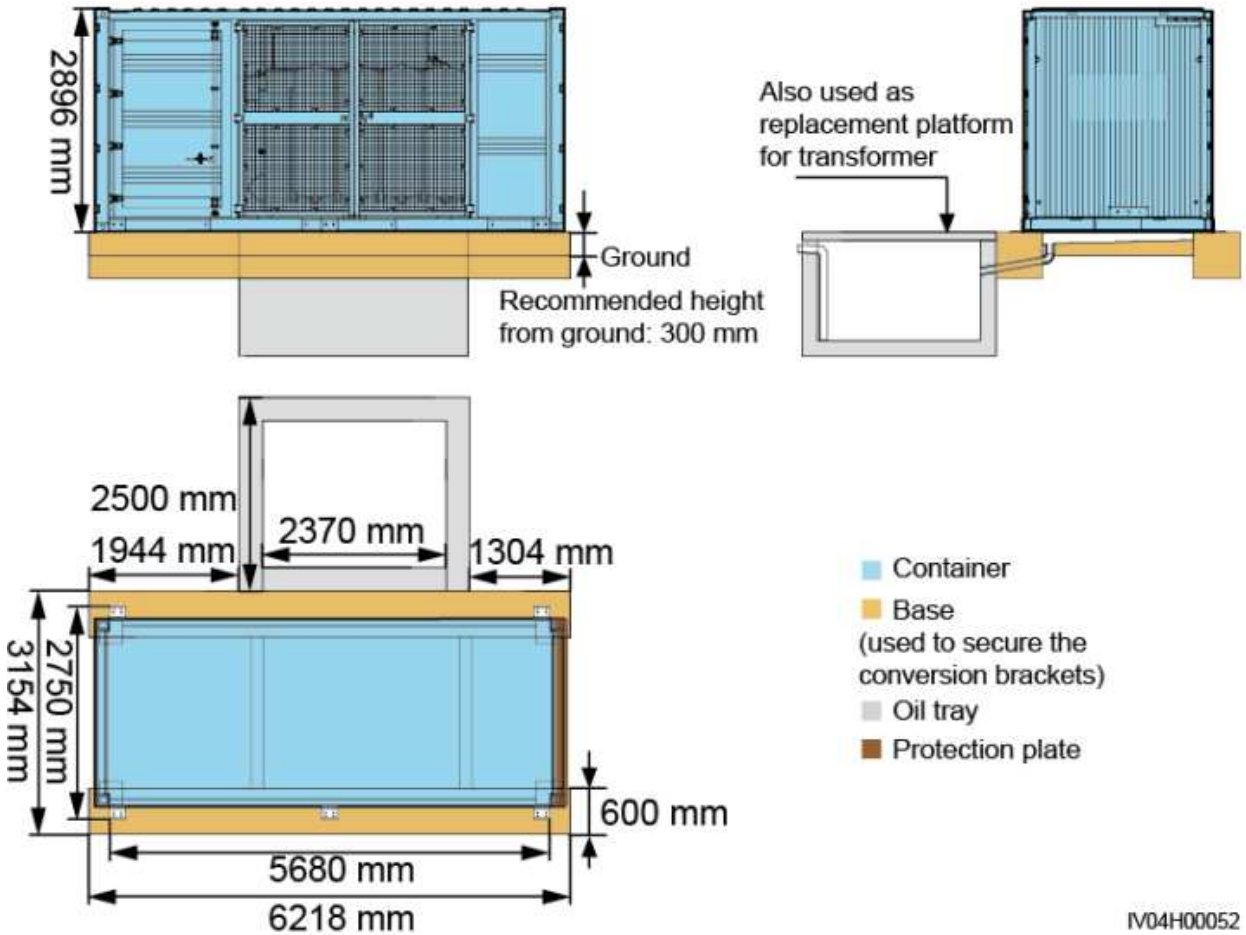
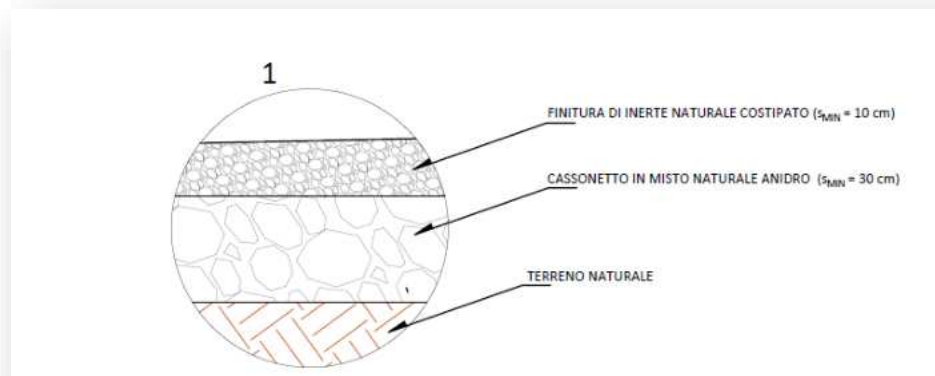


Figura 5-vasca di raccolta olio in cls



### 3. Dimensionamento dell'impianto

#### 3.1 Sito di installazione

L'impianto in progetto sviluppa una potenza complessiva pari a **22,113 MW**. Le aree occupate dall'impianto fotovoltaico saranno dislocate all'interno delle particelle di terreno site all'interno dell'area destinata all'insediamento di attività produttive del comune di Cadelbosco di sopra (RE).

#### 3.2 Dati di irraggiamento

L'intensità della radiazione solare può essere misurata direttamente sul terreno (almeno con intervalli di registrazione oraria) mediante sensori specifici, di qualità elevata, calibrati e puliti regolarmente. Per ottenere una popolazione di dati adeguata andrebbero eseguite misurazioni per almeno 10 anni continuativi.

In realtà, il numero di misure di radiazione a terra che soddisfano tutti questi criteri è relativamente basso e le stazioni sono spesso distanti tra loro, per questi motivi è diventato sempre più comune utilizzare i dati satellitari per stimare la radiazione solare in arrivo sulla superficie terrestre.

Principalmente questi metodi utilizzano i dati dei satelliti meteorologici geostazionari. I vantaggi dell'utilizzo di tali dati sono:

- disponibilità dei dati in tutta l'area coperta dalle immagini satellitari;
- disponibilità delle serie storiche di almeno 30 anni.



Lo svantaggio dell'uso dei dati satellitari è che la radiazione solare a livello del suolo deve essere calcolata utilizzando un numero di algoritmi matematici piuttosto complicati che utilizzano non solo dati satellitari ma anche dati sul vapore acqueo atmosferico, aerosol (polvere, particelle) e ozono. Alcune condizioni possono far perdere precisione ai calcoli, ad esempio:

- neve che può essere scambiata per nuvole
- tempeste di polvere che possono essere difficili da rilevare nelle immagini satellitari

I satelliti geostazionari hanno anche la limitazione che non coprono le aree polari. Tuttavia, la precisione dei dati delle radiazioni solari satellitari è ora generalmente molto buona.

Un'altra fonte di stime della radiazione solare è fornita da Climate Reanalysis Data. I dati di rianalisi sono calcolati utilizzando modelli di previsioni meteorologiche numeriche, rieseguendo i modelli per il passato e apportando correzioni utilizzando le misurazioni meteorologiche note. L'output dei modelli è un gran numero di quantità meteorologiche, che spesso includono l'irradiazione solare a livello del suolo. Molti di questi set di dati hanno una copertura globale, comprese le aree polari dove i metodi satellitari non hanno dati. Gli svantaggi di questi insiemi di dati sono che essi hanno per lo più una bassa risoluzione spaziale (un valore ogni 30 km o più) e che l'accuratezza dei valori della radiazione solare in genere non è buona come quella dei dati della radiazione solare satellitare nelle aree coperte da entrambi i tipi di set di dati.

I metodi usati per calcolare la radiazione solare da satellite sono stati descritti in numerosi documenti scientifici ( Mueller et al., 2009 , Mueller et al., 2012 , Gracia Amillo et al., 2014 ). Il primo passo nel calcolo è usare le immagini satellitari per stimare l'influenza delle nuvole sulla radiazione solare. Le nuvole tendono a riflettere la luce solare in arrivo, in modo che meno radiazioni arrivino a terra.

La riflettività delle nuvole viene calcolata osservando lo stesso pixel dell'immagine satellitare alla stessa ora ogni giorno di un mese. Il metodo presume quindi che il pixel più scuro del mese sia quello che corrisponde al cielo sereno (senza nuvole). Per tutti gli altri giorni, la riflettività della nuvola viene quindi calcolata relativamente al giorno di cielo sereno. Questo è fatto per tutte le ore del giorno. In questo modo è possibile calcolare *un'albedo nuvola efficace* .

In una seconda fase il metodo calcola la radiazione solare in condizioni di cielo sereno usando la teoria del trasferimento radiativo nell'atmosfera insieme con i dati su quanti aerosol (polvere, particelle, ecc.) Ci sono nell'atmosfera e concentrazione di vapore acqueo e ozono, entrambi i quali tendono ad assorbire radiazioni



a particolari lunghezze d'onda. La radiazione totale viene quindi calcolata dalla nube albedo e dall'irradiamento del cielo chiaro.

Un elemento determinante per la stima è rappresentato dalle ombre portate dalla conformazione del terreno. Infatti, in presenza di colline o montagne ci possono essere momenti in cui la posizione del sole è tale per cui la radiazione sarà ridotta rispetto a quella proveniente dal cielo o dalle nuvole. Questo elemento è esaminato mediante il diagramma dell'orizzonte che rappresenta appunto il percorso solare correlato alla presenza di ostacoli che generano ombreggiamenti.

Stimato il valore di irradiamento globale e del fascio su un piano orizzontale è necessario determinare i valori di irradianza sui moduli fotovoltaici inclinati con un determinato angolo (fisso o a sistemi di tracciamento) rispetto all'orizzontale.

Pertanto, i valori di irradianza rilevati dal satellite non sono rappresentativi della radiazione solare disponibile sulla superficie del modulo e diventa necessario stimare l'irradiamento nel piano.

Esistono diversi modelli nella bibliografia scientifica che utilizzano come dati di input i valori di irraggiamento sul piano orizzontale delle componenti di irradiazione globale e diffusa e / o del fascio, per stimare i valori del fascio e dei componenti diffusi su superfici inclinate. La somma di questi è l'irradiamento globale nel piano su una superficie inclinata.

L'irradiazione del raggio proviene direttamente dal disco solare, quindi il valore su una superficie inclinata può essere facilmente calcolato dal valore sul piano orizzontale semplicemente conoscendo la posizione del sole nel cielo e l'inclinazione e l'orientamento della superficie inclinata. Al contrario, la stima del componente diffuso su superfici inclinate non è così semplice, poiché è stata dispersa dai componenti dell'atmosfera e come risultato può essere descritta come proveniente dall'intera cupola del cielo.



Di seguito si riporta il tabulato di elaborazione restituito dal software PVSYST finalizzato alla stima della producibilità specifica dell'impianto fotovoltaico in progetto.

In relazione ai dati di input inseriti, delle perdite considerate ed a seguito dell'analisi svolta, si è stimata una producibilità specifica dell'impianto fotovoltaico pari a **1.555 kWh/kWp anno**.

La tabella che segue riporta i risultati parziali ottenuti dall'analisi per ogni sottocampo di simulazione.

Campo FV	Tipo struttura	Strutture TRACKER	N°moduli	Potenza in DC in ingresso all'inverter	Stringhe	N°inverter	DC/AC	Producibilità annua impianto
-	-	n°	n°	(kW)	n°	n°	-	MWh/anno
FV.1	TR1X14	14	196	147,00	7	11	0,95	228,59
	TR1X28	143	4.004	3.003,00	143			4.669,67
FV.2	TR1X14	6	84	63,00	3	11	0,95	97,97
	TR1X28	147	4.116	3.087,00	147			4.800,29
FV.3	TR1X14	6	84	63,00	3	11	0,86	97,97
	TR1X28	132	3.696	2.772,00	132			4.310,46
FV.4	TR1X14	10	140	105,00	5	11	0,95	163,28
	TR1X28	145	4.060	3.045,00	145			4.734,98
FV.5	TR1X14	32	448	336,00	16	11	0,95	522,48
	TR1X28	134	3.752	2.814,00	134			4.375,77
FV.6	TR1X14	18	252	189,00	9	11	1,01	293,90
	TR1X28	149	4.172	3.129,00	149			4.865,60
FV.7	TR1X14	46	644	483,00	23	11	1,02	751,07
	TR1X28	137	3.836	2.877,00	137			4.473,74
<b>TOTALE IMPIANTO</b>		<b>1.119</b>	<b>29.484</b>	<b>22.113,00</b>	<b>1.053</b>	<b>77</b>	<b>0,96</b>	<b>34.385,72</b>

### 3.4 Sistema di orientamento

Sistema di orientamento mobile ad inseguimento solare monoassiale di rollio (rotazione intorno all'asse nord-sud) con rotazione intorno all'asse nord-sud.



### **3.5 Previsione di produzione energetica**

Dai dati riportati in allegato la produzione di energia elettrica stimata al netto delle perdite è quantificata in **34.385 MWh/anno**.

## **5. Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini**

In riferimento all'individuazione e classificazione del volume da proteggere, in accordo alle norme CEI 81-10 1/2/3/4 e CEI 82-4, il generatore fotovoltaico viene protetto contro gli effetti prodotti da sovratensioni indotte a seguito di scariche atmosferiche utilizzando scaricatori del tipo SPD di classe II sul lato DC da posizionare dentro i quadri di campo.