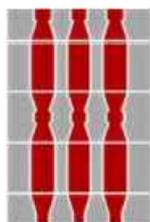


Regione Umbria



Provincia di Terni



Comune di Orvieto



Regione Lazio



Provincia di Viterbo



Comune di Bagnoregio



Committente:

**RWE**

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma

P.IVA/C.F. 06400370968

PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO "DEIMOS"**

DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 43.243,46 kWp UBICATO NEI COMUNI DI ORVIETO (TR) E BAGNOREGIO (VT) E DELLE OPERE CONNESSE NEL COMUNE DI CASTEL GIORGIO (TR)

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Documento:

RWE-BGR-DT

ID PROGETTO:	<b>RWE-BGR</b>	DISCIPLINA:	<b>PD</b>	TIPOLOGIA:	<b>R</b>	FORMATO:	<b>A4</b>
--------------	----------------	-------------	-----------	------------	----------	----------	-----------

Elaborato:

**Disciplinare tecnico**

FOGLIO:	<b>1 di 1</b>	SCALA:	-	Nome file:	<b>RWE-BGR-DT.pdf</b>
---------	---------------	--------	---	------------	-----------------------

Progettazione:



SR International S.r.l.

C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma

Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106

C.F e P.IVA 13457211004

Progettista:

dott. ing. Andrea Bartolazzi



Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	20/11/2023	Prima emissione	SR International	RWE	RWE

**INDICE**

INDICE DELLE FIGURE.....	2
INDICE DELLE TABELLE .....	2
1. GENERALITÀ .....	3
2. LAYOUT DELL'IMPIANTO .....	4
3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE COMPONENTI D'IMPIANTO .....	5
3.1 MODULI FOTOVOLTAICI.....	5
3.2 INVERTER MULTISTRINGA .....	6
3.3 QUADRO ELETTRICO IN MT INTERNO ALLE CABINE DI TRASFORMAZIONE .....	8
3.4 TRASFORMATORE BT/MT .....	9
3.5 CABLAGGI ELETTRICI .....	10
3.6 CABINE DI TRASFORMAZIONE BT/MT.....	17
3.7 CABINA DI RACCOLTA .....	17
3.8 CABINA CONTROL ROOM .....	18
4. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI .....	18
4.1 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI.....	19
4.2 GRADO D'ISOLAMENTO .....	19
4.3 POSA DEI CAVI.....	19
4.3.1 PRESSACAVI .....	20
4.3.2 FORZA MOTRICE.....	20
4.4 SICUREZZA ELETTRICA .....	21
4.5 IMPIANTO DI TERRA.....	21
5. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI .....	22
6. MISURE DI PROTEZIONE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE IN MT .....	23
7. GRUPPI DI MISURA .....	24
8. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE .....	24
9. CONTROLLO E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO .....	28
10. OPERE CIVILI .....	28
10.1 CABINE ELETTRICHE .....	28
10.2 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI FV .....	31
10.3 STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT (SEU).....	34
11. SCAVI .....	36
12. VIABILITÀ, ACCESSI E RECINZIONE.....	39
13. MOVIMENTI DI TERRA .....	39

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Tipologia di modulo utilizzato nel progetto P=590 Wp.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 – Dati tecnici, meccanici e condizioni operative del modulo fotovoltaico da 590 Wp.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3 – Modello inverter con potenza nominale di 330 kVA - caratteristiche tecniche</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4 – Quadro elettrico di protezione in MT interno alla cabina di trasformazione....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5 – Caratteristiche tecniche e dimensioni del trasformatore BT/MT .....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 6 – Scheda tecnica del cavo solare 0,6/1 kV .....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7 – Scheda tecnica del cavo in BT - FG16R16 0,6/1 kV .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8 – Scheda tecnica del cavo MT del tipo ARE4H5(AR)E "air-bag" .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9 – Scheda tecnica del cavo MT del tipo ARE4H5(AR)EX "air-bag" .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10 – Cabina di trasformazione BT/MT-viste laterali .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 11 – Tipico palo di sostegno per illuminazione e videosorveglianza .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 12 – Tipico dello schema di collegamento per sistemi di videosorveglianza e controllo .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13 – Sistema di antifurto dei moduli FV.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 14 – Scheda tecnica del sostegno ad inseguitore solare per i moduli FV .....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 15 – Strutture di sostegno fisse a terra inclinate di 25°.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 16 – Tipico di scavo per cavi BT/MT .....</i>	<i>37</i>

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 – Dati tecnici dell'impianto agrivoltaico .....</i>	<i>4</i>
<i>Tabella 2 – Componenti elettrici ed opere civili .....</i>	<i>5</i>

## **1. GENERALITÀ**

L'impianto agrivoltaico da realizzare nel territorio comunale di Orvieto (TR) e Bagnoregio (VT), sarà realizzato con moduli installati sia su strutture metalliche del tipo tracker, orientate con un azimuth di 0° rispetto a Sud, che su strutture fisse, del tipo "2-in-portrait", inclinate con un angolo di Tilt pari a 25° ed un Azimuth di 0°, per una potenza nominale di circa 43.243,46 kWp. Per il layout d'impianto sono stati scelti moduli bifacciali della potenza nominale di 590 Wp (in condizioni STC) modello Jinko Solar, per un totale di circa 73.294 moduli fotovoltaici monocristallini. Verranno inoltre installati n.125 inverter multistringa della Huawei, aventi ciascuno un valore di potenza nominale pari a 300 kW in ac.

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di moduli e dei componenti o sistemi elettrici con pari prestazioni. Tale scelta sarà comunque effettuata tenendo conto sia della potenza massima installabile e sia che vengano garantite ottime prestazioni di durata e di producibilità dell'impianto FV.

## 2. LAYOUT DELL'IMPIANTO

L'impianto agrivoltaico avrà il seguente layout di progetto:

	Sottocampi	Numero Moduli	Numero stringhe	Moduli per stringa	Numero inverter	Numero stringhe per inverter	Potenza Sottocampo [kWp]	Potenza Totale [kWp]	Potenza Inverter [kW]	Cabine trafo in MT	Potenza trafo BT/MT 0,8/30 kV	Cabina di raccolta
FISSI Area 1	Sottocampo 1	3068	118	26	5	23*2+24*3	1810,12	10922,08	1500	CT1	1x2000	CDR
	Sottocampo 2	3068	118	26	5	23*2+24*3	1810,12		1500		1x2000	
	Sottocampo 3	3094	119	26	5	23*1+24*4	1825,46		1500	CT2	1x2000	
	Sottocampo 4	3094	119	26	5	23*1+24*4	1825,46		1500		1x2000	
	Sottocampo 5	3094	119	26	5	23*1+24*4	1825,46		1500	CT3	1x2000	
	Sottocampo 6	3094	119	26	6	20*5+19*1	1825,46		1800		1x2000	
<b>TOTALE AREA 1</b>		<b>18512</b>	<b>712</b>		<b>31</b>		<b>10922,08</b>		<b>9300</b>			
TRACKER Area 2	Sottocampo 7	3328	128	26	5	25*2+26*3	1963,52	15754,18	1500	CT4	1x2500	CDR
	Sottocampo 8	3328	128	26	6	21*4+22*2	1963,52		1800		1x2500	
	Sottocampo 9	3328	128	26	6	21*4+22*2	1963,52		1800	CT5	1x2500	
	Sottocampo 10	3328	128	26	6	21*4+22*2	1963,52		1800		1x2500	
	Sottocampo 11	3328	128	26	6	21*4+22*2	1963,52		1800	CT6	1x2500	
	Sottocampo 12	3354	129	26	6	21*3+22*3	1978,86		1800		1x2500	
	Sottocampo 13	3354	129	26	6	21*3+22*3	1978,86		1800	CT7	1x2500	
	Sottocampo 14	3354	129	26	6	21*3+22*3	1978,86		1800		1x2500	
<b>TOTALE AREA 2</b>		<b>26702</b>	<b>1027</b>		<b>47</b>		<b>15754,2</b>		<b>14100</b>			
FISSI Area 3	Sottocampo 15	3068	118	26	5	23*2+24*3	1810,12	14573,00	1500	CT8	1x2000	CDR
	Sottocampo 16	3068	118	26	5	23*2+24*3	1810,12		1500		1x2000	
	Sottocampo 17	3094	119	26	5	23*1+24*4	1825,46		1500	CT9	1x2000	
	Sottocampo 18	3094	119	26	5	23*1+24*4	1825,46		1500		1x2000	
	Sottocampo 19	3094	119	26	5	23*1+24*4	1825,46		1500	CT10	1x2000	
	Sottocampo 20	3094	119	26	5	23*1+24*4	1825,46		1500		1x2000	
	Sottocampo 21	3094	119	26	5	23*1+24*4	1825,46		1500	CT11	1x2000	
	Sottocampo 22	3094	119	26	6	20*5+19*1	1825,46		1800		1x2000	
<b>TOTALE AREA 3</b>		<b>24700</b>	<b>950</b>		<b>41</b>		<b>14573,0</b>		<b>12300</b>			
FISSI Area 4	Sottocampo 23	3380	130	26	6	22*4+21*2	1994,20	1994,20	1800	CT12	1x2500	
<b>TOTALE AREA 3</b>		<b>3380</b>	<b>130</b>		<b>6</b>		<b>1994,2</b>		<b>1800</b>			
<b>TOTALE IMPIANTO</b>		<b>73294</b>	<b>2819</b>		<b>125</b>			<b>43243,46</b>	<b>37500</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>1</b>

Tabella 1 – Dati tecnici dell'impianto agrivoltaico

Di seguito la tabella riassuntiva con le principali lunghezze dei cavidotti e volumetrie delle opere civili costituenti l'impianto FV:

<b>TABELLA RIASSUNTIVA CAVI E SCAVI</b>	<b>[m]</b>	<b>[m3]</b>
Lunghezza scavi BT in CC tra stringa e inverter	1650	
Volume scavo tra stringhe ed inverter BT DC		594
Lunghezza cavo da 6 mmq in BT CC	113000	
Lunghezza scavi BT in AC tra inverter e cabina di trasformazione	5953	
Volume scavo tra inv e cab trasf. BT AC		2108
Lunghezza terna di cavi unipolari da 240 mmq in BT AC	0	
Lunghezza terna di cavi unipolari da 300 mmq in BT AC	19489	
Lunghezza scavi MT interni	5202	
Volume scavi MT interni		3831
Lunghezza terna di cavi unipolari in MT da 95 mmq interni	801	
Lunghezza terna di cavi unipolari in MT da 185 mmq interni	1488	
Lunghezza terna di cavi unipolari in MT da 400 mmq interni	7473	
Lunghezza scavo MT esterno	17750	
Volume scavo MT esterno		21300
Lunghezza terna di cavi unipolari in MT da 500 mmq esterni	89000	
Lunghezza cavi illuminazione e videosorveglianza BT 2,5 mmq	7000	
Volume scavi cavi illuminaz e videosorv BT AC		2100
Lunghezza terna di cavi unipolari in AT da 1600 mmq esterni	100	
Volume scavo AT esterno		91,8
Volume cabine di trasformazione - CT		1966
Volume cabina di raccolta - CDR		205
Volume cabina control room-CR		256
Volume scavo fondazioni CT		307
Volume scavo fondazioni CDR		32
Volume scavo fondazioni cabina CR		40

*Tabella 2 – Componenti elettrici ed opere civili*

### **3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE COMPONENTI D'IMPIANTO**

#### **3.1 MODULI FOTOVOLTAICI**

Per il layout d'impianto sono stati scelti moduli fotovoltaici bifacciali della Jinko Solar, del tipo 72HL4-BDV 590W, della potenza nominale di 590 Wp (o similari) in condizioni STC. Verranno installati 73.294 moduli.

I moduli sono in silicio monocristallino con caratteristiche tecniche dettagliate riportate nella tabella seguente. Ogni modulo dispone inoltre di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP65 e posti in antiparallelo alle celle così da salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti o danneggiamenti.

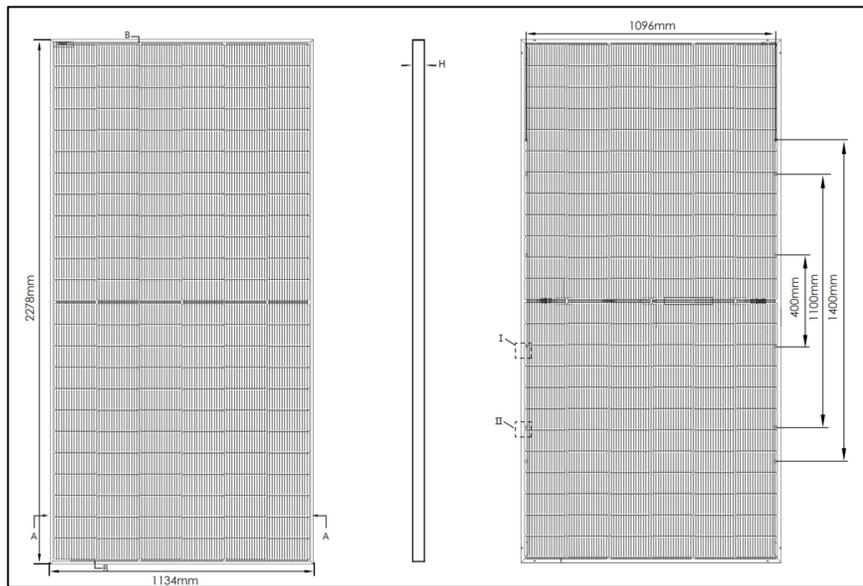


Figura 1 – Tipologia di modulo utilizzato nel progetto P=590 Wp

In Figura 2, sono rappresentate le caratteristiche tecniche e costruttive del modulo:

SPECYFIKACJE											
Typ modułu	JKM570N-72HL4-BDV		JKM575N-72HL4-BDV		JKM580N-72HL4-BDV		JKM585N-72HL4-BDV		JKM590N-72HL4-BDV		
	STC	NOCT									
Moc maksymalna (Pmax)	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp	580Wp	436Wp	585Wp	440Wp	590Wp	444Wp	
Napięcie mocy maksymalnej (Vmp)	42,9V	39,65V	42,44V	39,78V	42,59V	39,87V	42,74V	40,03V	42,88V	40,15V	
Natężenie prądu mocy maksymalnej (Imp)	13,48A	10,81A	13,55A	10,87A	13,62A	10,94A	13,69A	10,99A	13,76A	11,05A	
Napięcie obwodu otwartego (Voc)	51,07V	48,51V	51,27V	48,70V	51,47V	48,89V	51,67V	49,08V	51,86V	49,26V	
Prąd obwodu zwartego (Isc)	14,25A	11,50A	14,31A	11,55A	14,37A	11,60A	14,43A	11,65A	14,49A	11,70A	
Sprawność modułu STC (%)	22,07%		22,26%		22,45%		22,65%		22,84%		
Temperatura pracy (°C)	-40°C~+85°C										
Maksymalne napięcie układu	1500 VDC (IEC)										
Maksymalne obciążenie bezpiecznika szeregowego	30 A										
Tolerancja mocy	0~+3%										
Współczynnik temperaturowy mocy Pmax	-0,29%/°C										
Współczynnik temperaturowy napięcia Voc	-0,25%/°C										
Współczynnik temperaturowy natężenia prądu Isc	0,045%/°C										
Nominalna temperatura pracy ogniwa (NOCT)	45±2°C										
Referencyjny współczynnik pracy dwustronnej	80±5%										

Figura 2 – Dati tecnici, meccanici e condizioni operative del modulo fotovoltaico da 590 Wp

### 3.2 INVERTER MULTISTRINGA

Per la conversione dell'energia elettrica prodotta da continua in alternata a 50 Hz sono previsti inverter multistringa, con elevato fattore di rendimento, posizionati a lato delle strutture metalliche dei moduli FV. La tipologia dell'inverter utilizzato è il modello della Huawei del tipo SUN2000-330KTL-h1 (o similare) avente una potenza nominale in uscita

in ac di 300 kW alla tensione nominale di 0,8 kV, con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri. Le caratteristiche tecniche dell'inverter sono riportate nella figura 3 seguente:



Efficiency		
Max. Efficiency		≥99.0%
European Efficiency		≥98.8%
Input		
Max. Input Voltage		1,500 V
Number of MPP Trackers		6
Max. Current per MPPT		65 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		< 1%
Protection		
Smart String-Level Disconnect(SSLD)		Yes
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
AC Grounding Fault Protection		Yes
Residual Current Monitoring 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)		≤108 kg
Operating Temperature Range		-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0 ~ 100%
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree		IP66
Topology		Transformerless

Figura 3 – Modello inverter con potenza nominale di 330 kVA - caratteristiche tecniche

### 3.3 QUADRO ELETTRICO IN MT INTERNO ALLE CABINE DI TRASFORMAZIONE

Il quadro in MT a 30 kV può essere del tipo MT Switchgear isolato ad SF6, modello 8HDJ-24 della Siemens, per la distribuzione secondaria. E' un quadro elettrico costituito

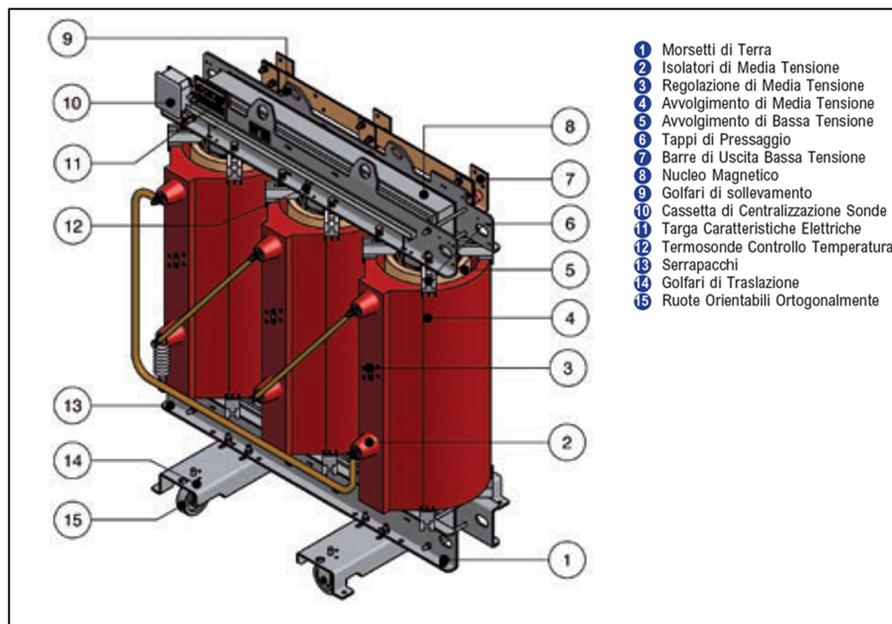
da scomparti di protezione trasformatore e linee mediante interruttori di manovra-sezionatori. Il sezionatore sarà in aria di tipo rotativo con telaio a cassetto o con isolamento in SF6 ed involucro in acciaio inox, sarà completo di interblocco con il sezionatore di terra, di blocco a chiave e di contatti di segnalazione. Il quadro è raffigurato in fig.4.



*Figura 4 – Quadro elettrico di protezione in MT interno alla cabina di trasformazione*

### **3.4 TRASFORMATORE BT/MT**

La trasformazione della bassa tensione, 800 V, in alternata fino a 30.000 V in media, avverrà mediante l'installazione di n.23 trasformatori di potenza trifasi isolati in resina, del tipo DYn11, ONAF, rapporto di trasformazione pari a 0,8/30, di potenza compresa tra 2000÷2500 kVA (dipendente dalla potenza e dal numero di inverter collegati nei vari sottocampi), tensione d'isolamento pari a 36 kV e Vcc% al di sotto del 6%. I trasformatori saranno installati all'interno delle cabine di trasformazione, con o senza un box metallico di protezione:



- 1 Morsetti di Terra
- 2 Isolatori di Media Tensione
- 3 Regolazione di Media Tensione
- 4 Avvolgimento di Media Tensione
- 5 Avvolgimento di Bassa Tensione
- 6 Tappi di Pressaggio
- 7 Barre di Uscita Bassa Tensione
- 8 Nucleo Magnetico
- 9 Golfari di sollevamento
- 10 Cassetta di Centralizzazione Sonde
- 11 Targa Caratteristiche Elettriche
- 12 Termosonde Controllo Temperatura
- 13 Serrapacchi
- 14 Golfari di Traslazione
- 15 Ruote Orientabili Ortogonalmente

Power kVA	Uk * %	P <sub>0</sub> W	P <sub>cc</sub> * W	I <sub>0</sub> %	LwA dB(A)	LpA dB(A)	A mm	B mm	C mm	D mm	Wheel mm	Weight Kg
50	6	230	1870	1,4	54	41	1260	670	1525	520	125	850
100	6	320	2250	1	56	43	1290	670	1545	520	125	1020
160	6	460	3190	0,88	57	44	1425	670	1545	520	125	1300
200	6	520	3630	0,85	58	44	1500	820	1600	670	125	1490
250	6	590	4180	0,8	59	45	1500	670	1700	520	125	1670
315	6	710	4980	0,79	60	46	1590	820	1750	670	125	1910
400	6	860	6050	0,78	61	47	1590	820	1850	670	125	2010
500	6	1030	7050	0,76	62	48	1620	820	1880	670	125	2200
630	6	1260	8360	0,75	63	49	1680	820	1980	670	125	2470
800	6	1490	8800	0,71	64	49	1710	1050	2150	820	125	2960
1000	6	1780	9900	0,7	65	50	1830	1050	2300	820	125	3590
1250	6	2070	12100	0,69	67	52	1860	1000	2360	820	150	3890
1600	6	2530	14300	0,67	68	53	2010	1050	2500	820	150	4860
2000	6	2990	17600	0,65	72	56	2100	1300	2595	1070	200	5860
2500	6	3560	20900	0,62	73	57	2250	1300	2625	1070	200	7160
3150	6	4370	24200	0,6	76	60	2340	1300	2805	1070	200	8610
4000	7	6300	26900	0,61	84	68	2520	1300	2835	1070	200	9650
5000	8	6900	35000	0,61	86	70	2610	1300	2835	1070	200	10770

Figura 5 – Caratteristiche tecniche e dimensioni del trasformatore BT/MT

### 3.5 CABLAGGI ELETTRICI

I cavi utilizzati nella progettazione sono alimentati sia da sistemi in bassa tensione in corrente continua (max 1500 V) e alternata (800 V) e sia in media (30 kV). I cavi impiegati nella sezione in corrente continua ed alternata in BT, rispetteranno le seguenti caratteristiche riportate di seguito:

- tensione massima compatibile con quella del sistema elettrico;
- il dimensionamento dei cavi elettrici sarà dettato dall'esigenza di limitare la caduta di tensione e, quindi, le perdite di potenza. Ai sensi della guida CEI 82-25, si deve limitare la caduta di tensione sul lato corrente continua sotto al 2%;

- saranno adatti sia per posa esterna che direttamente interrata (resistenza all'acqua, al gelo, al calore e agli agenti chimici, resistività agli urti);

A seconda che i cavi siano esposti o meno alla luce solare verranno realizzati i seguenti collegamenti:

- in serie tra i moduli fotovoltaici a formare stringhe e tra le stringhe ed il proprio inverter, saranno impiegati cavi solari del tipo H1Z2Z2-K 1,5/1,8 kVcc, in cc (o similari), in grado di assicurare la funzionalità nel tempo anche in presenza di tratti irraggiati direttamente dalla luce solare. Tali cavi saranno posati principalmente lungo canaline metalliche forate sottostanti le strutture metalliche dei moduli, aventi una sezione minima di 6 mmq;
- tra la singola stringa e l'inverter, mediante cavi solari del tipo H1Z2Z2-K 1,5/1,8 kVcc, in cc (o similari), opportunamente fissati sotto le strutture dei moduli. Il percorso avverrà principalmente su canaline metalliche e per brevi tratti interrato, fino all'inverter, con una sezione minima di 6 mmq;
- fra gli inverter ed il quadro BT all'interno della cabina di trasformazione BT/MT, nei quali si impiegheranno cavi di tipo tradizionale direttamente interrati, ad esempio del tipo FG16R16 0,6/1 kV (o similari) in quanto sono solitamente non soggetti all'irraggiamento diretto da luce solare e possono essere direttamente interrati, aventi una sezione di 300+1G150 mmq;
- tra:
  - 1) le cabine di trasformazione,
  - 2) le cabine di trasformazione con la cabina di raccolta,
  - 3) la cabina di raccolta con i quadri MT nella Sazione Utente (SEU),saranno utilizzati cavi del tipo:
  - ARE4H5(AR)E (o similari) unipolari, con conduttore in alluminio, del tipo "air-bag", disposto a trifoglio negli scavi;
  - ARE4H5(AR)EX (o similari) unipolari, cordati ad elica visibile, con conduttore in alluminio, del tipo "air-bag", disposto a trifoglio negli scavi.

In particolare, i collegamenti elettrici in MT nell'area 1 e 4 avverranno con cavi cordati, mentre le restanti connessioni utilizzeranno l'altra tipologia di cavo.

Per maggiori dettagli sulle sezioni dei cavi scelti e sui calcoli del dimensionamento elettrico, si rimanda alla relazione tecnica elettrica allegata. Di seguito le caratteristiche tecniche ed elettriche delle tipologie di cavi utilizzate per i collegamenti in BT ed MT nell'impianto agrivoltaico:

▪ Cavo H1Z2Z2-K



NON PROPAGANTE LA FIAMMA  
FLAME RETARDANT

ZERO ALOGENI  
HALOGEN-FREE

RESISTENTE AI RAGGI UV  
UV RESISTANT



**RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE**

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	CEI EN 50618
Resistenza raggi UV / UV Resistance	CEI EN 50618
Resistenza all'ozono / Ozone Resistance	CEI EN 60811-403
Resistenza elettrica / DC resistance	CEI EN 60228 (Tab. 9)
Portata di corrente / Current capacity	CEI EN 50618
Resistenza alla sollecitazione termica / Thermal stress resistance	CEI EN 60216-1
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2014/35/UE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/UE



Scarica la scheda tecnica completa



**REAZIONE AL FUOCO/REACTION TO FIRE**

REGOLAMENTO/REGULATION **305/2011/UE**

Norma/Standard	EN 50575:2014+A1:2016
Classe/Class	<b>C<sub>ca</sub>-s1b, d1, a1</b>
Classificazione/Classification (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6
Prova di non propagazione della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato/Test for resistance to vertical flame propagation for a single insulated conductor or cable	EN 60332-1-2
Misura della densità di fumo / Measurement of smoke density	CEI EN 61034-2
Propagazione di fiamma e sviluppo di calore e di fumo in condizione di incendio/Flame spread and development of heat and smoke under fire conditions	EN 50399
Grado di acidità dei gas / Degree of acidity of gas	EN 60754-2
Organismo notificato/Notified body	L.A.P.I. - 0987



<p><b>CARATTERISTICHE FUNZIONALI:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 1/1 kVAc 1,5/1,5 kVcc</li> <li>Tensione massima: 1,2 kVAc 1,8 kVcc</li> <li>Tensione di prova: 6,5 kVAc 15 kVcc</li> <li>Temperatura massima di esercizio: 90°C</li> <li>Temperatura minima di posa: -25°C</li> <li>Temperatura massima di corto circuito: 250°C</li> <li>Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo</li> </ul>		<p><b>FUNCTIONAL CHARACTERISTICS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rated voltage U<sub>0</sub>/U: 1/1 kVAc 1,5/1,5 kVdc</li> <li>Maximum voltage: 1,2 kVAc 1,8 kVdc</li> <li>Testing Voltage: 6,5 kVAc 15 kVdc</li> <li>Max working temperature: 90°C</li> <li>Minimum installation temperature: -25°C</li> <li>Maximum short circuit temperature: 250°C</li> <li>Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter</li> </ul>				
<p><b>CARATTERISTICHE PARTICOLARI:</b></p> <p>Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216)</p>		<p><b>SPECIAL FEATURES</b></p> <p>Power transmission, signal transmission indoor and outdoor, even wet. Suitable for working up to 25 years standard conditions. Long term working (temperature index TI): 120° C referred to 20.000 hours (CEI EN 60216)</p>				
<p><b>CONDIZIONI DI IMPIEGO:</b></p> <p>Usato previsto in installazioni fotovoltaici es. in conformità all'HD 60364-7-712. Adatti per applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione [Classe di protezione II]. Intrinsecamente sono a prova di cortocircuito e di dispersioni a terra in conformità all'HD 60364-5-52. Adatti per uso permanente all'esterno o all'interno, per installazioni libere mobili, libere a sospensione e fisse. Installazione anche in condotti e su canaline, all'interno o sotto intonaco oltre che nelle apparecchiature.</p>		<p><b>USE AND INSTALLATION</b></p> <p>Intended use in photovoltaic installations and, in accordance with HD 60364-7-712. Suitable for application on devices with protective insulation (protection class II). They are inherently short-circuit proof and earth leakage pursuant to HD 60364-5-52. Suitable for permanent use outdoors or indoors, for mobile free installation, free hanging and fixed. Installation also in conduits and ducts on, inside or under plaster as well as in equipment.</p>				
<b>CONSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION</b>						
<p><b>CONDUTTORE</b>                  Materiale: Rame stagnato, formazione flessibile, classe 5</p>		<p><b>CONDUCTOR</b>                  Material: Tinned copper, class 5</p>				
<p><b>ISOLANTE</b>                  Materiale: Elastomero reticolato atossico di qualità 22                  Colore: naturale                  CEI EN 50618</p>		<p><b>INSULATION</b>                  Material: Non-toxic crosslinked elastomer quality 22                  Colours: natural                  CEI EN 50618</p>				
<p><b>GUAINA ESTERNA</b>                  Materiale: Elastomero reticolato atossico di qualità 22                  Colore: Nero RAL 9005 - Rosso RAL 3013, blu RAL 5015                  CEI EN 50618</p>		<p><b>OUTER SHEATH</b>                  Material: Non-toxic crosslinked elastomer quality 22                  Colours: black RAL 9005, red RAL 3013, blue RAL 5015                  CEI EN 50618</p>				
Formazione Size	Ø esterno medio Medium Ø outer	Peso medio cavo Medium Weight	Resistenza elettrica Electrical Resistance max a 20°C	Portata di corrente / Current rating		
n° x mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	Cavo singolo libero in aria	Cavo singolo su unica superficie	Due cavi caricati che si toccano su una superficie
1 x 1,5	4,7	34	13,3	30	29	24
1 x 2,5	5,2	47	7,98	41	39	33
1 x 4	5,8	58	4,95	55	52	44
1 x 6	6,5	80	3,3	70	67	57
1 x 10	7,9	127	1,91	98	93	79
1 x 16	8,8	180	1,21	132	125	107
1 x 25	10,6	270	0,78	176	167	142
1 x 35	12,0	360	0,554	218	207	176
1 x 50	14,1	515	0,388	278	262	221
1 x 70	15,9	720	0,272	347	330	278
1 x 95	17,7	915	0,206	416	395	333
1 x 120	19,8	1160	0,161	488	464	390
1 x 150	21,7	1460	0,129	566	538	453
1 x 185	24,1	1780	0,106	644	612	515
1 x 240	26,7	2400	0,0801	775	736	620
<p>Temperatura ambientale 60° C - Temperatura max conduttore: 120° C                  Ambient temperature 60° C - Max conductor temperature: 120° C</p>				<p>Nota: Il periodo di uso previsto ad una temperatura massima del conduttore di 120°C e ad una massima temperatura ambientale di 90°C è limitato a 20.000h                  Note: The intended period of use at a maximum conductor temperature of 120° C and a maximum ambient temperature of 90° C is limited to 20.000h</p>		

Figura 6 – Scheda tecnica del cavo solare

- Scheda Cavo in BT in Rame del tipo FG16R16 0,6/1 kV

BASSA TENSIONE - CAVI PVC A NORMA CPR / LOW VOLTAGE - CPR-COMPLIANT PVC CABLES

## FG16R16 0,6/1 kV G16TOP

Cca - s3, d1, a3



In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR  
According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

**Norma di riferimento**  
CEI UNEL 35318

**Standard**  
CEI UNEL 35318

**Descrizione del cavo**

**Anima**

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

**Isolante**

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

**Colori delle anime**

● nero

**Rivestimento interno**

Riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico

**Guaina**

In PVC speciale di qualità R16, colore grigio

**Marcatura**

Stampigliatura ad inchiostro ogni 1 m:  
PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...  
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP anno  
Marcatura metrica progressiva

**Cable design**

**Core**

Stranded flexible annealed bare copper conductor

**Insulation**

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

**Core identification**

● black

**Bedding**

Filler/sheath non hygroscopic material

**Sheath**

Special PVC grey outer sheath, R16 type grey colour

**Marking**

Ink marking each meter interval on the outer sheath:  
PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...  
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP year  
Progressive metric marking

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Compliant with the requirements of European Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

**Applicazioni**

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

**Applications**

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

### FG16R16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 30 °C in tubo in aria	20 °C interrato in tubo	20 °C interrato	raggio minimo di curvatura	
conductor cross-section	approximate conductor diameter	average insulation thickness	maximum outer diameter	approx. weight	maximum DC resistance at 20 °C	in open air at 30 °C	permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C		buried at 20 °C	minimum bending radius	
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)		ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	(mm)

#### 1 conduttore / Single core - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	8,2	79	13,3	24	20	22	21	35	32	74
2,5	2	0,7	8,7	94	7,98	33	28	29	27	45	39	78
4,0	2,5	0,7	9,3	112	4,95	45	37	37	35	58	51	84
6,0	3	0,7	9,9	139	3,30	58	48	47	44	75	64	89
10,0	3,9	0,7	10,9	188	1,91	80	66	63	59	97	85	98
16,0	5	0,7	11,4	227	1,21	107	88	82	77	125	110	103
25,0	6,4	0,9	13,2	331	0,780	135	117	108	100	160	141	119
35,0	7,7	0,9	14,6	425	0,554	169	144	132	121	191	169	131
50,0	9,2	1,0	16,4	579	0,386	207	175	166	150	226	199	148
70,0	11,0	1,1	17,3	784	0,272	268	222	204	184	277	244	156
95,0	12,5	1,1	24,4	989	0,206	328	269	242	217	331	292	220
120,0	14,2	1,2	22,4	1250	0,161	383	312	274	251	377	332	202
150,0	15,8	1,4	24,8	1540	0,129	444	355	324	287	420	370	223
185,0	17,5	1,6	27,2	1890	0,106	510	417	364	323	476	419	245
240,0	20,1	1,7	30,4	2410	0,0801	607	490	427	379	550	484	274
300,0	22,5	1,8	33,0	3030	0,0641	703	-	484	429	620	546	297

Figura 7 – Scheda tecnica del cavo in BT - FG16R16 0,6/1 kV

- Cavo in MT del tipo ARE4H5(AR)E 30/36 kV

## ARE4H5(AR)E AIR BAG™ COMPACT

**Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV**  
*Single core 12/20 kV and 18/30 kV*

---

**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 di polietilene reticolato (qualità DIX 8)  
**Semiconduttivo esterno**  
Mescola estrusa  
**Rivestimento protettivo**  
Nastro semiconduttore igroespandente  
**Schermatura**  
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)  
**Protezione meccanica**  
Materiale Polimerico (Air Bag)  
**Guaina**  
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)  
**Marcatura**  
PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5(AR)E <tensione>  
<sezione> <fase 1/2/3> <anno>

(\*\*) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro  
Marcatura metrica ad inchiostro

**Applicazioni**  
Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.



**Standard**  
**HD 620/IEC 60502-2**

**Cable design**  
**Core**  
Compact stranded aluminium conductor  
**Inner semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Insulation**  
Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)  
**Outer semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Protective layer**  
Semiconductive watertight tape  
**Screen**  
Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)  
**Mechanical protection**  
Polymeric material (Air Bag)  
**Sheath**  
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)  
**Marking**  
PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5(AR)E <rated voltage>  
<cross-section> <phase 1/2/3> <year>

(\*\*) production site label

Embossed marking each meter  
Ink-jet meter marking

**Applications**  
According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

### Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	underground installation trefoil p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)

### Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	40,7	1110	550
70	9,7	25,6	40,8	1150	550
95	11,4	26,5	41,8	1240	560
120	12,9	27,4	42,9	1350	580
150	14,0	28,1	43,6	1440	580
185	15,8	29,5	45,1	1580	600
240	18,2	31,5	47,4	1810	630
300	20,8	34,7	50,9	2120	670
400	23,8	37,9	54,6	2520	730
500	26,7	41,0	58,1	2970	770
630	30,5	45,6	63,0	3590	840

### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	187	167	131
70	231	204	159
95	279	244	189
120	321	277	214
150	361	310	238
185	415	351	269
240	489	408	311
300	563	459	350
400	657	526	399
500	761	650	453
630	883	682	515

Figura 8 – Scheda tecnica del cavo MT del tipo ARE4H5(AR)E "air-bag"

- Cavo in MT del tipo ARE4H5(AR)EX 30/36 kV

## ARE4H5(AR)EX AIR BAG™ COMPACT

**Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV**  
*Triplex 12/20 kV and 18/30 kV*

---

**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 di polietilene reticolato (qualità DIX 8)  
**Semiconduttivo esterno**  
Mescola estrusa  
**Rivestimento protettivo**  
Nastro semiconduttore igroespandente  
**Schermatura**  
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)  
**Protezione meccanica**  
Materiale Polimerico (Air Bag)  
**Guaina**  
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)  
**Marcatura**  
PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5(AR)EX <tensione>  
<sezione> <fase 1/2/3> <anno>  
(\*\*) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro  
Marcatura metrica ad inchiostro

**Applicazioni**  
Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.



**Standard**  
**HD 620/IEC 60502-2**

**Cable design**  
**Core**  
Compact stranded aluminium conductor  
**Inner semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Insulation**  
Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)  
**Outer semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Protective layer**  
Semiconductive watertight tape  
**Screen**  
Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)  
**Mechanical protection**  
Polymeric material (Air Bag)  
**Sheath**  
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)  
**Marking**  
PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5(AR)EX <rated voltage>  
<cross-section> <phase 1/2/3> <year>  
(\*\*) production site label

Embossed marking each meter  
Ink-jet meter marking

**Applications**  
According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

### Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5(AR)EX

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria	posa interrata
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation	underground installation
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)
							p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
							p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
							(A)	(A)

### Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	40,7	3330	820
70	9,7	25,6	40,8	3450	820
95	11,4	26,5	41,8	3730	840
120	12,9	27,4	42,9	4050	860
150	14,0	28,1	43,6	4310	860
185	15,8	29,5	45,1	4740	900
240	18,2	31,5	47,4	5440	950
300	20,8	34,7	50,9	6360	1010

### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	187	167	131
70	231	204	159
95	279	244	189
120	321	277	214
150	361	310	238
185	415	351	269
240	489	408	311
300	563	459	350

Figura 9 – Scheda tecnica del cavo MT del tipo ARE4H5(AR)EX "air-bag"

### 3.6 CABINE DI TRASFORMAZIONE BT/MT

In Figura 10 è raffigurata la pianta della generica cabina di trasformazione ed i relativi componenti elettrici. Verranno installate n.12 cabine di trasformazione e saranno suddivise in n.3 locali in cui, il locale centrale contiene al proprio interno uno o due trasformatori trifasi isolati in resina, del tipo DYn11, rapporto di trasformazione pari a 800/30.000, di potenza variabile fino a 2500 kVA, tensione d'isolamento pari a 36 kV e Vcc% al di sotto del 6%, il quale ha lo scopo di elevare la tensione da 800 V in ac fino a 30 kV in ac.

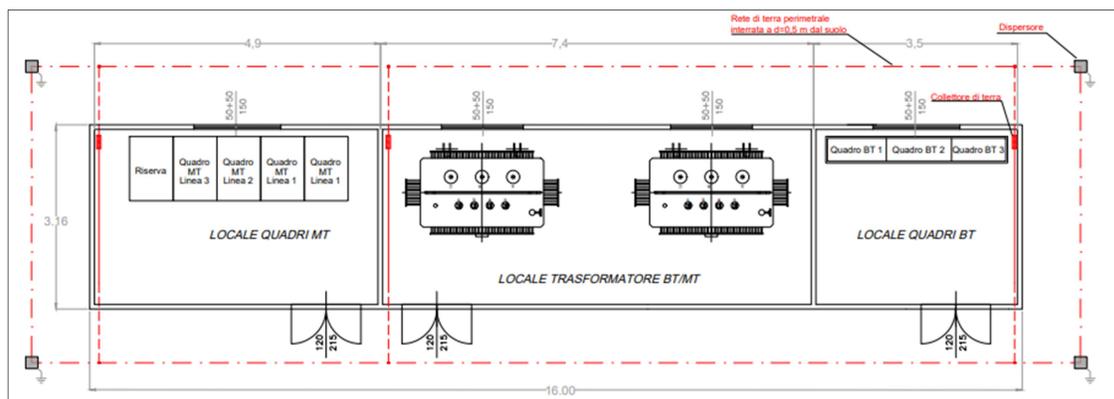


Figura 10 – Cabina di trasformazione BT/MT-viste laterali

Le dimensioni della generica cabina di trasformazione sono circa: 16,0x3,2x3,2 m. Si rimanda per maggiori dettagli alla tavola tecnica della planimetria della cabina.

### 3.7 CABINA DI RACCOLTA

E' prevista la realizzazione di una cabina di raccolta (CDR), in struttura prefabbricata di tipo monolitico, adibita all'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche in BT e MT. Le dimensioni della cabina sono pari a circa 20x3,2x3,2 m ed è suddivisa in due vani: nel primo vano verranno ubicati i quadri di protezione e misura in MT ed sistemi di comunicazione, mentre nel secondo vano, i vari quadri BT, l'eventuale trasformatore aux. e gruppo di continuità.

Gli scomparti MT, che assicurano il sezionamento dei cavi elettrici in caso di guasto o manutenzione, sono comandati dai sistemi di protezione e possono essere sia isolati in aria che in SF6. La cabina è composta dai seguenti sistemi elettrici principali isolati a 36 kV:

- Celle dotate di interruttori in SF6 o aria, che assicurano il sezionamento delle linee elettriche provenienti dalle cabine di trasformazione, in caso di guasto o manutenzione, comandati dai sistemi di protezione;
- Cella contenente il Dispositivo Generale che assicura la separazione dell'intero impianto dalla rete, comandato dalla Protezione Generale;
- Cella contenente il DDI che assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, comandato dalla Protezione d'interfaccia;

- Cella di misura;
- Cella trasformatore MT/BT servizi aux (eventuale): sez. tripolare/Terna di fusibili/sez. Tripolare;

Tale cabina sarà anche dotata di sistema di climatizzazione per garantire il mantenimento della temperatura interna per evitare che questa ecceda oltre i limiti di ottimale funzionamento degli inverter. E' dotata di impianto di messa a terra interno collegabile con la maglia di terra esTerna, e di un'illuminazione adeguata di almeno 100 lux.

Generalmente nelle cabine prefabbricate quali quelle previste nel presente progetto si utilizzano basamenti di fondazione a vasca con funzione anche di vano cavi, così come indicato nella tavola suddetta. Al fine di tamponare gli ingressi dei cavi in modo da impedire l'ingresso di acqua e di animali, si può inserire un pozzetto adiacente al locale cabina con l'ingresso cavi il più alto possibile. La profondità dei cunicoli deve essere tale da consentire la sistemazione dei cavi entranti nei quadri rispettando il raggio di curvatura imposto dalle specifiche tecniche, aggiungendo eventualmente uno zoccolo ad esempio in muratura.

Si specifica che per le pareti esterne degli edifici tecnici di supporto dell'impianto fotovoltaico, si potrà prevedere una rifinitura ad intonaco tradizionale con esclusione di materiali plastici o simili e tinteggiature con i colori delle terre naturali.

### 3.8 CABINA CONTROL ROOM

In prossimità della cabina di raccolta è previsto l'installazione di un container o cabina adibita ai servizi di monitoraggio e controllo dell'intero campo fotovoltaico. Le dimensioni della control room sono pari a circa: 10,0x8,0x3,2 m. All'interno della control room, sono presenti i seguenti dispositivi principali:

- Un armadio Rack contenente tutte le apparecchiature necessarie al corretto monitoraggio della produzione dell'impianto fotovoltaico e il rilevamento di eventuali anomalie;
- Un armadio Rack contenente tutte le apparecchiature necessarie al corretto funzionamento dell'impianto di videosorveglianza;
- Un sistema di condizionamento per mantenere costante la temperatura interna e garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature elettriche.

## 4. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Sono previsti dispositivi di protezione che interrompono le possibili correnti di sovraccarico nei conduttori elettrici prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture. Le caratteristiche delle protezioni sono state dimensionate per rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 * I_z$$

dove:

- $I_b$  è la corrente d'impiego del circuito
- $I_n$  è la corrente nominale del dispositivo di protezione
- $I_z$  è il valore della portata del cavo
- $I_f$  è il valore della corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

Quando lo stesso dispositivo di protezione protegge diversi conduttori in parallelo, si assume per  $I_z$  la somma delle portate dei singoli conduttori, a condizione tuttavia che i conduttori siano disposti in modo da portare correnti sostanzialmente uguali. La rilevazione delle sovracorrenti è prevista per tutti i conduttori di fase.

#### **4.1 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI**

Sono previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori, nelle connessioni e nelle apparecchiature. I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti (interruttori automatici con sganciatori magnetici, fusibili di tipo gG o aM) sono scelti in modo da soddisfare le due seguenti condizioni:

- il potere di interruzione del dispositivo non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta di installazione;
- le correnti provocate da un cortocircuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

La formula approssimata (a favore della sicurezza) verificata ai fini del soddisfacimento delle condizioni di cui sopra è la seguente:

$$K^2 S^2 (A s^2) > I^2 t$$

dove:

- $I^2 t$  è l'energia specifica passante lasciata passare dal dispositivo di protezione (dato rilevabile dalle caratteristiche di intervento fornite dal costruttore);
- $K^2 S^2$  è l'energia specifica dissipata in calore dal conduttore ovvero sopportabile dal cavo;
- $S$  è la sezione del conduttore in mm<sup>2</sup>
- $K$  è una costante dipendente dal materiale conduttore e dal tipo di isolante: 115 per cavi in rame isolati in PVC, 135 per cavi in rame isolati in gomma naturale e butilica e 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato.

#### **4.2 GRADO D'ISOLAMENTO**

Il grado di isolamento minimo dei conduttori sarà pari a:

- 0,6/1500 V per la parte di impianto BT in continua e alternata;
- 24 kV per la sezione d'impianto in MT, in alternata.

#### **4.3 POSA DEI CAVI**

Durante la posa dei cavi nello scavo, devono essere prese precauzioni per non danneggiare il cavo. Le preoccupazioni maggiori riguardano il raggio di curvatura, la

temperatura di posa e le sollecitazioni a trazione. Per i cavi utilizzati nella progettazione dell'impianto FV:

- *il raggio di curvatura non deve essere inferiore a 9 volte il diametro esterno del cavo in BT e a 14 volte per i cavi in MT;*
- *la temperatura del cavo (con guaina in PVC) non deve essere inferiore a 0 °C, durante la posa, poiché a bassa temperatura il PVC diventa fragile e piegandolo si fessura;*
- *la forza di trazione necessaria per posare il cavo, specie nei tubi e polifore, deve essere applicata ai conduttori (non all'isolante) e non deve superare 60 N/mm<sup>2</sup> per conduttori in rame. In rettilineo, la forza di trazione, o tiro, T (N) di un cavo vale:*

$$T = 10 L p f$$

dove L (m) è la lunghezza del cavo, p (kg/m) è la massa di un metro di cavo ed f è il coefficiente di attrito, pari a 0,25 per posa in tubi in PVC e 0,2 per posa su rulli (posa "a cielo aperto"). Una volta terminata la posa del cavo, prima di sigillare le teste è necessario tagliare uno o due metri di cavo alle due estremità (o almeno a quella di tiro), poiché potrebbero aver subito danni meccanici e/o infiltrazioni di umidità.

#### **4.3.1 PRESSACAVI**

I pressacavi di materiale termoplastico saranno del tipo autoestinguento (V2 secondo UL 94) e resistenti al filo incandescente a 850 °C secondo le norme IEC 695-2-1. I pressacavi saranno muniti di anello di tenuta e di controdado e sono da impiegare nei collegamenti diretti cavo scatola o cavo apparecchiatura, senza tubo o guaina di protezione.

#### **4.3.2 FORZA MOTRICE**

E' previsto l'utilizzo di una fornitura esterna per l'alimentazione degli ausiliari dell'impianto agrivoltaico. All'interno delle cabine verranno installate alcune prese di servizio di tipo UNEL e biprese, le quali saranno alimentate da conduttori a semplice isolamento posati in tubazioni in PVC posati a vista. Gli apparecchi di comando (interruttori, deviatori ecc.) da installare saranno del tipo ad un modulo con fissaggio a scatto sulla apposita sottoplastra in materiale isolante. I contatti dovranno garantire una portata nominale di 16 A a 230 V. I morsetti dovranno consentire di cablare conduttori con sezione minima di 2,5 mm<sup>2</sup>, dotati di piastrina con viti a taglio combinato con doppia sede onde consentire eventuali cavallotti tra diversi interruttori.

Le prese a spina da 10 a 16 A saranno protette da tegoli in materiale isolante che impediscono il contatto anche volontario con le parti in tensione. Saranno provviste di polo centrale di terra per la connessione del conduttore di protezione. Potranno essere impiegate prese e spine conformi alle norme internazionali CEE 17 - IEC 3091 e 309-2 per usi industriali comunemente indicate come serie CEE. Per ogni esecuzione è sempre indicato anche il grado di protezione secondo la terminologia IP, conformemente alle Norme IEC 529 e CEI 70-1. Il grado di protezione si intende realizzato:

- per le prese, quando la spina è inserita o quando il coperchio è chiuso;
- per le spine, quando sono inserite nelle relative prese.

#### **4.4 SICUREZZA ELETTRICA**

L'impianto deve essere progettato affinché risponda alle normative vigenti inerenti la sicurezza e la garanzia di continuità, quali:

- continuità dell'alimentazione elettrica;
- minimizzazione dei disservizi ottenuta con la settorializzazione della distribuzione ed una rigida selettività delle protezioni;
- sicurezza antinfortunistica e antincendio ottenuta con l'impiego delle più moderne tecniche di protezione contro i contatti diretti ed indiretti e di materiali con idonei gradi di protezione in funzione delle varie classi di pericolosità degli ambienti.

I sistemi utilizzatori vengono classificati in relazione al collegamento verso terra. In tal caso si distinguono in sistemi di tipo TN, TT e IT, e anche per gli impianti agrivoltaici può essere utilizzata la stessa tipologia descrittiva.

Il generatore fotovoltaico in dc può essere gestito come sistema IT (I, isolamento da terra delle parti attive e T, collegamento diretto a terra delle masse) in questo caso il neutro del trasformatore d'isolamento che realizza la separazione galvanica tra lato corrente continua (sorgente) e lato alternata (MT) non è connesso a terra. Tale separazione elettrica, ha lo scopo di impedire la richiusura delle correnti di guasto, e non prevede quindi il collegamento a terra del generatore fotovoltaico, che sarà quindi di tipo flottante. L'involucro dell'inverter e le altre masse sono portati a terra con il PE (conduttore di protezione). I circuiti ausiliari di alimentazione sono gestiti invece come sistema TT e per questo motivo sono presenti dei dispositivi di protezione dai contatti indiretti, sensibili ad una possibile dispersione verso terra in caso di guasto. In considerazione del fatto che è presente una rete bt gestita come Sistema IT, la norma CEI 64-8 impone per tali sistemi l'utilizzo di un sistema di monitoraggio continuo dell'isolamento in grado di segnalare un eventuale guasto e quindi un aumento del rischio elettrico.

#### **4.5 IMPIANTO DI TERRA**

Un impianto di terra di un sistema elettrico è per definizione l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali destinati a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.

I componenti dell'impianto di terra sono di seguito definiti:

##### Dispersore di terra

I materiali consentiti sono il rame, l'acciaio rivestito di rame, materiali ferrosi zincati e le dimensioni del dispersore devono essere tali da assicurarne la durata prevista. Nel caso di picchetti profilati o corde di rame nude le dimensioni minime ammesse sono le seguenti:

- conduttore cordato in rame di sezione minima di 35 mmq;
- picchetto in profilato di rame o di acciaio zincato a caldo con misure:50x50x5 mm.

### Conduttore di terra

Il conduttore di terra collega i dispersori tra di loro e al collettore di terra; essi devono avere un percorso breve e non devono essere sottoposti a sforzi meccanici e nemmeno essere soggetti al pericolo di corrosione e di logoramento meccanico.

### Collettore di terra

Il collettore di terra è costituito da un morsetto o più comunemente da una sbarra di rame. Al collettore di terra devono essere collegati il conduttore di terra, i conduttori di protezione e i collegamenti equipotenziali principali. In uno stesso impianto possono essere usati due o più collettori di terra.

Al di sotto della vasca delle cabine sarà realizzata una rete equipotenziale di terra secondo quanto riportato negli elaborati grafici. Al collettore di terra in piatto di rame, dovranno essere collegati:

- le incastellature ed il mensolame destinati al sostegno di isolatori o di apparecchiature elettriche;
- tutti i ripari metallici;
- le carcasse dei trasformatori;
- la carcassa e le leve di manovra dell'interruttore e dei sezionatori;
- le protezioni metalliche dei cunicoli ed eventuali pozzetti;
- gli eventuali serramenti metallici del locale (porte, telai, griglie di aerazione, finestre, ecc);

## **5. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI**

Le sovratensioni, legate principalmente al fenomeno della scarica atmosferica verso terra, possono costituire un pericolo per la sicurezza delle persone e provocare perdite economiche ingenti. I fulmini intercettati direttamente dalla struttura possono generare:

- Tensioni di passo e contatto all'esterno della struttura;
- Incendi all'interno della struttura;
- Sovratensioni sugli impianti interni ed esterni.

I fulmini a terra possono generare:

- incendi all'interno della struttura per fulminazione diretta della linea elettrica;
- sovratensioni sugli impianti interni per fulminazione indiretta della linea elettrica;
- sovratensioni sugli impianti interni per fulminazioni a terra in prossimità della struttura.

Le sovratensioni compromettono la sicurezza delle persone ad esempio quando innescano un incendio o danneggiano apparecchiature e/o impianti il cui mancato funzionamento può costituire un pericolo per le persone (applicazioni critiche, impianti di sicurezza, ecc.). La normativa nazionale, ha emesso regole di progettazione e realizzazione degli impianti elettrici per far fronte a questi pericoli.

La probabilità che una sovratensione sia pericolosa per le persone è funzione di molteplici parametri, pertanto richiede un'attenta analisi del rischio. Le sovratensioni

sono, inoltre, una delle principali cause di danno alle apparecchiature elettriche ed elettroniche: quest'ultime, in particolare, possono essere danneggiate anche da sovratensioni di modesta ampiezza e di breve durata.

Pertanto sia sul lato in corrente continua che sul lato in corrente alternata l'impianto agrivoltaico sarà dotato di sistemi di protezione attiva (SPD - Surge Protection Device) installati all'interno di ogni specifico inverter costituente il gruppo di conversione - che provvedono alla protezione da sovratensioni sia di origine esterna che di origine interna. La rete di terra completerà il sistema di protezione dalle sovratensioni.

## 6. MISURE DI PROTEZIONE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE IN MT

I criteri e le modalità per la connessione alla RTN saranno conformi a quanto prescritto dalle normative CEI 11-20, CEI 0-16, CEI 82-25, per clienti produttori dotati di generatori che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica.

L'impianto risulterà pertanto equipaggiato con un sistema di protezione che si articolerà su tre livelli:

- dispositivo del generatore: gli inverter risulteranno protetti contro il corto circuito e il sovraccarico dagli interruttori magnetotermici previsti nei quadri di parallelo. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provocherà l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica di distribuzione;
- dispositivo di interfaccia: dovrà provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. Il dispositivo di interfaccia (DI) cioè, determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di trasmissione nazionale. La protezione di interfaccia, agendo sull'omonimo dispositivo, sconnette quindi l'impianto di produzione dalla rete elettrica evitando che:
  - in caso di mancanza dell'alimentazione della rete, il cliente produttore possa alimentare la rete stessa;
  - in caso di guasto sulla rete, il cliente produttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso inficiando l'efficacia delle richiuse automatiche, ovvero che l'impianto di produzione possa alimentare i guasti sulla rete prolungandone il tempo di estinzione e pregiudica l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza;
  - in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori della rete elettrica, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete con possibilità di rotture meccaniche. Le protezioni di interfaccia sono costituite essenzialmente da relè di frequenza, di tensione ed, eventualmente, di massima tensione omopolare.

<b>PROTEZIONE</b>
Massima tensione
Minima tensione
Massima frequenza
Minima frequenza
(Massima tensione omopolare Vo)

Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avverrà considerando come anormali le condizioni di funzionamento al di fuori di un range di valori di tensione e frequenza prestabilite dalle normative vigenti. La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedirà anche che il gruppo di conversione continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere assolutamente evitato, soprattutto perché potrebbe tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione dei guasti;

- dispositivo generale: sarà costituito da un interruttore in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura oppure interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare a valle del trasformatore di utenza. Avrà la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica.

## **7. GRUPPI DI MISURA**

Nell'impianto saranno previste apparecchiature di misura necessarie alla contabilizzazione dell'energia prodotta, scambiata con la rete e assorbita dai servizi ausiliari. In particolare le misure dell'energia saranno attuate in modo indipendente:

- sistema di misura dell'energia prodotta dall'impianto, posizionato in uscita dagli inverter (contatore di energia prodotta);
- misure per la contabilizzazione della energia immessa in rete;
- misure UTF destinate alla contabilizzazione della energia utilizzata in impianto.

I sistemi di misura dovranno essere conformi a tutte le disposizioni dell'autorità dell'energia elettrica e gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi di sigillatura che garantiscano da manomissioni o alterazioni dei dati di misura. Inoltre saranno idonei a consentire la telelettura dell'energia elettrica prodotta da parte del distributore.

## **8. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE**

### **8.1 Illuminazione perimetrale del campo FV**

L'impianto FV è dotato di un sistema di illuminazione perimetrale normalmente spenta ed in grado di attivarsi su comando locale o su input di sorveglianza. L'impianto di illuminazione sarà composto da:

- n.200 pali conici zincati a caldo, distanti circa 40 m tra di loro, di altezza massima di circa 4 mt per l'illuminazione del perimetro e completi di accessori quali asola per ingresso cavi, asola per morsettiera a conchiglia, morsettiera ad incasso con fusibile, portella da palo, bullone di messa a terra. L'altezza dei pali tiene conto anche della possibilità di installazione in zone dove c'è il rischio di ombreggiamenti sui moduli FV.

Per le lampade verranno impegnate:

- lampade a LED a basso assorbimento di energia.

L'impianto sarà tale da garantire un illuminamento medio al suolo lungo le strade perimetrali, non inferiore a 5 [lux]. Tutto l'impianto sarà realizzato in Classe II o con isolamento equivalente. Saranno installate n.200 lampade per illuminare l'area d'impianto FV.



Figura 11 – Tipico palo di sostegno per illuminazione e videosorveglianza

## 8.2 Impianto di videosorveglianza

Per la sorveglianza dell'impianto FV è previsto un sistema di controllo dell'area perimetrale ed un controllo volumetrico delle cabine. Il sistema di videosorveglianza sarà montato sugli stessi pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in cls armato, utilizzati per l'illuminazione. Verranno installate n.200 videocamere di sicurezza per le due aree d'impianto FV, due su ciascun palo, alla distanza di circa 80 m.

Il sistema di videosorveglianza è complementare al sistema del cavo microforato e sarà composto indicativamente da:

- telecamere brandeggiabili auto-dome, dotate di zoom ed installate sui pali d'illuminazione dell'impianto FV, del tipo night & day;
- illuminatori ad infrarossi;
- convertitori per collegare le telecamere con cavo UTP;
- sistema di registrazione digitale;
- centrale di allarme.

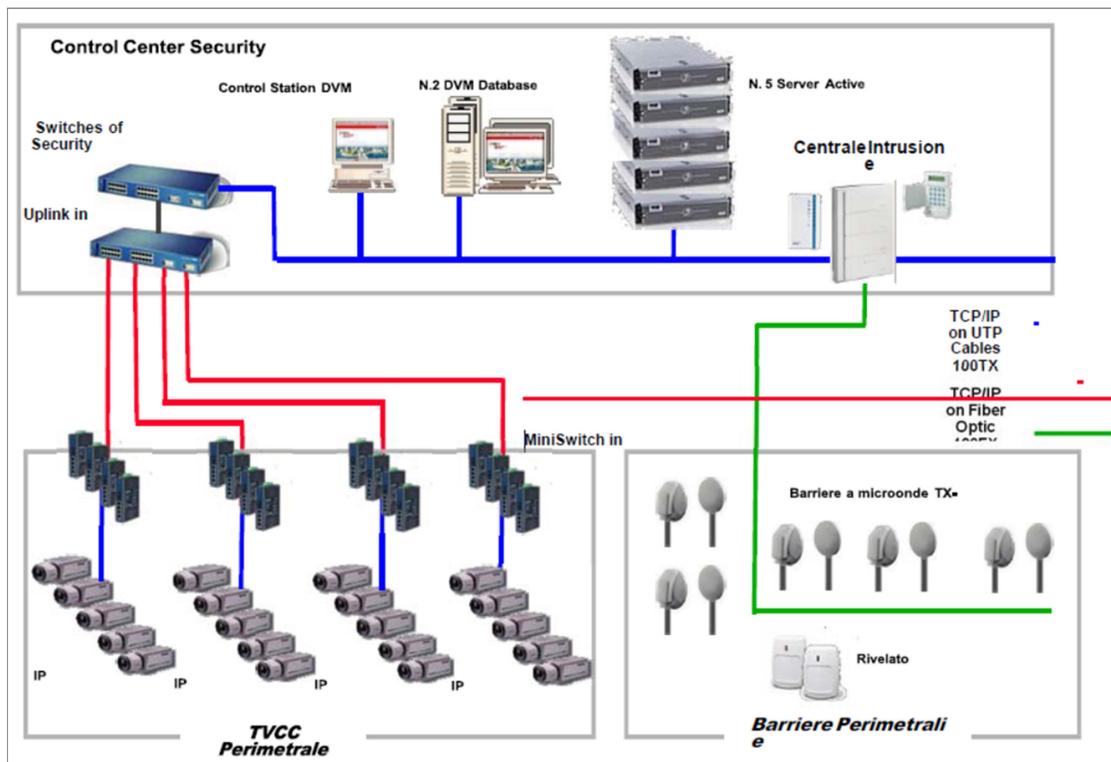


Figura 12 – Tipico dello schema di collegamento per sistemi di videosorveglianza e controllo

### 8.3 Impianto di rivelazione antintrusione

Si può installare, a protezione dell'impianto agrivoltaico, un sistema antifurto a fibra ottica modulare. Una centralina elettronica (master), installata nella cabina control room, verifica che l'anello di luce del cavo ottico codificato sia costantemente chiuso e controlla che l'intensità del fascio di luce sia costante. Nel caso in cui la fibra ottica venga piegata, deformata o interrotta, scatterà l'allarme ed invierà un segnale dato dalla chiusura di un contatto in grado di pilotare qualsiasi sistema di segnalazione quale un dispositivo GSM, una sirena, o interfacciarsi ad un sistema di allarmetradizionale.

Con questo sistema si possono realizzare:

- la protezione diretta dei moduli fotovoltaici;
- la protezione delle cabine;
- la protezione perimetrale del sito agrivoltaico.

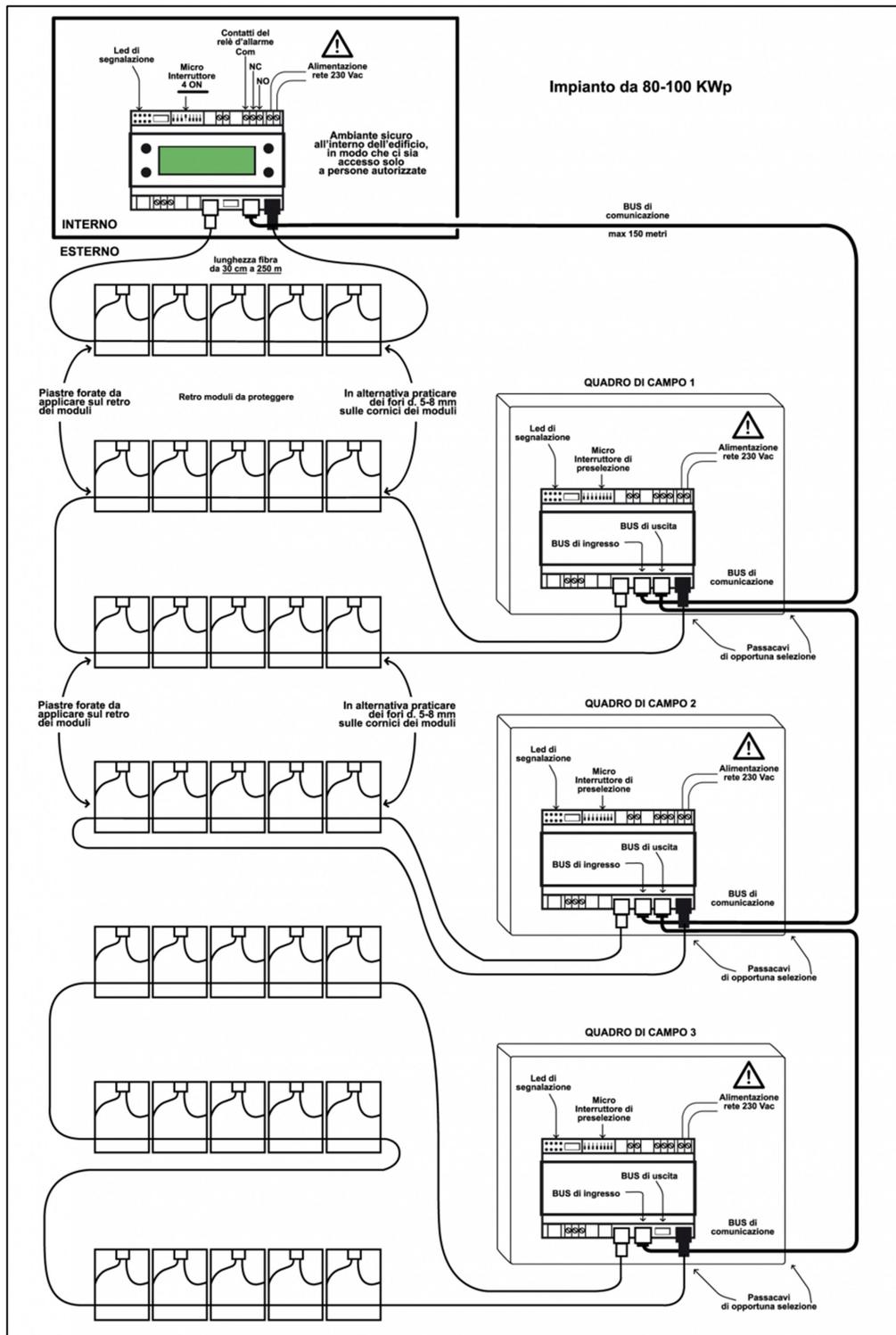


Figura 13 – Sistema di antifurto dei moduli FV

Il sistema sarà alimentato a tensione nominale pari a 230V 50Hz dal quadro servizi ausiliari e dovrà provvedere autonomamente alla distribuzione ed alimentazione di

dispositivi di ripetizione del segnale e/o di alimentazione di unità remote poste lungo il perimetro.

## 9 CONTROLLO E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

L'impianto agrivoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto. La centrale, infatti, verrà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche. Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;
- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter. Il sistema di controllo con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter;
- Corrente di campo dell'inverter;
- Radiazioni solari;
- Temperatura ambiente;
- Velocità del vento;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte. La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS).

## 10 OPERE CIVILI

### 10.1 CABINE ELETTRICHE

Le cabine elettriche dell'impianto saranno realizzate con elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato o a struttura monoblocco, tali da garantire pareti interne lisce senza nervature ed una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali. Il calcestruzzo utilizzato, deve essere additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità. Il box realizzato deve assicurare verso l'esterno un grado di protezione IP 33 Norme CEI EN 60529. La struttura sarà adibita all'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche in BT e MT. I quadri elettrici saranno posizionati su un supporto di acciaio utilizzando i supporti distanziatori. Inoltre:

- le aperture devono garantire un grado di protezione IP 33 e una adeguata ventilazione a circolazione naturale di aria;

- le tubazioni di ingresso dei cavi devono essere sigillate onde impedire la propagazione o l'infiltrazione di fluidi liquidi e gassosi;
- la struttura deve essere adeguatamente impermeabilizzata, al fine di evitare allagamenti ed infiltrazioni di acqua.

Tutte le cabine dell'impianto saranno dotate di sistema di climatizzazione per garantire il mantenimento della temperatura interna per evitare che questa ecceda oltre i limiti di ottimale funzionamento, di impianto di messa a terra interno collegabile con la maglia di terra esterna e di un'illuminazione adeguata di almeno 100 lux.

#### - **Carichi di progetto**

Le cabine, terranno conto del rispetto dei carichi di progetto quali: pressione del vento, azione del carico di neve sulla copertura, azione sismica, sollevamento e trasporto del box e carichi mobili e permanenti sul pavimento in conformità della specifica tecnica Enel DG2092 e della Legge 2 Febbraio 1974 n. 64, art. 10.

#### - **Impianto elettrico**

Gli impianti elettrici, del tipo sfilabile, saranno realizzati con cavo unipolare di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e consentirà la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina.

#### - **Impianto di messa a terra**

Le cabine devono essere dotate di un impianto di terra di protezione dimensionato in base alle prescrizioni di Legge ed alle Norme CEI EN 50522: 2011-03 (CEI 99-3) E CEI EN 61936 -1: 2011-03 (CEI 99-2). Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con almeno n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica della struttura verrà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori elettrici saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca. Per quanto riguarda l'impianto di terra interno, tutte le masse delle apparecchiature MT e BT che fanno parte dell'impianto elettrico verranno collegate all'impianto di terra interno e messe a terra, in particolare:

- i quadri MT e BT;
- il cassone di un eventuale trasformatore MT/BT;
- il rack apparecchiature BT;
- il telaio per quadri BT;
- le masse di tutte le apparecchiature BT.

L'impianto di terra esterno viene fornito in opera ed è costituito da anello con dimensioni descritte nella specifica tecnica e-distribuzione DG2061 in vigore. I dispersori orizzontali verranno realizzati in corda nuda di rame con una sezione uguale o superiore a 35 mm<sup>2</sup> e collocati sul fondo di una trincea.

#### - **Particolari costruttivi**

##### Pareti:

Le pareti saranno realizzate in conglomerato cementizio vibrato, adeguatamente armate di spessore non inferiore a 9 cm. Il dimensionamento dell'armatura dovrà essere quella

prevista dal D.M. 14 gennaio 2008. Sulla parete lato finestre verrà fissato un passante in materiale plastico, annegato nel calcestruzzo in fase di getto, per consentire il passaggio di cavi elettrici temporanei. Tale passante deve avere un diametro interno minimo di 150 mm, deve essere dotato di un dispositivo di chiusura/apertura funzionante solo con attrezzi speciali e deve garantire la tenuta anche in assenza di cavi. Sulla parete opposta a quella contenente le porte, in corrispondenza dell'armadio rack, deve essere previsto un sistema passacavo ( $\Phi > 80$  mm) per l'antenna. Nella cabina verranno installati:

- porte omologate in resina (DS 919) o in acciaio zincato/inox (DS 918) complete di serrature omologate (DS 988);
- finestre in resina (DS 927) o in acciaio inox (DS 926);

Le porte, il relativo telaio ed ogni altro elemento metallico accessibile dall'esterno devono essere elettricamente isolate dall'impianto di terra (CEI EN 50522:2011-07) e dalla armatura incorporata nel calcestruzzo.

#### Pavimento:

Il pavimento a struttura portante, deve avere uno spessore minimo di 10 cm e dimensionato per sopportare i carichi definiti nel paragrafo precedente.

Sul pavimento sono previste le seguenti aperture:

- apertura minima di dimensioni 650 mm x 2800 mm per gli scomparti AT;
- apertura di dimensioni 1000 mm x 600 mm completa di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzera di 750 daN;
- apertura di dimensioni 500 mm x 250 mm per i quadri BT per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi BT;
- apertura di dimensioni 500 mm x 500 mm per il rack dei pannelli elettronici per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi BT;
- apertura di dimensioni 600 mm x 600 mm per il vano misure completa di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzera di 600 daN.

In corrispondenza della porta d'entrata sarà previsto un rialzo del pavimento di 40 mm per impedire l'eventuale fuoriuscita dell'olio di un eventuale trasformatore. Nel pavimento verrà inglobato un tubo di diametro esterno (De) non inferiore a 60 mm collegante i dispositivi di misura situati nel locale utente con i scomparti AT del locale consegna. In prossimità del foro per il rack devono essere installate n.4 boccole filettate annegate nel cls facenti filo con il pavimento, utili al fissaggio del quadro rack.

#### Copertura:

La copertura, opportunamente ancorata alla struttura, garantirà un coefficiente medio di trasmissione del calore minore di  $3,1 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$ . La copertura sarà a due falde ed avrà una pendenza del 2% su ciascuna falda e dovrà essere dotata per la raccolta e l'allontanamento dell'acqua piovana, sui lati lunghi, di due canalette in VTR di spessore di 3 mm. Inoltre, dovrà essere protetta da un idoneo manto impermeabilizzante prefabbricato costituito da membrana bitume-polimero, flessibilità a freddo  $-10^\circ \text{ C}$ , armata in filo di poliestere e rivestita superiormente con ardesia, spessore 4 mm (esclusa ardesia), sormontato dalla canaletta.

### Sistema di ventilazione:

La ventilazione all'interno del box avverrà tramite due aspiratori eolici, in acciaio inox del tipo con cuscinetto a bagno d'olio, installati sulla copertura e le due finestre di aerazione in resina o in acciaio (DS 927 – DS 926), posizionate sul fianco del box. Gli aspiratori dovranno avere un diametro minimo di 250 mm ed essere dotati di rete antinsetto di protezione removibile maglia 10x10 e di un sistema di bloccaggio antifurto. Ad installazione avvenuta, garantiranno una adeguata protezione contro l'introduzione di corpi estranei e la penetrazione di acqua. L'acciaio inox degli aspiratori deve essere del tipo AISI 304 (acciaio al Cr-Ni austenitico) come da UNI EN 10088-1:2005 e dovranno essere posizionati nella zona intermedia tra i quadri di Alta Tensione e la parete anteriore (porte) in modo da evitare che possibili infiltrazioni d'acqua finiscano sulle apparecchiature elettriche AT o BT. Gli aspiratori eolici devono essere isolati elettricamente dall'impianto di terra (CEI EN 50522:2011-07) e dall'armatura incorporata nel calcestruzzo.

### Basamento:

Preliminarmente alla posa in opera del box, sul sito prescelto deve essere interrato il basamento d'appoggio prefabbricato in c.a.v., realizzato in monoblocco o ad elementi componibili in modo da creare una vasca stagna sottostante tutto il locale consegna dello spessore netto di almeno 50 cm (compresi eventuali sostegni del pavimento). Tra il box ed il basamento sarà previsto collegamento meccanico (come da punto 7.2.1 del DM 14/01/2008) prevedendo un sistema di accoppiamento tale da impedire eventuali spostamenti orizzontali del box stesso ed un sistema di sigillatura al contatto box-vasca, tale da garantire una perfetta tenuta all'acqua. Esso sarà dotato di fori per il passaggio dei cavi AT e BT, posizionati ad una distanza dal fondo della vasca tale da consentire il contenimento dell'eventuale olio sversato dal trasformatore, fissato in un volume corrispondente a 600 litri. I fori saranno predisposti di flange a frattura prestabilita verso l'esterno e predisposti per l'installazione dei passacavi (foro cilindrico e superficie interna levigata) conformi alla specifica tecnica DS920; tali passacavi montati dall'interno dovranno garantire i requisiti di tenuta stagna anche in assenza dei cavi.

## **10.2 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI FV**

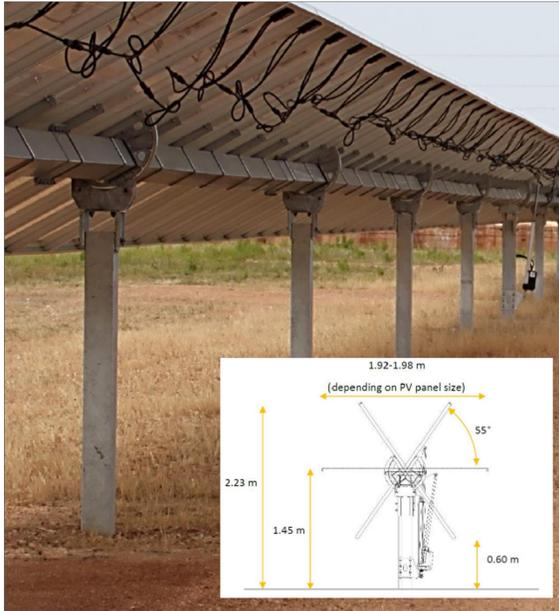
Nell'impianto agrivoltaico in oggetto, saranno installate sia strutture di supporto ad inseguitori solari monoassiali.

### ▪ Inseguitori solari monoassiali

Le strutture di supporto del tipo ad inseguitori solari monoassiali sono costituite da un'asse di rotazione su cui vengono installati i moduli fotovoltaici, le quali vengono posate su fondazioni a vite o a palo in acciaio zincato infisso direttamente nel terreno ed interrato ad una profondità opportuna, dipendente dal carico e dal tipo di terreno stesso. Il sistema è perfettamente compatibile con l'ambiente, non prevede che si impregnino le superfici, non danneggia il terreno e non richiede la realizzazione di plinti in cemento armato.

La tipologia di tracker monoassiale utilizzato nel progetto è del tipo "1 in portrait", con asse di rotazione avente azimuth di 0° rispetto alla direzione Nord-Sud, che prevede il montaggio di n.1 modulo in orizzontale sull'asse di rotazione, con una configurazione di

multipli di 26 moduli per inseguitore. La distanza tra gli assi delle file è stata valutata, al fine di evitare mutui ombreggiamenti tra i moduli, di circa 5,3 m. Di seguito una rappresentazione tipica del sistema tracker utilizzato nella progettazione:



### iTracker™ general features

- **Single-row tracking:** no tracker mechanical components in the corridors between tables
- **Long tracker structure:** up to 100 pv panels per tracker (3/5 strings) to optimize drive costs
- **User friendly size:** 1-module-portrait/2-module-landscape configuration to simplify installation and O&M
- **Maximized power density** thanks to uninterrupted table design
- **Maintenance free components** to minimize O&M costs
- **Intelligent power consumption management** (*night mode*)
- **Balanced design:** improved mechanical accuracy and reduced components wear
- **CE marked** according to the machinery directive 2006/42/CE
- **Technical due diligence** by Wood group

 <b>Technical features</b>	
Tracking type	Independent single axis horizontal tracker; Any tracker alignment possible (ideally along North-South direction); Individual 3D backtracking
Tracking algorithm	Accurate astronomical formulas; tracking precision = 0.5°
Rotation range	±55°
Ground cover ratio	Freely configurable by customer (between 34% and 50%)
PV Module compatibility	Framed modules; All major brands
Module mount	1 module portrait; 2 modules landscape
Drive system	1 Independent linear actuator per tracker
Peak power per tracker	Up to 32.64 kWp per tracker (with 340Wp panels)
N° of Module per tracker	Up to 100 72-cell modules (1000 V) or 90 72-cell modules (1500 V)
PV array voltage	1000 V or 1500 V
Power supply	400 V AC (50/60 Hz) / Self powered
Communication	Private wired network / wireless with star topology
Monitoring	Local control via SCADA; Remote control available
Power consumption	≈ 600 kWh/MWp/year
Foundation type	standard: driven pile; compatible also with: cement block; ground screw
Wind resistance (Eurocodes)	In operation: up to 80 km/h in any position, depending on tracker version; Stow position: up to 200+ km/h in stow position, depending on tracker version.
Snow resistance	Up to 1'050 N/m <sup>2</sup> ; depending on tracker version
Tracker stowing time	≤ 3 min
Installation tolerances	North-South: ±45 mm; East-West: ±25 mm; Height tolerance: ±40 mm; Tilt: 8°; Twist: 15°
Ground slope	Max 15% slope in longitudinal direction (North-South); Any slope in transversal direction (East-West) [max 70% local slope for rotation clearance]
Installation method	Engineered for fast and easy assembly; no welding nor drilling required on site
Materials	HDG construction steel; Maintenance free drive components (actuator and bearings)
Certifications/Compliance	CE 2006/42/UE; Eurocodes EN1991-1-1/3/4; LV 2014/35/UE; EMC 2014/30/UE; ISO 9001-2015
Warranty	Structure: 10 years; Drive and electronics: 5 years; Warranty extension available

Figura 14 – Scheda tecnica del sostegno ad inseguitore solare per i moduli FV

- Strutture fisse a terra

La struttura di supporto utilizzata in questa fase di progettazione verrà realizzata in profilati di alluminio e bulloneria in acciaio e avranno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in CLS, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva.

Inoltre, come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali. Il supporto del pannello è costituito da due piedi infissi nel terreno ad una profondità minima di 2 m, le cui altezze dal piano di terra minima e massima sono rispettivamente pari a circa 1,2 m e 3,3 m ciascuna. Le strutture, del tipo "2-in-

portrait", saranno inclinate di  $25^\circ$  con un azimuth di  $0^\circ$  e Pitch variabile dipendentemente dalla pendenza del terreno. Ciascuna delle file di moduli fotovoltaici risulterà sorretta da due profili trasversali in alluminio i quali, a loro volta, saranno vincolati al telaio sottostante per mezzo di opportuni ganci. Le strutture verranno posizionate in file contigue, compatibilmente con le caratteristiche plano altimetriche puntuali del terreno; la distanza di Pitch tra le file delle strutture è stata valutata, al fine di minimizzare i mutui ombreggiamenti tra i moduli, di circa 9 m per i moduli posizionati nell'Area 1, mentre di circa 8 m, per i restanti moduli nelle aree 3 e 4, questo per via della maggiore pendenza del terreno nella prima area rispetto alle altre.

Le strutture di supporto dei moduli rispettano le disposizioni prescritte dalle Norme CNR-UNI, circolari ministeriali, etc. riguardanti le azioni dei fenomeni atmosferici, e le Norme vigenti riguardanti le sollecitazioni sismiche. Di seguito la struttura metallica di supporto utilizzata nell'impianto in cui sono visibili anche i moduli:

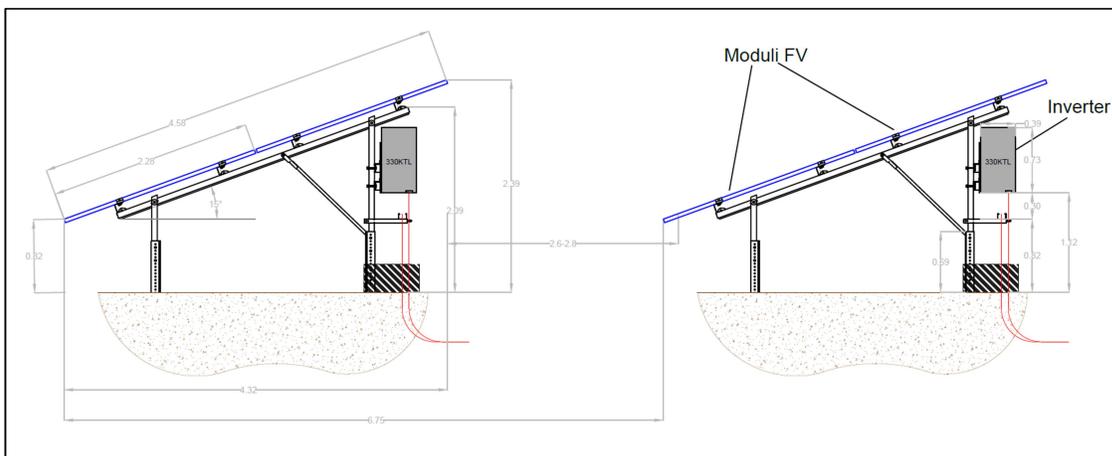


Figura 15 – Strutture di sostegno fisse a terra inclinate di  $25^\circ$

### 10.3 STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT (SEU)

Verrà realizzata una nuova stazione utente di trasformazione MT/AT 30/132 kV condivisa con altri produttori, ciascuno avente un proprio stallo in AT collegato in parallelo alla sbarra comune, condividendo lo stallo in uscita ed il cavo in AT interrato per la connessione alla futura SE della RTN. In particolare la SEU avrà un'area di circa  $81 \times 57,7$  mq e sarà composta da n.4 stalli così suddivisi:

- n.1 stallo di trasformazione MT/AT relativo all'impianto eolico denominato "Phobos", la cui Società titolare del progetto è la RWE RENEWABLES ITAIA S.R.L.;
- n.1 stallo di trasformazione MT/AT relativo all'impianto agrivoltaico denominato "Deimos", la cui Società proponente è la RWE RENEWABLES ITAIA S.R.L.;
- n.1 stallo d'ingresso di altri produttori;
- n.1 stallo di parallelo condiviso con altri produttori di collegamento con lo stallo dedicato nella SE della RTN;
- n.1 sbarra di parallelo.

La nuova stazione utente di trasformazione MT/AT-30/132 kV sarà realizzata su un terreno adiacente la futura SE, nel Foglio 2 - Particella 44 del comune di Castel Giorgio (TR). La posizione è stata individuata tenendo conto delle esigenze tecniche, economiche e dell'opportunità ambientale di minimizzare la lunghezza delle connessioni con la nuova stazione della RTN. Nella tavola allegata RWE-BGR-IE-08 sono riportate sia la planimetria elettromeccanica che le sezioni della stazione utente MT/AT con indicazione del cavo in AT di collegamento con lo stallo dedicato all'interno della nuova stazione della RTN.

L'area della SEU relativa all'impianto agrivoltaico oggetto della seguente progettazione, conterrà al suo interno oltre allo stallo utente MT/AT, anche da un edificio di controllo ed avrà le dimensioni pari a circa 28,4 x 40,3 m ed interesserà un'area totale di circa 1.145 mq. Di seguito sono riportati i componenti elettrici che compongono lo stallo della stazione utente di trasformazione:

- N°1 montante di linea/trasformazione MT/AT, 30/132 KV composto dai seguenti dispositivi elettrici:
  - N° 1 trasformatore trifase di potenza pari a circa 50/60 MVA, 132/30 kV, ONAN, gruppo vettoriale YNd11, provvisto di commutatore sotto carico lato AT, dimensioni circa: 6,8x4,6x5,5 m;
  - N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco; 170 kV completi di conta scariche, installati sia a protezione del trasformatore
  - N° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi TVI per esterno, con rapporto 132000:  $\sqrt{3}$  - 100:  $\sqrt{3}$  V, 10 VA cl. 0.2;
  - N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-1-1-1 A, 20 VA-0.2, 20 VA-0.5, 30 VA-5P20, 20 VA-5P20;
  - N° 1 interruttore tripolare, 170 kV;
  - N° 1 sezionatore tripolare orizzontale 170 kV;
  - N°1 terna di terminali cavo.
  
- N°1 edificio di controllo, comandi e quadri MT e BT, suddiviso nei seguenti locali:
  - Locale quadri MT;
  - Locale trafo aux gruppo elettrogeno;
  - Locale BT e TLC;
  - Locale servizi igienici;
  - Locale comando, controllo e misure;
  - Locale servizi.

I dispositivi elettromeccanici ed apparati elettrici contenuti nell'edificio sono:

- quadri in MT con isolamento a 36 kV per l'interconnessione e protezione dell'impianto agrivoltaico;
- quadri in BT per servizi ausiliari, controllo, protezione e trasmissione;
- sistema di rifasamento MT della stazione (eventuale).

I servizi ausiliari comprendenti:

- n° 1 trasformatore per servizi ausiliari MT/BT-potenza minima 100 kVA;
  - distribuzione ausiliaria C.A. e C.C. compresi di batterie composte
  - monoblocchi da 70 Ah;
  - impianto di illuminazione della stazione;
  - contatore per misure fiscali;
  - impianto di climatizzazione per i quadri Mt/Bt;
  - impianto di rilevazione incendio e antintrusione;
  - rete di terra.
- N° 2 stalli per altri produttori;
  - N° 1 sbarra di parallelo AT;
  - N°1 stallo di uscita condiviso così composto:
    - N° 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi TVC per esterno collegati sulle sbarre di parallelo, con rapporto 150000:  $\sqrt{3}$  - 100:  $\sqrt{3}$  - 100:  $\sqrt{3}$  - 100:3 V, 50 VA-Cl.0.5, 50 VA-Cl.0.5, 50 VA-3P;
    - N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-1-1-1 A, 20 VA-0.2, 20 VA-0.5, 30 VA-5P20, 20 VA-5P20;
    - N°1 interruttore tripolare, 170 kV;
    - N° 1 sezionatore tripolare 170 kV;
    - N° 1 terna di trasformatori di tensione, 170 kV
    - N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco, 170 kV completi di conta scariche;
    - N°1 terna di terminali cavo 170 kV.

Il trasformatore di potenza verrà alimentato dai quadri elettrici in MT di collegamento con i cavi interrati provenienti dall'impianto agrivoltaico. L'energia elettrica, dopo essere stata trasformata alla tensione di 132 kV, sarà immessa in AT a 132 kV fino al Punto di Consegna dedicato all'interno della stazione della RTN. Nella tavola allegata RWE-BGR-IE-04 è rappresentato lo schema elettrico unifilare della Stazione utente di trasformazione collegata allo stallo dedicato all'interno della nuova stazione.

## 11 SCAVI

Gli scavi all'interno dell'area in cui verrà realizzato l'impianto agrivoltaico riguarderanno principalmente le seguenti opere civili:

- cavidotti in BT e MT;
- fibra ottica e rete di terra;
- impianto di terra;
- fondazioni delle cabine elettriche;
- recinzioni e accessi;
- strade interne e perimetrali.

Per quanto riguarda i cavi, quelli di collegamento delle stringhe di moduli saranno posati su canaline metalliche grigliate poste nella parte anteriore delle strutture di sostegno. I cavi di collegamento tra le stringhe e gli inverter (in cc-BT), verranno principalmente posati su canaline metalliche ed in parte interrati. Infine, i cavi di collegamento tra: gli inverter con le cabine di trasformazione e le cabine elettriche tra di loro, saranno posati all'interno di scavi ed interrati in profondità variabili a seconda del numero e della tensione d'isolamento dei cavi. Di seguito un'immagine di uno scavo tipo in un impianto agrivoltaico:



*Figura 16 – Tipico di scavo per cavi BT/MT*

Il cavidotto di connessione tra la cabina di raccolta e la SEU, verrà realizzato tramite n.5 terne di cavi in Al del tipo ARE4H5(AR)E, direttamente interrate nello scavo senza ulteriore protezione meccanica, ad una profondità minima di 1,2 m dal livello della superficie.

Tutti i tipi di cavo utilizzati nel progetto, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali o alla quota del piano di campagna, saranno posati all'interno di uno strato di materiale sabbioso di spessore variabile. Un nastro segnalatore sarà immerso nel rimanente volume dello scavo riempito con materiale arido.

La posa dei conduttori si suddividerà sostanzialmente nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità come indicata nel documento di progetto;
- posa dei conduttori e/o fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto. Infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento di progetto;
- reinterro parziale con sabbia vagliata;
- posa dei nastri di segnalazione;

- reinterro con terreno di scavo;
- pavimentazione in conglomerato bituminoso per cavi posati su strade asfaltate.

La posa dovrà essere eseguita a regola d'arte e nel rispetto delle normative vigenti.

In particolare, per i cavi in MT dell'impianto, dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- Tracciato delle linee: esso dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.
- Posa diretta in trincea: la posa del cavo può essere effettuato, in generale, secondo i due metodi seguenti:
  - a bobina fissa: da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura. La bobina deve essere posta sull'apposito alzabobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso. Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.
  - a bobina mobile: da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro portabobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo. L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.

Gli scavi di fondazione, riguardano principalmente le cabine elettriche. In particolare, la vasca di fondazione delle cabine elettriche è un piano di appoggio all'interno di uno scavo per il posizionamento di un basamento, sulla quale viene adagiata la cabina prefabbricata. Il basamento prefabbricato, avrà una profondità minima di 0,5 m.

La vasca, oltre all'isolamento del manufatto dal terreno, ha fori a frattura prestabiliti per consentire l'ingresso di cavidotti e quindi per il passaggio dei cavi di media e bassa tensione per la distribuzione interna.

Perimetralmente alla cabina verrà realizzato l'impianto di terra. La rete di terra esterna è costituita da una treccia di rame di opportuno spessore, posizionata all'interno dello scavo distanziata perimetralmente di circa 1 metro dal basamento in opera e collegata alla rete elettrosaldata affogata nel basamento, dal punto di terra interno alla cabina prefabbricata e dai 4 spandenti a croce infissi nel terreno adiacenti agli angoli del basamento.

La vasca ha la possibilità di recuperabilità totale in fase di spostamento e può raccogliere l'olio dell'eventuale trasformatore installato. Infatti per l'eventuale fuoriuscita dell'olio del trasformatore è possibile richiedere un basamento completo di flange che garantisce la tenuta stagna sia dall'esterno che dall'interno.

## **12 VIABILITÀ, ACCESSI E RECINZIONE**

L'impianto sarà dotato di strade di servizio interne e perimetrali che avranno una larghezza pari a circa 5 m e saranno realizzate con materiale proveniente dagli scavi di fondazione delle cabine di campo miscelato con terreno naturale calce/cemento al fine di costituire una piattaforma solida naturale in "terra stabilizzata" che nel tempo si andrà a consolidare con il naturale inerbimento.

L'accesso carrabile all'area d'impianto sarà costituito da 5 cancelli a due ante in pannellature metalliche, larghezza minima 6 m e montato su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo.

Oltre alla viabilità è prevista la realizzazione della recinzione che corre lungo tutto il perimetro dell'area di progetto, e verrà realizzata con rete romboidale alta minima di 2,20 mt sormontante su un palo in ferro zincato infisso nel terreno senza opere in c.a. sopraelevata di 20 cm per facilitare il passaggio della fauna all'interno dell'impianto. Tra le opere edili si annovera l'impianto di illuminazione notturna del parco per la sicurezza contro i furti e la manutenzione dell'impianto stesso. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia saranno realizzati dei passaggi di dimensioni 20 x 100 cm ogni 100 m di recinzione.

## **13 MOVIMENTI DI TERRA**

L'attività di movimento terra comprende tutti quegli interventi che incidono sulla realtà del terreno delle aree su cui verrà realizzato l'impianto FV, mutandone le caratteristiche, e che normalmente rientrano in tre diverse tipologie di operazioni di cantiere:

- scavi: consistono nell'asporto di terreno (se di notevole consistenza si parla solitamente di sbancamento);
- riporti: consistono nel deposito di una quantità di terra su un'area;
- livellamenti: sono interventi che, attraverso scavi e riporti, mirano ad eliminare le asperità di un terreno.

La movimentazione terra riguarderà la realizzazione delle seguenti opere civili, in particolare:

- la viabilità interna d'impianto che nel suo complesso (perimetrale e interna) coprirà una superficie pari a circa 49.975 mq. Per la sua realizzazione si prevede: rimozione del cotico erboso superficiale; rimozione dei primi 30-50 cm di terreno, compattazione del fondo scavo e riempimento con materiale miscelato con terreno naturale calce/cemento fino al raggiungimento delle quote originali di piano campagna. Il materiale derivato dal volume di terreno escavato sarà riutilizzato in loco per rinterri e livellamenti, e la parte eccedente sarà utilizzata in sito per livellamenti e rimodellamenti necessari per altre opere civili;
- gli scavi per l'alloggiamento dei cavidotti in BT dell'impianto comporteranno la movimentazione massima (in relazione cioè al numero di cavi interrati) di terreno di circa 4.800 mc;
- gli scavi per l'alloggiamento dei cavidotti MT interni all'impianto comporteranno la movimentazione di circa 3.830 mc di terreno;

- lo scavo per l'alloggiamento del cavidotto MT esterno all'impianto comporteranno la movimentazione di circa 21.300 mc di terreno;
- per il posizionamento delle cabine elettriche, potrà essere prevista la realizzazione di uno scavo di alloggiamento della profondità variabile, per un totale di circa 380 mc di terreno.

Il terreno proveniente da tali scavi verrà riutilizzato interamente all'interno del sito. Non sono previsti utilizzi fuori dell'area di cantiere. I terreni di scavo relativi ai cavidotti saranno conferiti a discarica. Il presente cantiere ricade fra quelli di grandi dimensioni, con volumi di scavo superiori a 6.000 mc, sottoposti a procedura di VIA o AIA. Il valore presunto di scavi è superiore ai minimi imposti di legge, considerando che gran parte del terreno asportato per il posizionamento dei cavidotti verrà poi riutilizzato per chiudere lo stesso scavo, così come il terreno proveniente dallo sbancamento per la realizzazione dello stagno artificiale verrà riutilizzato per creare livellamenti interni al campo.

Per approfondimenti, si rimanda alle tavole allegate e alle relazioni specialistiche della SIA (Studio Impatto Ambientale).