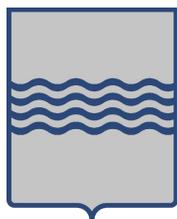


Regione Basilicata



Comune di Rapolla



Comune di Venosa



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN CLUSTER DI N. 2 IMPIANTI AGRIVOLTAICI DENOMINATI "RAPOLLA" E "VENOSA" DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI PICCO PARI A 29.353,68 kWp DA REALIZZARSI IN AGRO DI RAPOLLA E VENOSA (PZ) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE UBICATE ANCHE NEL COMUNE DI MELFI (PZ)

TITOLO

Disciplinare tecnico Impianto Venosa

PROGETTAZIONE



SR International S.r.l.
Via di Monserrato 152 - 00186 Roma
Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106
C.F e P.IVA 13457211004



Ing. Andrea Bartolazzi

CONSULENZA

PROPONENTE

ATON 36

ATON 36 S.r.l.
Via Ezio Macconi, 54 - 38121 Trento
aton36.srl@pec.it
C.F e P.IVA 02729140224

00	26/02/2024	Ing. Lauretti	Ing. Bartolazzi	ATON 36 S.r.l.	DT
Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione

Codice Elaborato

PSR-GRM-DT-V

Scala

-

Formato

A4

INDICE

INDICE DELLE FIGURE.....	2
INDICE DELLE TABELLE	2
1. GENERALITÀ	3
2. LAYOUT DELL'IMPIANTO	4
3. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI DELL' IMPIANTO	5
3.1 IMPIANTO AGRIVOLTAICO	5
3.1.1 MODULI FOTOVOLTAICI.....	5
3.1.2 INVERTER MULTISTRINGA.....	7
3.1.3 QUADRO ELETTRICO IN AT INTERNO ALLE CABINE ELETTRICHE.....	9
3.1.4 TRASFORMATORE BT/AT	10
3.1.5 CABLAGGI ELETTRICI	12
3.1.6 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI	19
4. OPERE CIVILI	21
4.1 CABINA DI TRASFORMAZIONE (CTI)	21
4.2 CABINA DI RACCOLTA (CDR).....	22
4.3 STAZIONE UTENTE (SEU)	22
4.4 PARTICOLARI COSTRUTTIVI.....	22
4.5 CABINA CONTROL ROOM	25
5. IMPIANTI ELETTRICI	26
5.1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI	26
5.2 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI.....	26
5.3 GRADO D'ISOLAMENTO	27
5.4 POSA DEI CAVI.....	27
5.5 PRESSACAVI	27
5.6 FORZA MOTRICE.....	27
5.7 SICUREZZA ELETTRICA	28
5.8 IMPIANTO DI TERRA.....	29
5.9 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI	29
5.10 MISURE DI PROTEZIONE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE IN AT	30
5.11 GRUPPI DI MISURA	31
5.12 ILLUMINAZIONE PERIMETRALE	32
5.13 IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA	32
5.14 IMPIANTO DI RIVELAZIONE ANTINTRUSIONE	33
5.15 CONTROLLO E MONITORAGGIO	35
6. SCAVI	35

6.1 VIABILITÀ, ACCESSI E RECINZIONE	37
6.2 MOVIMENTI DI TERRA	38

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 agrivoltaico da 590 Wp.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3 - Modello inverter con potenza nominale di 330 kVA - caratteristiche tecniche</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4 - Quadro elettrico di protezione in AT interno delle cabine elettriche.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 5 - Caratteristiche tecniche e dimensioni del trasformatore BT/AT.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 6 - Scheda tecnica del cavo solare</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7 - Scheda tecnica del cavo in BT - ARG16OR16 0,6/1 kV</i>	<i>17</i>
<i>Figura 8 - Scheda tecnica del cavo AT del tipo "air-bag"</i>	<i>18</i>
<i>Figura 9 - Scheda tecnica dell' inseguitore solare.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11 - Tipico palo di sostegno per illuminazione e videosorveglianza</i>	<i>32</i>
<i>Figura 12 - Tipico dello schema di collegamento per sistemi di videosorveglianza e controllo</i>	<i>33</i>
<i>Figura 13 - Sistema di antifurto dei moduli FV.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 14 - Tipico di scavo per cavi in BT.....</i>	<i>36</i>

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 - Dati tecnici dell'impianto FV</i>	<i>4</i>
<i>Tabella 2 - Tabella riepilogativa delle linee elettriche e volumi dei cabinati.....</i>	<i>5</i>

1. GENERALITÀ

L' impianto agrivoltaico denominato "Venosa", verrà costruito nel territorio comunale di Venosa (PZ) e sarà realizzato con moduli installati su strutture metalliche ad inseguitori solari, per una potenza totale nominale installata di circa 14,54 MWp. Per il layout d' impianto sono stati scelti moduli bifacciali della potenza nominale di 590 Wp (in condizioni STC) della Longi, per un totale di circa 24.648 moduli fotovoltaici monocristallini. Verranno inoltre installati n.45 inverter multistringa della Huawei, aventi ciascuno un valore di potenza nominale pari a 330 kVA.

Sarà realizzata una stazione elettrica utente, denominata SEU, situata nelle immediate vicinanze del futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150 kV denominata "Melfi" esistente, alla quale sarà collegato l' impianto mediante un cavidotto interrato in AT a 36 kV. Il futuro ampliamento, tecnicamente denominato SE, sarà distante circa 11 km in linea d' aria dall' impianto agrivoltaico. La SEU includerà anche uno scomparto per l' arrivo del cavo proveniente da un' altro impianto agrivoltaico, denominato "Venosa", appartenente alla medesima società responsabile del progetto attuale. Il cavidotto in uscita dalla SEU che si collega con la SE, sarà anch' esso condiviso.

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.

2. LAYOUT DELL'IMPIANTO

Di seguito le caratteristiche tecniche dell' impianto agrivoltaico e la tabella riassuntiva con le principali lunghezze dei cavi e sezioni di scavo dei cavidotti e delle opere civili.

Impianto FV	N. Inverter	N. Stringhe per Inverter	N. stringhe	N. moduli	Moduli per stringa	Potenza Sottocampo [kWp]	Potenza Totale [MWp]	Cabine quadri in AT	Cabina di raccolta	Potenza trafo BT/AT 0,8/36 Kv
Area 1-Sottocampo 1	6	23*2+22*4	134	3216	24	1897,4	1897,440	CT1	CDR	2500
Area 2-Sottocampo 2	9	22*3+23*6	204	4896	24	2888,64	8694,2	CT2	CDR	3150
Area 2-Sottocampo 3	9	22*2+23*7	205	4920	24	2902,8		CT3		3150
Area 2-Sottocampo 4	9	22*2+23*7	205	4920	24	2902,8		CT4		3150
Area 3-Sottocampo 5	9	24*1+23*8	208	4992	24	2945,3	2945,280	CT5	CDR	3150
Area 4-Sottocampo 6	3	24*2+23*1	71	1704	24	1005,4	1005,360	CDR	CDR	1250
TOTALE	45		TOTALE	TOTALE		MW	TOTALE	TOTALE	TOTALE	
			1027	24648		14542,32	14542,32	5	1	

Volumi di scavo per cavi in AT-36 kV kV	Tipo di Collegamento	N° cavi per scavo	Lunghezza scavo [m]	Larghezza scavo [m]	Profondità scavo [m]	Volume scavo [mc]
Collegamento tra le cabine elettriche dell' impianto	CT1-MV4	1	36	0,6	1,2	25,92
	MV4-MV1	2	594	0,6		427,68
	MV1-MV2	2	20	0,6		14,4
	MV2-MV3	1	20	0,6		14,4
	MV3-CT2	1	327	0,6		235,44
	MV3-CT3	2	188	0,6		135,36
	CT3-CT4	1	283	0,6		203,76
	MV2-CT5	1	196	0,6		141,12
Collegamento con la Stazione Utente SEU-D	CDR - SEU-D	1	13750	0,6	9900	
Collegamento tra la SEU-D e la SE-D della RTN	SEU-D - SE-D	1	100	0,6	72	
Cabine CTi-Trasformazione	CTi-trafo	1	20	0,6	14,4	

Collegamenti elettrici	Sezione cavi [mmq]	Lunghezza cavi [m]	Tipologia cavo
CT1-CDR	3X95	845	ARE4H5EEX
CT2-CT3	3X95	525	
CT3-CT4	3X95	293	
CT3-CDR	3X185	443	
CT5-CDR	3X95	431	
CDR-Trafo	3x95	60	
CDR - SEU	3x1x800	13760	ARE4H5EE
SEU - SE	3x1x800	120	

Tabella 1 – Dati tecnici dell'impianto FV

Riepilogo	[m]	[m3]
Lunghezza scavi BT in CC tra stringa e inverter	1500	
Volume scavo tra stringhe ed inverter BT DC		945
Lunghezza cavo da 6 mmq in BT CC	38960	
Lunghezza scavi BT in AC tra inverter e cabina di trasformazione	2473	
Volume scavo tra inv e cab trasf. BT AC		802
Lunghezza terna di cavi unipolari da 300 mmq in BT AC	5963	
Lunghezza scavi AT interni	1869	
Volume scavi AT interni		1394
Lunghezza terna di cavi unipolari in AT da 95 mmq	2154	
Lunghezza terna di cavi unipolari in AT da 185 mmq	443	
Lunghezza scavo esterno AT	13750	
Volume scavo AT esterno		9900
Lunghezza scavi SEU - SE	100	
Volume scavi SEU- SE		72,0
Lunghezza terna di cavi unipolari in AT da 800 mmq esterni	13760	
Lunghezza cavi illuminazione e videosorveglianza BT 2,5 mmq AC	4500	
Volume scavi cavi cavi illuminaz e videosorv BT AC		1350
Volume cabine quadri AT - n.6 Ti		1764
Volume cabina di raccolta - CDR		635
Volume stazione utente		294
Volume cabina control room		50

Tabella 2 – Tabella riepilogativa delle linee elettriche e volumi dei cabinati

3. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI DELL' IMPIANTO

3.1 IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Di seguito sono descritti i principali componenti e sistemi elettrici dell' impianto agrivoltaico in oggetto, che per il seguente progetto, adotterà soluzioni volte a preservare e migliorare la continuità pastorale sul sito di installazione.

3.1.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Per il layout d'impianto sono stati scelti moduli fotovoltaici bifacciali della Longi, modello LR5-72HGD-590M da 590 Wp (o similari), in condizioni STC. 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.

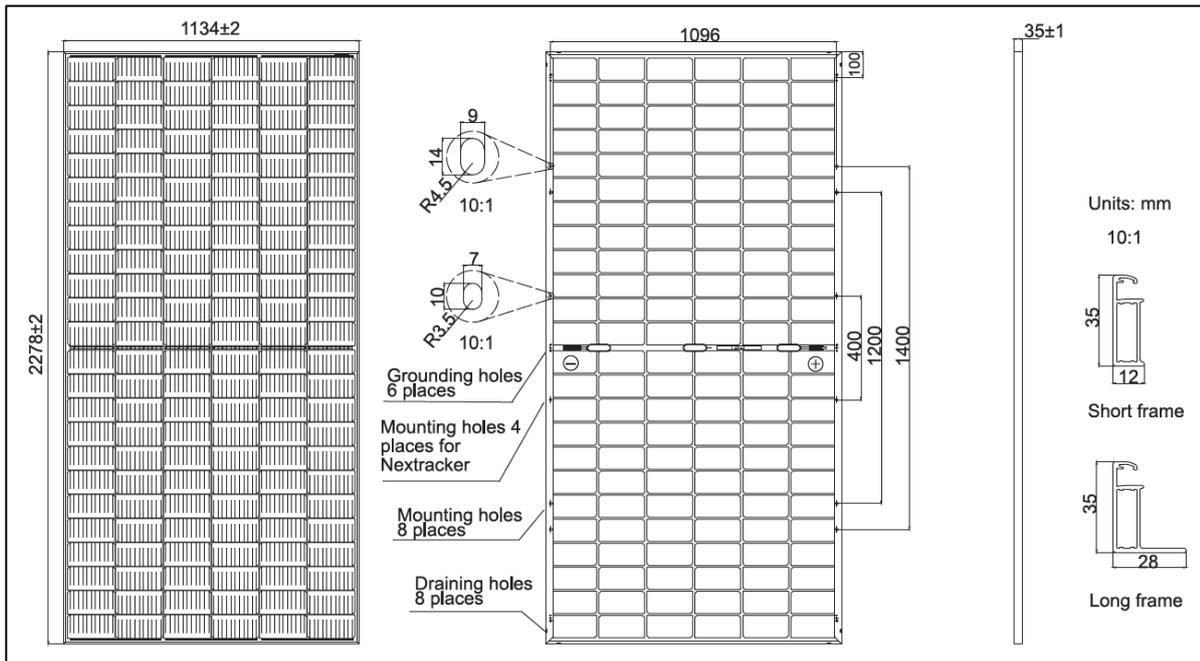


Figura 1 – Tipologia di modulo utilizzato nel progetto - P=590 Wp

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

Mechanical Parameters	
Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Connector	LONGi LR5 or MC4 EVO2
Glass	Dual glass, 2.0+2.0mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	31.8kg
Dimension	2278×1134×30mm
Packaging	36pcs per pallet / 180pcs per 20' GP / 720pcs per 40' HC

Electrical Characteristics	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C				NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax: ±3%					
	LR5-72HGD-560M		LR5-72HGD-565M		LR5-72HGD-570M		LR5-72HGD-575M		LR5-72HGD-580M		LR5-72HGD-585M		LR5-72HGD-590M	
Module Type	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	560	426.3	565	430.1	570	433.9	575	437.7	580	441.5	585	445.3	590	449.1
Open Circuit Voltage (Voc/V)	50.99	48.46	51.09	48.55	51.19	48.65	51.30	48.75	51.41	48.86	51.52	48.96	51.63	49.07
Short Circuit Current (Isc/A)	13.89	11.16	13.97	11.22	14.05	11.29	14.14	11.35	14.22	11.42	14.30	11.48	14.38	11.55
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	42.82	40.69	42.91	40.78	43.00	40.87	43.11	40.97	43.22	41.07	43.33	41.18	43.44	41.28
Current at Maximum Power (Imp/A)	13.08	10.48	13.17	10.55	13.26	10.62	13.34	10.68	13.42	10.75	13.50	10.81	13.58	10.88
Module Efficiency(%)	21.7		21.9		22.1		22.3		22.5		22.6		22.8	
Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 575W front)														
Pmax/W	Voc/V		Isc /A		Vmp/V		Imp /A		Pmax gain					
604	51.30		14.84		43.11		14.00		5%					
633	51.30		15.55		43.11		14.67		10%					
661	51.40		16.26		43.21		15.34		15%					
690	51.40		16.96		43.21		16.01		20%					
719	51.40		17.67		43.21		16.67		25%					

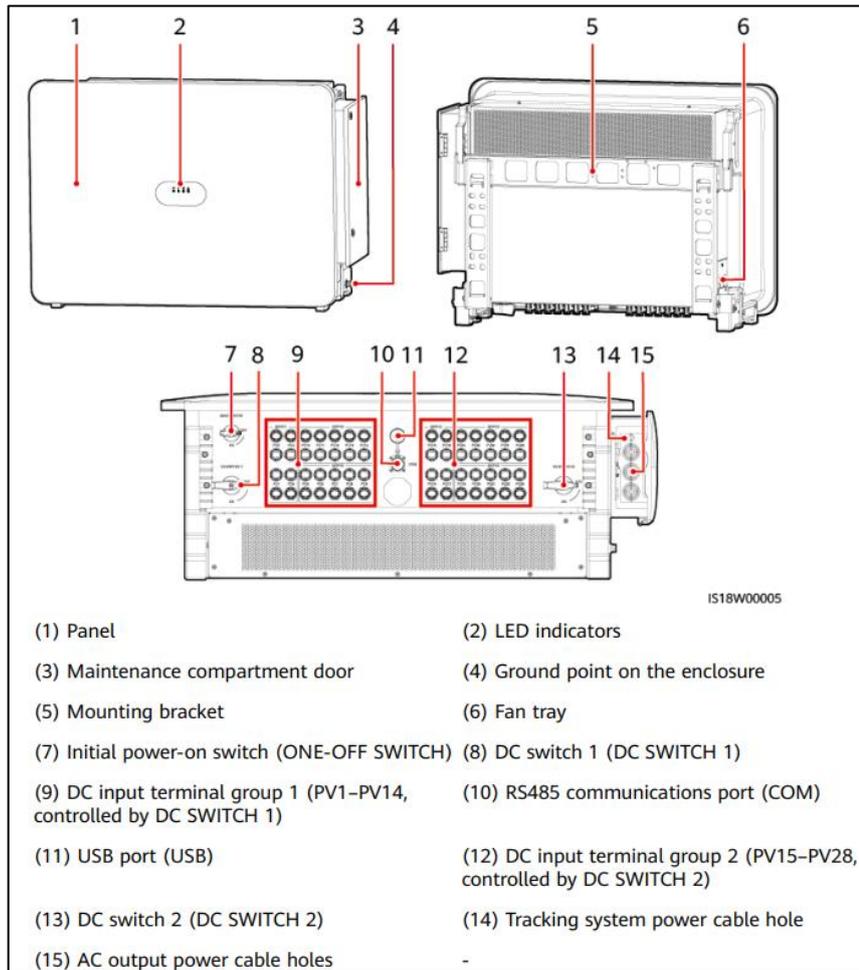
Operating Parameters		Mechanical Loading	
Operational Temperature	-40°C ~ +85°C	Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Power Output Tolerance	0 ~ 3%	Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Voc and Isc Tolerance	±3%	Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)		
Maximum Series Fuse Rating	30A		
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C		
Protection Class	Class II		
Bifaciality	80±10%		
Fire Rating	UL type 29 IEC Class C		
		Temperature Ratings (STC)	
		Temperature Coefficient of Isc	+0.045%/°C
		Temperature Coefficient of Voc	-0.230%/°C
		Temperature Coefficient of Pmax	-0.280%/°C

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

3.1.2 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 seguente:





Efficiency		
Max. Efficiency		≥99.0%
European Efficiency		≥98.8%
Input		
Max. Input Voltage		1,500 V
Number of MPPT 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

3.1.3 QUADRO ELETTRICO IN AT INTERNO ALLE CABINE ELETTRICHE

Il quadro in AT Switchgear a 36 kV può essere del tipo NXAirs-40,5 kV isolato ad SF6, della Siemens, per la distribuzione secondaria. E' un quadro elettrico costituito da scomparti di protezione trasformatore e linee mediante interruttori di manovra-sezionatori, con involucro in acciaio inox e 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.

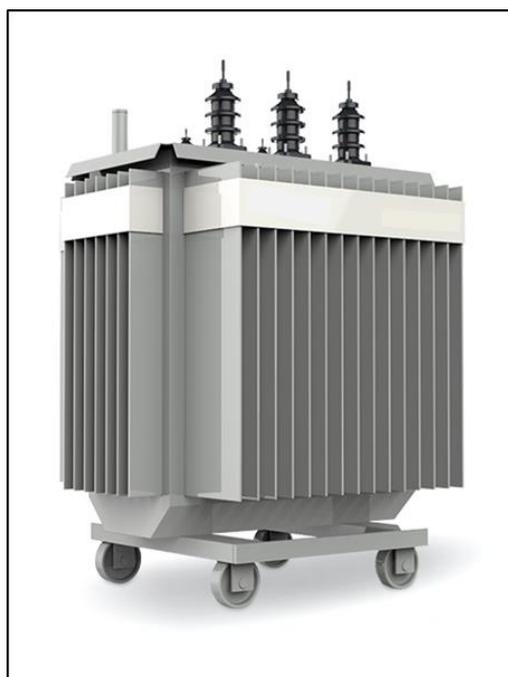


Electrical parameters rating		
- rated voltage	kV	40.5
- rated frequency	Hz	50
- rated 1 min short time power frequency withstand voltage phase - to - phase, to ground (through disconnections)	kV	95 (118)
- rated lightning impulse withstand voltage phase - to - phase, to ground (through disconnections)	kV	190 (215)
- rated short circuit breaking current	kA	25, 31.5
- rated short time withstand current, 4 s	kA	25, 31.5
- rated short circuit making current	kA	63, 80
- rated peak withstand current	kA	63, 80
- rated main busbar current	A	1250, 2500, 3150
- rated feeder current	A	1250, 2500
Dimensions and weights		
Width W	mm	1200/1400 ¹⁾
Height H	mm	2800/3010 ²⁾
Depth D	mm	2650/3450 ³⁾
Weight	kg	1800 ~ 2300

Figura 4 – Quadro elettrico di protezione in AT interno delle cabine elettriche

3.1.4 TRASFORMATORE BT/AT

Nelle aree d'impianto verranno installati n.6 trasformatori BT/AT 0,8/36 kV, di potenza nominale variabile da 1250÷3150 kVA ciascuno. Nella figura seguente è riportato un trasformatore tipo della Sirmet, avente una tensione in ingresso in BT ed il valore della tensione in uscita in alta a 36 kV, con la descrizione delle caratteristiche tecniche e costruttive:



TRASFORMATORE TRIFASE IN OLIO MINERALE - CASSA A RADIATORI			
kVA 4000 - kV 36 ± 2 x 2,5% / 0,4		Ns. cod. UE 4000-36/0,4-O	
Descrizione	u.m.	Offerta	
Tipo		Olio minerale - cassa a radiatori	
Quantità		1	
Norme di riferimento		CEI 14.4 - EN 60076 - U.E. 548/2014	
Installazione		Interna / Esterna	
Altitudine	mt	< 1000	
Temperatura ambiente	°C	-25 / 40	
Potenza	kVA	4000	
Frequenza	Hz	50	
Raffreddamento		ONAN	
		Primario	Secondario
Tensione	kV	36 ± 2 x 2,5%	0,4
Livello isolamento	kV	36 / 70 / 145	1,1 / 3 / -
Materiale avvolgimento		Alluminio	Alluminio
Collegamento		Triangolo	Stella + N
Gruppo vettoriale		Dyn11	
Sovratemperatura avvolg. / classe isolam.	°C	< 65	A
Sovratemperatura olio	°C	< 60	
Perdite a vuoto	kW	2,4	
Perdite in corto circuito (75°C)	kW	46	
Tensione di cortocircuito	%	7,5	
Corrente a vuoto	%	0,15	
Rumorosità Lp (1 m) / Lw	dB (A)	49 / 63	
Temperatura di riferimento	°C	75	
Rendimento al 100% del carico e cos φ 1	%	98,8	
Rendimento al 100% del carico e cos φ 0,8	%	98,51	
Rendimento al 75% del carico e cos φ 1	%	99,07	
Rendimento al 75% del carico e cos φ 0,8	%	98,84	
Rendimento al 50% del carico e cos φ 1	%	99,31	
Rendimento al 50% del carico e cos φ 0,8	%	99,14	
C.d.t. al 100% del carico e cos φ 1	%	1,42	
C.d.t. al 100% del carico e cos φ 0,8	%	5,5	
Dimensioni (Lung. x Largh. x Altezza)	mm	3000 x 1800 x 3000	
Peso totale	kg	10480	
Peso olio	kg	2340	

Figura 5 - Caratteristiche tecniche e dimensioni del trasformatore BT/AT

3.1.5 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 alta tensione (36 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 simili), 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 simili), 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;
- tra gli inverter e i quadri BT in cabina elettrica BT/MT, per i quali si impiegheranno cavi di tipo tradizionale direttamente interrati, ad esempio del tipo ARG16OR16 0,6/1 kV (o simili) 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 CTi,
 - 2) le cabine CTi con i rispettivi trasformatori,
 - 3) le cabine CTi con la cabina di raccolta CDR;saranno utilizzati cavi del tipo ARE4H5EEX (o simili) tripolari, cordati ad elica visibile, con conduttore in alluminio, del tipo "air-bag", direttamente interrati senza protezione meccanica aggiuntiva e disposti a trifoglio. Per i collegamenti elettrici saranno utilizzate sezioni da 3x95 mmq e 3x185 mmq;
- tra:
 - 4) la cabina di raccolta e i quadri AT nella stazione utente,
 - 5) stazione utente e la nuova SE,verranno utilizzati cavi del tipo ARE4H5EE (o simili) unipolari, del tipo "air-bag", con conduttore in alluminio, direttamente interrati senza protezione aggiuntiva e disposti a trifoglio. Per i collegamenti elettrici sarà utilizzata la sezione (3x1x800) mmq;

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

▪ Cavo H1Z2Z2-K





NON PROPAGANTE LA FIAMMA
FLAME RETARDANT

ZERO ALOGENI
HALOGEN-FREE

RESISTENTE AI RAGGI UV
UV RESISTANT

Scarica la scheda tecnica completa

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

REAZIONE AL FUOCO/REACTION TO FIRE

REGOLAMENTO/REGULATION 305/2011/UE

Norma/Standard	EN 50575:2014 + A1:2016
Classe/Class	C_{ca}-s1b, d1, a1
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

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_o/U: 1/1 kVac 1,5/1,5 kVdc
- Tensione massima: 1,2 kVac 1,8 kVdc
- Tensione di prova: 6,5 kVac 15 kVdc
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: -25°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

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)

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Uso previsto in installazioni fotovoltaiche 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.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Rated voltage U_o/U: 1/1 kVac 1,5/1,5 kVdc
- Maximum voltage: 1,2 kVac 1,8 kVdc
- Testing Voltage: 6,5 kVac 15 kVdc
- Max working temperature: 90°C
- Minimum installation temperature: -25°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter

SPECIAL FEATURES

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)

USE AND INSTALLATION

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.

CONSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION



CONDUTTORE

Material: Rame stagnato, formazione flessibile, classe 5

CONDUCTOR

Material: Tinned copper, class 5

ISOLANTE

Material: Elastomero reticolato atossico di qualità Z2
Colore: naturale
CEI EN 50618

INSULATION

Material: Non-toxic crosslinked elastomer quality Z2
Colour: natural
CEI EN 50618

GUAINA ESTERNA

Material: Elastomero reticolato atossico di qualità Z2
Colore: Nero RAL 9005 - Rosso RAL 3013, blu RAL 5015
CEI EN 50618

OUTER SHEATH

Material: Non-toxic crosslinked elastomer quality Z2
Colours: black RAL 9005, red RAL 3013, blue RAL 5015
CEI EN 50618

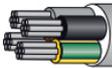
Formazione Size	Ø esterno medio Medium Ø outer	Peso medio cavo Medium Weight	Resistenza elettrica Electrical Resistance max a 20°C	Portata di corrente / Current rating		
				Cavo singolo libero in aria	Cavo singolo su unica superficie	Due cavi canalati che si toccano su una superficie
n° x mm²	mm	kg/km	Ω/km	A	A	A
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	0,386	276	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	28,7	2400	0,0801	775	736	620

Temperatura ambientale 60° C - Temperatura max conduttore: 120° C
Ambient temperature 60° C - Max conductor temperature: 120° C

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

Figura 6 – Scheda tecnica del cavo solare

▪ Scheda Cavo in BT in alluminio del tipo ARG16OR16 0,6/1 kV

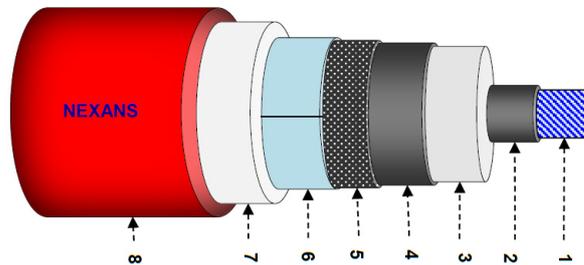
<p>CPR (UE) n°305/11 C_{ca} - s3, d1, a3</p>	<p>Construction Products Regulation/Regolamento Prodotti da Costruzione Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014 Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014</p>	<p>DoP n°1062/18</p>
<p>CEI 20-13 CEI EN 60332-1-2 2014/35/UE 2011/65/CE</p>	<p>Construction and specifications/Costruzione e requisiti Flame propagation/Propagazione fiamma Low Voltage Directive/Direttiva Bassa Tensione RoHS Directive/Direttiva RoHS</p>	 <p>ARG16OR16 REPERO® - Cca-s3,d1,a3</p>
		
<p>DESCRIPTION</p>	<p>DESCRIZIONE</p>	
<p>Multi-core power cable with aluminum conductor, HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).</p>	<p>Cavo multipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).</p>	
<p>Conductor Aluminium stranded wire, class 2</p>	<p>Conduttore Corda di alluminio rigida, classe 2</p>	
<p>Insulation Rubber HEPR compound G16 quality</p>	<p>Isolante Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16</p>	
<p>Filler Non-hygroscopic compound</p>	<p>Riempitivo Mescola di materiale non igroscopico</p>	
<p>Outer sheath PVC compound, R16 quality</p>	<p>Guaina esterna Mescola di PVC di qualità R16</p>	
<p>Cores colour HD 308 Standard</p>	<p>Colore anime Normativa HD 308</p>	
<p>Sheath colour Grey</p>	<p>Colore guaina Grigio</p>	
<p>Inkjet marking BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16OR16 0,6/1 kV (section) Cca-s3,d1,a3 (year) (m) (traceability)</p>	<p>Marchatura a inchiostro BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16OR16 0,6/1 kV (sez) Cca-s3,d1,a3 (anno) (m) (tracciabilità)</p>	
<p>TECHNICAL CHARACTERISTICS</p>	<p>CARATTERISTICHE TECNICHE</p>	
<p>Nominal voltage U₀/U: 0,6/1 kV</p>	<p>Tensione nominale U₀/U: 0,6/1 kV</p>	
<p>Maximum operating temperature: 90°C</p>	<p>Temperatura massima di esercizio: 90°C</p>	
<p>Minimum operating temperature: -15°C (without mechanical stress)</p>	<p>Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)</p>	
<p>Minimum installation temperature: 0°C</p>	<p>Temperatura minima di posa: 0°C</p>	
<p>Maximum short circuit temperature: 250°C up to 240 mm² section, over 220°C</p>	<p>Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C</p>	
<p>Maximum tensile stress: 50 N/mm²</p>	<p>Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²</p>	
<p>Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter</p>	<p>Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo</p>	
<p>Use and installation Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Suitable also for laying underground.</p>	<p>Condizioni di impiego Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Adatto per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammissa anche la posa interrata.</p>	

Formation Formazione	Approx. conductor Ø Ø indicativo conduttore	Average insulation thickness Spessore medio isolante	Average sheath thickness Spessore medio guaina	Approx. production Ø Ø indicativo produzione	Approx. cable weight Peso indicativo cavo	Max. electrical resistance at 20°C Resistenza elettrica max a 20°C	Current rating Portata di corrente			
							Free in air In aria libera 30°C	In pipe in air In tubo in aria 30°C	Underground Interrato 20°C	Underground in pipe In tubo interrato 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A	A	A
2 x 10	3,9	0,7	1,8	14,3	260	3,08	45	39	75	56
2 x 16	4,9	0,7	1,8	16,3	345	1,91	70	64	98	75
2 x 25	6,1	0,9	1,8	20,2	540	1,2	110	88	119	95
2 x 35	7,1	0,9	1,8	22,2	665	0,686	136	110	141	115
2 x 50	8,2	1,0	1,8	24,8	830	0,641	164	131	167	134
2 x 70	9,9	1,1	1,9	28,8	1130	0,443	218	175	204	173
2 x 95	11,4	1,1	2,0	32,9	1500	0,320	261	209	245	196
2 x 120	13,1	1,2	2,1	36,5	1875	0,253	310	250	277	238
2 x 150	14,4	1,4	2,2	40,1	2270	0,206	350	280	313	250
3 x 10	3,9	0,7	1,8	15,1	290	3,08	45	39	75	56
3 x 16	4,9	0,7	1,8	17,3	385	1,91	70	64	98	75
3 x 25	6,1	0,9	1,8	21,4	600	1,20	110	88	119	95
3 x 35	7,1	0,9	1,8	23,6	750	0,686	136	110	141	115
3 x 50	8,2	1,0	1,8	26,4	940	0,641	164	131	167	134
3 x 70	9,9	1,1	1,9	30,7	1290	0,443	218	175	204	173
3 x 95	11,4	1,1	2,1	35,3	1730	0,320	261	209	245	196
3 x 120	13,1	1,2	2,2	39,1	2165	0,253	310	250	277	238
3 x 150	14,4	1,4	2,3	43,0	2620	0,206	350	280	313	250
3 x 185	14,4	1,4	2,5	48,1	3180	0,164	415	334	350	300
3 x 240	14,4	1,4	2,7	54,4	4190	0,125	490	392	413	331
3 x 300	14,4	1,4	2,9	59,3	5070	0,100	567	-	454	400
4 x 10	3,9	0,7	1,8	16,5	335	3,08	45	39	75	56
4 x 16	4,9	0,7	1,8	18,9	450	1,91	70	64	98	75
4 x 25	6,1	0,9	1,8	23,5	710	1,20	110	88	119	95
3 x 35 + 25	7,1/6,1	0,9/0,9	1,8	25,3	845	0,686/1,20	136	110	141	115
3 x 50 + 25	8,2/6,1	1,0/0,9	1,8	27,8	1015	0,641/1,20	164	131	167	134
3 x 70 + 35	9,9/7,1	1,1/0,9	2,0	32,8	1435	0,443/0,686	218	175	204	173
3 x 95 + 50	11,4/8,2	1,1/1,0	2,1	36,9	1840	0,320/0,641	261	209	245	196
3 x 120 + 70	13,1/9,9	1,2/1,1	2,3	41,4	2370	0,253/0,443	310	250	277	238
3 x 150 + 95	14,4/11,4	1,4/1,1	2,4	45,7	2900	0,206/0,320	350	280	313	250
3 x 185 + 95	16,2/11,4	1,6/1,1	2,6	50,3	3410	0,164/0,320	415	334	350	300
3 x 240 + 150	18,4/14,4	1,7/1,4	2,8	57,7	4620	0,125/0,206	490	392	413	331
3 x 300 + 150	20,7/14,4	1,8/1,4	3,0	62,1	5435	0,100/0,206	567	-	454	400
5 x 10	3,9	0,7	1,8	18,0	385	3,08	45	39	75	56
5 x 16	4,9	0,7	1,8	20,7	525	1,91	70	64	98	75
5 x 25	6,1	0,9	1,8	25,8	825	1,20	110	88	119	95
5 x 35	7,1	0,9	1,9	28,7	1055	0,686	136	110	141	115
5 x 50	8,2	1,0	2,0	32,4	1335	0,641	164	131	167	134

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1° C.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors.
 N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1° C.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi.

Figura 7 – Scheda tecnica del cavo in BT - ARG16OR16 0,6/1 kV

- Cavo in AT del tipo ARE4H5EEX e ARE4H5EE-42,5 kV



CONSTRUCTION

1. **Conductor**
stranded, compacted, round, aluminium - class 2 acc. to IEC 60228
2. **Conductor screen**
extruded semiconducting compound
3. **Insulation**
extruded cross-linked polyethylene (XLPE) compound
4. **Insulation screen**
extruded semiconducting compound - fully bonded
5. **Longitudinal watertightness**
semiconducting water blocking tape
6. **Metallic screen and radial water barrier**
aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)
7. **First sheath - 1**
extruded PE compound
8. **Second sheath - 2**
extruded PE compound - colour: red with improved impact resistance

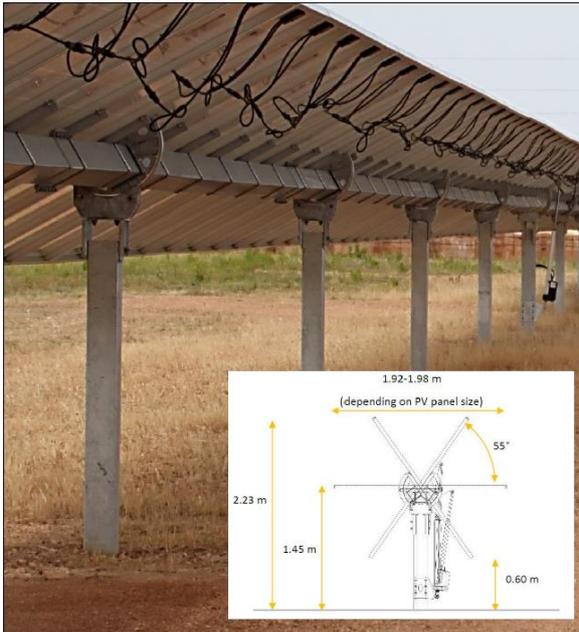
ARE4H5EE 20,8/36kV 1x... SK2															
Type	Conductor diameter nominal mm	Insulation thickness min. mm	Insulation diameter nominal mm	Sheaths thickness nominal mm	Cable diameter approx mm	Cable weight indicative kg/km	Electrical resistance of conductor		X at 50 Hz Ω/km	C μF/km	Current capacity		Short circuit current		
							at 20 °C - d.c. max Ω/km	at 90 °C - a.c. Ω/km			in ground at 20 °C A	in free air at 30 °C A	conductor T _{max} 250°C kA x 1,0 s	screen T _{max} 150°C kA x 0,5 s	
1x95	11,5	8,1	29,5	2,0+2,0	42,5	1.400	0,320	0,411	0,138	0,168	223	290	9,0	2,1	
1x120	13,1	7,9	30,7	2,0+2,0	43,8	1.520	0,253	0,325	0,132	0,185	253	334	11,3	2,2	
1x150	14,3	7,6	31,3	2,0+2,0	44,4	1.600	0,206	0,265	0,127	0,201	282	377	14,2	2,2	
1x185	16,0	7,4	32,6	2,0+2,0	45,8	1.740	0,1640	0,211	0,122	0,221	320	432	17,5	2,3	
1x240	18,5	7,1	34,5	2,0+2,0	47,8	1.960	0,1250	0,161	0,116	0,252	370	510	22,7	2,3	
1x300	20,7	6,8	36,1	2,0+2,0	49,5	2.160	0,1000	0,129	0,111	0,283	417	584	28,3	2,4	
1x400	23,5	6,9	39,1	2,0+2,0	52,6	2.510	0,0778	0,101	0,107	0,308	478	681	37,8	2,6	
1x500	26,5	7,0	42,6	2,0+2,0	56,3	2.960	0,0605	0,079	0,104	0,337	545	792	47,2	2,9	
1x630	30,0	7,1	46,3	2,0+2,0	60,2	3.510	0,0469	0,063	0,100	0,367	620	920	59,5	3,0	
1x800	34,2	7,2	50,7	2,0+2,0	64,8	4.220	0,0367	0,050	0,096	0,402	700	1061	75,6	3,3	

Figura 8 – Scheda tecnica del cavo AT del tipo "air-bag"

3.1.6 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Nell' impianto agrivoltaico in oggetto, saranno installate strutture di supporto ad inseguitori solari monoassiali, aventi l' asse di rotazione indirezionale N-S. I tracker, sono costituiti da una struttura in acciaio zincato con un'asse di rotazione, sulla quale vengono installati i moduli fotovoltaici e da pali metallici infissi 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 24 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 m. La struttura del tracker è completamente adattabile in base alle dimensioni del pannello agrivoltaico, alle condizioni geotecniche del sito specifico e alla quantità di spazio di installazione disponibile. Tutte le parti in acciaio saranno galvanizzate in base alle condizioni ambientali del sito per raggiungere una durata di vita prevista di 25 anni. Un motore CA con attuatore lineare è installato su ciascuna struttura, ottenendo un livello superiore di affidabilità rispetto ai motori DC commerciali. L'alimentazione delle schede di controllo avviene tramite linea monofase a 230 V, 50 Hz o 60 Hz. Le strutture verranno posizionate in file contigue, compatibilmente con le caratteristiche plano altimetriche puntuali del terreno; la distanza tra gli assi delle file è stata valutata, al fine di evitare mutui ombreggiamenti tra i moduli, di circa 5,0 m, ma anche per garantire le condizioni per lo sviluppo delle colture agricole e per il passaggio delle macchine operatrici agricole. Le strutture di supporto dei moduli rispetteranno le disposizioni prescritte dalle Norme CNR-UNI, circolari ministeriali, etc. riguardanti le azioni dei fenomeni atmosferici, e le Norme vigenti riguardanti le sollecitazioni sismiche.

Si precisa che nella fase esecutiva, e secondo le offerte del mercato, si potrà adottare un sistema di ancoraggio simile a quello previsto e che permetta di mantenere le caratteristiche dell'impianto agrivoltaico in progetto. Al termine della sua vita utile l'impianto sarà smesso e le strutture saranno rimosse consentendo di riutilizzare il terreno a scopi agricoli. 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

 Technical features	
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 ² ; 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 9 – Scheda tecnica dell' inseguitore solare

4. OPERE CIVILI

Nel seguente progetto, verranno installate n.6 cabine elettriche di trasformazione (CTi) che saranno connesse tra di loro ed infine con la cabina di raccolta (CDR), la quale, si collegherà attraverso un cavidotto interrato, alle stazioni utente SEU-A o SEU-D, a seconda della soluzione finale scelta da Terna SpA.

4.1 CABINA DI TRASFORMAZIONE (CTI)

La cabina elettrica in oggetto, avrà le dimensioni minime pari a circa 7 x 10 x 4,2 m e conterrà al suo interno:

- quadri in BT, composti da interruttori di manovra-sezionamento o fusibili di protezione e collegamento delle linee trifase provenienti dagli inverter, un interruttore magnetotermico differenziale generale di protezione connesso sul lato BT del trasformatore BT/AT, un sistema di monitoraggio, interruttori magnetotermici per l'alimentazione di luce, FM e sistemi ausiliari;
- il quadro in AT con scomparti a tensione nominale pari a 36 kV del tipo NX-Airs isolato ad SF6 della Siemens. E' un quadro in AT compatto costituito da scomparti di protezione linee e di protezione trasformatore mediante interruttori e 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.

Nell'impianto verranno installate n.4 cabine elettriche che saranno interrate con scavo avente dimensioni minime pari a circa: 7,0x10x0,5 m.

4.2 CABINA DI RACCOLTA (CDR)

Sarà installata una cabina elettrica di raccolta (CDR) nella quale convergeranno i collegamenti elettrici tra le cabine elettriche dei vari sottocampi e si collegherà ai quadri in AT delle due ipotesi di SEU, ubicate nei pressi dei futuri ampliamenti della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150 kV, "Melfi". Il manufatto conterrà al suo interno equipaggiamenti elettromeccanici completi di organi di manovra e sezionamento, eventuale trasformatore AT/BT aux, eventuale gruppo elettrogeno, apparecchiature per il telecontrollo, automazione e telegestione, misure con contatore, quadri in BT. Le dimensioni minime della cabina saranno pari a circa 21,6 x 7 x 4,2 m.

Gli scomparti AT che assicurano il sezionamento dei cavi elettrici in caso di guasto o manutenzione comandati dai sistemi di protezione, possono essere sia isolati in aria che in SF6.

4.3 STAZIONE UTENTE (SEU)

Sarà realizzata una stazione elettrica utente, posizionata nelle vicinanze del nuovo ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150 kV, denominata "Melfi", ed avrà dimensioni pari a circa 10x7x4,2 m. Conterrà al suo interno scomparti elettrici in BT ed AT, di misure e protezione, ed il cavidotto di connessione con le SE, e lo stesso edificio quadri, saranno condivisi con l'impianto agrivoltaico denominato "Rapolla".

4.4 PARTICOLARI COSTRUTTIVI

Le cabine elettriche finora descritte, 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 AT. 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 impianti 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 AT e BT che fanno parte dell'impianto elettrico verranno collegate all'impianto di terra interno e messe a terra, in particolare:

- i quadri AT e BT;
- il cassone di un eventuale trasformatore AT/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 mm² e collocati sul fondo di una trincea.

- **Opere**

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 mezzeria 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 mezzeria 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 un 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° 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 un 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

4.5 CABINA CONTROL ROOM

Nell' area 2, nei pressi della cabina CT2, è prevista l'installazione di un container o cabina adibita ai servizi di monitoraggio e controllo dell'intero campo agrivoltaico. Le dimensioni della control room sono pari a circa: 6,2x3,0x2,7 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 agrivoltaico 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;
- Servizi igienici ed eventuali moduli da ufficio.

5. IMPIANTI ELETTRICI

Per ciascuno dei due impianti: agrivoltaico e bess, saranno previste le seguenti e principali caratteristiche civili ed elettriche.

5.1 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.

5.2 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 mm²
- 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.

5.3 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;
- 40,5-42kV per la sezione d'impianto in AT, in alternata.

5.4 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 ed almeno a 14 volte per i cavi in AT;*
- *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/mm² 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.

5.5 PRESSACAVI

I pressacavi di materiale termoplastico saranno del tipo autoestinguente (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.

5.6 FORZA MOTRICE

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 mmq, 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.

5.7 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 fotovoltaici può essere utilizzata la stessa tipologia descrittiva.

Il generatore agrivoltaico 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 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 agrivoltaico, 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.

5.8 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);

5.9 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.

5.10 MISURE DI PROTEZIONE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE IN AT

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.

PROTEZIONE
Massima tensione
Minima tensione
Massima frequenza
Minima frequenza
(Massima tensione omopolare V_0)

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.

5.11 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 e non direttamente connessa alla funzionalità di 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.

5.12 ILLUMINAZIONE PERIMETRALE

Ciascun impianto 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 composta da:

- 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.92 lampade per illuminare l'area d'impianto.



Figura 10 – Tipico palo di sostegno per illuminazione e videosorveglianza

5.13 IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

Per la sorveglianza degli impianti, sono previsti: un sistema di controllo 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.92 videocamere di sicurezza per l'area d'impianto, 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.

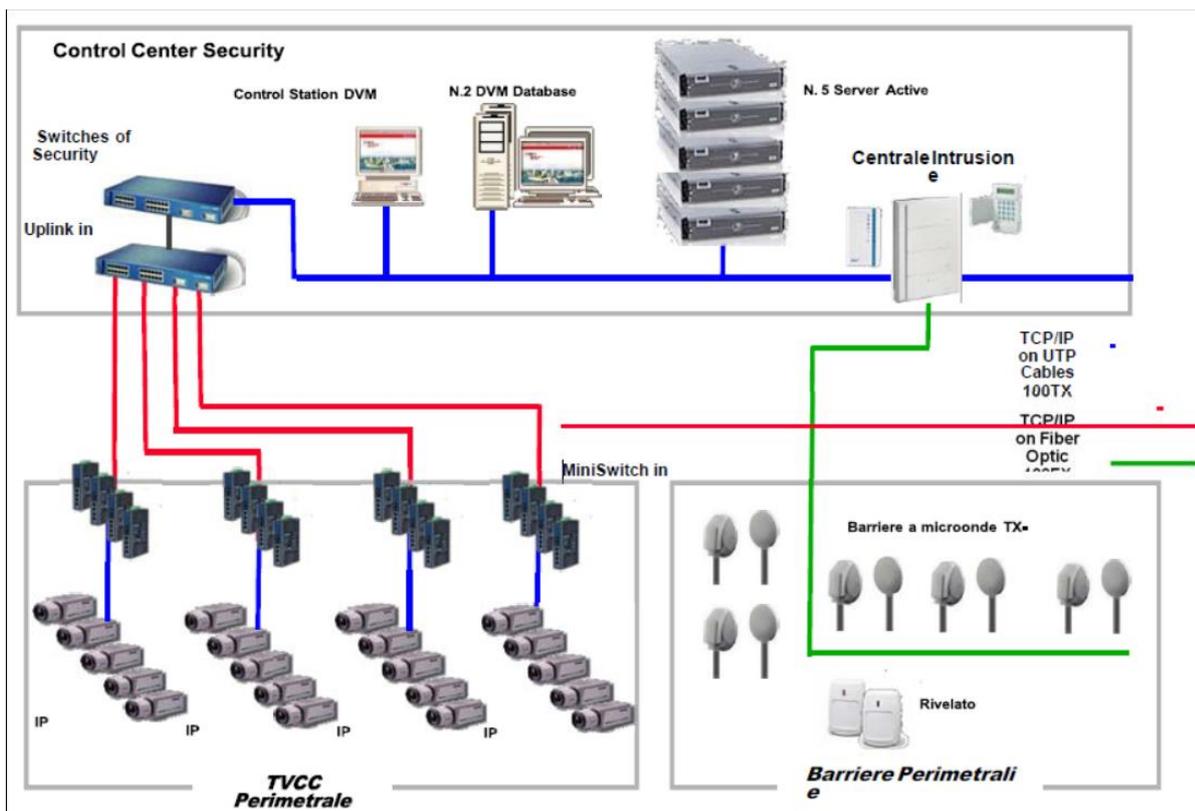


Figura 11 – Tipico dello schema di collegamento per sistemi di videosorveglianza e controllo

5.14 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 allarme tradizionale.

Con questo sistema si possono realizzare:

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

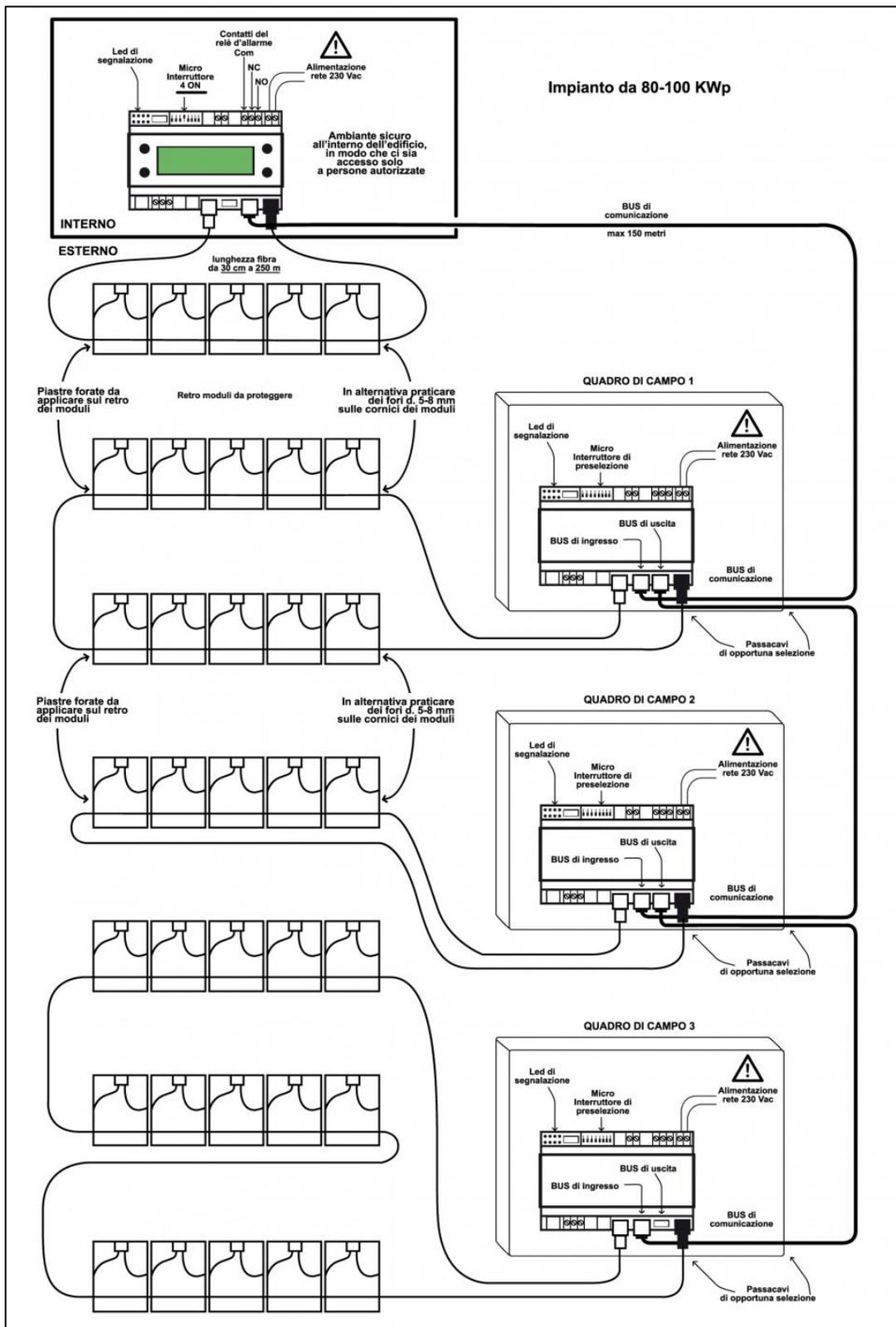


Figura 12 – Sistema di antifurto dei moduli FV

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.

5.15 CONTROLLO E MONITORAGGIO

Gli impianti non richiederanno, di per sé, il presidio da parte di personale preposto. La centrale, infatti, verrà esercitata, 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 degli impianti 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).

6. SCAVI

Gli scavi all'interno delle aree in cui verranno realizzati l'impianto agrivoltaico e quello di accumulo riguarderanno principalmente le seguenti opere civili:

- cavidotti in BT e AT;
- fibra ottica e rete di terra;
- impianto di terra;
- cabine elettriche;
- recinzioni e accessi.

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 elettriche (ac-BT), le cabine elettriche tra di loro (ac-AT), 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 13 – Tipico di scavo per cavi in BT

I cavi, 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 AT 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 prestabilite 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.

6.1 VIABILITÀ, ACCESSI E RECINZIONE

L'impianto sarà dotato di strade di servizio interne e perimetrali che avranno una larghezza pari a circa 5 m. Entrambi i tipi di viabilità saranno realizzati in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria).

Gli accessi carrabili alle aree di impianto saranno costituiti da n.4 cancelli a due ante in pannellature metalliche, largo 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, ivi incluse le aree da destinare a prato, 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. Inoltre al fine di mitigare l'impatto visivo dell'impianto verso l'esterno, è prevista la piantumazione di due filari di oliveto intensivi (vedasi relazione agronomica PSR-GRM-AGR) di altezza superiore alla recinzione posta lungo i fronti visivi dalle strade paesaggistiche. Infine 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.

6.2 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 19.065 mq. Per la sua realizzazione si prevede: rimozione del cotico erboso superficiale; rimozione dei primi 20 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 volume di terreno escavato per tutte e due le aree ammonta pertanto a circa 5.720 mc. Tale materiale sarà riutilizzato in loco per rinterri e livellamento, 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 3.100 mc;
- gli scavi per l'alloggiamento dei cavidotti AT interni all'impianto comporteranno la movimentazione di circa 1.395 mc di terreno;
- lo scavo per l'alloggiamento del cavidotto AT esterno all'impianto comporteranno la movimentazione di circa 10.000 mc di terreno;

- per il posizionamento delle cabine elettriche interne all'area d'impianto, potrà essere prevista la realizzazione di uno scavo di alloggiamento della profondità di 50 cm, per un totale di circa 285,0 mc di terreno.

Circa il 60% del terreno escavato per i cavidotti BT e MT sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo; la restante parte sarà utilizzata nell'impianto per rimodellamenti puntuali durante l'installazione delle altre opere. L'eventuale parte eccedente sarà sparsa uniformemente su tutta l'area del sito a disposizione, per uno spessore limitato a pochi centimetri, mantenendo la morfologia originale dei terreni.

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