

REGIONE LAZIO

Comuni di Viterbo, Bagnoregio e Celleno (VT)

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A
40.926,0 kWp E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 32.000 kW
sito nel comune di Viterbo, Bagnoregio e Celleno (VT) e delle relative opere di
connessione alla RTN

TITOLO

Disciplinare tecnico

PROGETTAZIONE

PROPONENTE



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



ALTER UNO S.r.l.

Alter Uno S.r.l.
Via Principessa Clotilde,7 - Roma (RM)
C.F. e P.IVA 16155091008

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
00	01/02/2022	Lauretti	Bartolazzi	Alter Uno S.r.l.	Disciplinare tecnico

N° DOCUMENTO

ALT-VTB-DT

SCALA

--

FORMATO

A4

INDICE

INDICE DELLE FIGURE.....	2
INDICE DELLE TABELLE	2
1. GENERALITÀ	3
2. LAYOUT DELL'IMPIANTO	4
3. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI D'IMPIANTO	7
3.1 MODULI FOTOVOLTAICI.....	7
3.2 INVERTER MULTISTRINGA	8
3.3 QUADRO ELETTRICO IN MT INTERNO ALLE CABINE DI TRASFORMAZIONE	10
3.4 TRASFORMATORE BT/MT	11
3.5 CABLAGGI ELETTRICI	12
3.6 QUADRI IN MT NELLE CABINE UTENTE	21
4. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI.....	21
4.1 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI.....	22
4.2 GRADO D'ISOLAMENTO	22
4.3 POSA DEI CAVI.....	22
4.3.1 PRESSACAVI	23
4.3.2 ALIMENTAZIONE AUX	23
4.4 SICUREZZA ELETTRICA	23
4.5 IMPIANTO DI TERRA.....	24
5. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI	25
6. MISURE DI PROTEZIONE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN	26
7. GRUPPI DI MISURA	27
8. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE	27
9 CONTROLLO E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO FV.....	31
10 OPERE CIVILI	31
10.1 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI FV	31
10.2 CABINE DI TRASFORMAZIONE BT/MT (CT).....	35
10.3 CABINE UTENTE (CU)	36
11 SCAVI	38
12 VIABILITÀ , ACCESSI E RECINZIONE.....	41
13 MOVIMENTI DI TERRA	41
14 ANALISI IDRAULICA	42

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Tipologia di modulo utilizzato nel progetto - P=570 Wp	7
<i>Figura 2 – Dati tecnici, condizioni operative, test e certificazioni del modulo fotovoltaico da 570 Wp</i>	<i>8</i>
Figura 3 – Modello inverter Huawei con potenza nominale di 215 kVA - caratteristiche tecniche.....	10
<i>Figura 4 – Quadro elettrico di protezione in MT interno alla cabina di trasformazione...11</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5 – Caratteristiche costruttive del trasformatore BT/MT.....12</i>	<i>12</i>
<i>Figura 6 – Scheda tecnica del cavo solare 0,6/1 kV</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7 – Scheda tecnica del cavo in BT - FG16R16 0,6/1 kV</i>	<i>17</i>
<i>Figura 8 – Scheda tecnica del cavo MT - 30 kV</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9 – Scheda tecnica del cavo in AT a 150 kV</i>	<i>21</i>
<i>Figura 10 – Tipico palo di sostegno per illuminazione e videosorveglianza</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11 – Tipico dello schema di collegamento per sistemi di videosorveglianza e controllo</i>	<i>29</i>
Figura 12 – Sistema di antifurto dei moduli FV.....	30
<i>Figura 13 – Scheda tecnica del sostegno ad inseguitore solare per i moduli FV</i>	<i>34</i>
Figura 14 – Cabina di trasformazione BT/MT-vista frontale in assenza delle pareti.....	36
Figura 15 – Prospetto cabina elettrica utente tipo	37
Figura 16 – Pianta della cabina utente con i dispositivi di protezione in MT-30 kV.....	38
<i>Figura 17 – Tipico di scavo per cavi bt/MT.....</i>	<i>39</i>

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Dati tecnici dell’impianto FV	6
---	---

1. GENERALITÀ

L'impianto fotovoltaico ubicato nei territori di Viterbo, Bagnoregio e Celleno (VT), da realizzare su tre aree distinte, è stato progettato disponendo i moduli su strutture ad inseguimento solare monoassiali, del tipo "2 in portrait" ed avente una potenza nominale installata di circa 40,93 MWp. Per il layout d'impianto, in questa fase, sono stati scelti moduli della potenza nominale di 570 Wp (in condizioni STC) bifacciali, modello LR5-72HND-570M della Longi per un totale di circa 71.800 moduli fotovoltaici monocristallini. Le strutture metalliche (che in questa fase di progettazione sono state utilizzate quelle della Soltigua) che compongono l'impianto FV avranno dimensioni diverse, proporzionali alla lunghezza di stringa (n.25 moduli in serie).

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

Il campo fotovoltaico in oggetto verrà realizzato su tre aree distinte, denominate: Area 1, Area 2 ed Area 3. Dal punto di vista elettrico ogni area sarà suddivisa in vari sottocampi elettrici di seguito descritti in dettaglio:

AREA 1

- sottocampo 1, composto da 8.750 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 350 stringhe collegate in parallelo a 25 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 4.987,5 kWp. Si prevede di installare circa 175 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT1 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT2. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 5000 kVA posizionato all'interno della cabina CT1.

- sottocampo 2, composto da 8.400 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 336 stringhe collegate in parallelo a 24 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 4.788,0 kWp. Si prevede di installare circa 168 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT2 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT1. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 5000 kVA posizionato all'interno della cabina CT1.

- sottocampo 3, composto da 8.400 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 336 stringhe collegate in parallelo a 24 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 4.788,0 kWp. Si prevede di installare circa 168 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT3 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CU4. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 5000 kVA posizionato all'interno della cabina CT1.

- sottocampo 4, composto da 8.200 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 328 stringhe collegate in parallelo a 24 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 4.674,0 kWp. Si prevede di installare circa 164 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT4 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT3. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 5000 kVA posizionato all'interno della cabina CT1.

Le cabine di trasformazione CT1 e CT3 saranno collegate con la cabina utente CU1, attraverso due collegamenti in cavo interrato separati in MT a 30 kV.

AREA 2

- sottocampo 5, composto da 4.900 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 196 stringhe collegate in parallelo a 14 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 2.793,0 kWp. Si prevede di installare circa 98 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT5 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT6. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 3150 kVA posizionato all'interno della cabina CT5.

- sottocampo 6, composto da 4.800 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 192 stringhe collegate in parallelo a 14 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 2.736,0 kWp. Si prevede di installare circa 98 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT6 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT5. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 3150 kVA posizionato all'interno della cabina CT5.

La cabina di trasformazione CT6 verrà collegata con la cabina utente CU2, mediante cavidotto interrato in MT a 30 kV.

AREA 3

- sottocampo 7, composto da 6.125 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 245 stringhe collegate in parallelo a 18 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 3.491,3 kWp. Si prevede di installare circa 122 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT7 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT8. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 4000 kVA posizionato all'interno della cabina CT7.

- sottocampo 8, composto da 4.675 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 187 stringhe collegate in parallelo a 14 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 2.664,8 kWp. Si prevede di installare circa 94 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT8 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT7. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 3150 kVA posizionato all'interno della cabina CT8.

- sottocampo 9, composto da 8.600 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 344 stringhe collegate in parallelo a 25 inverter

multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 4.902,0 kWp. Si prevede di installare circa 172 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT9 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT10. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 5000 kVA posizionato all'interno della cabina CT9.

- sottocampo 10, composto da 8.950 moduli FV da 570 Wp, montati su strutture ad inseguimento solare e suddivisi in 358 stringhe collegate in parallelo a 25 inverter multistringa, opportunamente posizionati sulle strutture di sostegno metalliche. La potenza complessiva del sottocampo è pari a 5.101,5 kWp. Si prevede di installare circa 179 strutture ad inseguitori solari monoassiali. Gli inverter verranno collegati al quadro in BT nella cabina di trasformazione CT10 la quale sarà poi connessa mediante un cavidotto in MT alla cabina di trasformazione CT9. La trasformazione da BT a MT avverrà per mezzo di un trasformatore di potenza da 5000 kVA posizionato all'interno della cabina CT10.

Le cabine di trasformazione CT8 e CT9 saranno collegate con la cabina utente CU3, attraverso due collegamenti in cavo interrato separati in MT a 30 kV.

Infine, la connessione con la Stazione Utente di Trasformazione MT/AT 30/150 kV avverrà nel modo seguente, mediante cavidotti interrati in MT a 30 kV:

- Cabina CU1 con la cabina CU2;
- Cabina CU2 con la cabina CU3;
- Cabina CU3 con la SU.

La suddivisione dei sottocampi elettrici è riportata nella tavola allegata ALT-VTB-IE.15, mentre il collegamento in BT degli inverter con le rispettive cabine di trasformazione e tra queste e le cabine utente, nella tavola ALT-VTB-IE.14.

Di seguito la tabella riassuntiva con le principali caratteristiche dei componenti elettrici e delle opere civili costituenti l'impianto FV:

Potenza nominale dell'impianto [kWp]	40.926
Potenza modulo fotovoltaico monocristallino [Wp]	570
Numero di moduli totali	71.800
Area d'impianto [ha]	54,7
Superficie captante fotovoltaica [ha]	18,4
N° strutture trackers	1436
N° cabine di trasformazione BT/MT 0,8/30 kV	10
N° cabine utente	3
N° cabina control room	1
Lunghezza cavo da 6 mmq in BT CC [m]	67360
Lunghezza terna di cavi unipolari da 150 mmq in BT in ac [m]	9590
Lunghezza terna di cavi unipolari da 300 mmq in BT in ac [m]	25090
Lunghezza terna di cavi unipolari da 95 mmq in MT a 30 kV [m]	2110
Lunghezza terna di cavi unipolari da 185 mmq in MT a 30 kV [m]	940
Lunghezza cavi illuminazione e videosorveglianza da 2,5 mmq in BT in ac [m]	8500
Lunghezza terne di cavi unipolari da 630 mmq esterno in MT a 30 kV [m]	51450
Lunghezza terna di cavi unipolari da 1600 mmq in AT a 150 kV [m]	160

Tabella 1 – Dati tecnici dell'impianto FV

3. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI D'IMPIANTO

3.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Per il layout d'impianto sono stati scelti moduli fotovoltaici del tipo Longi LR5-72HND-570M, bifacciali della potenza nominale di 570 Wp (o simili) in condizioni STC. Verranno installati circa 71.800 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.

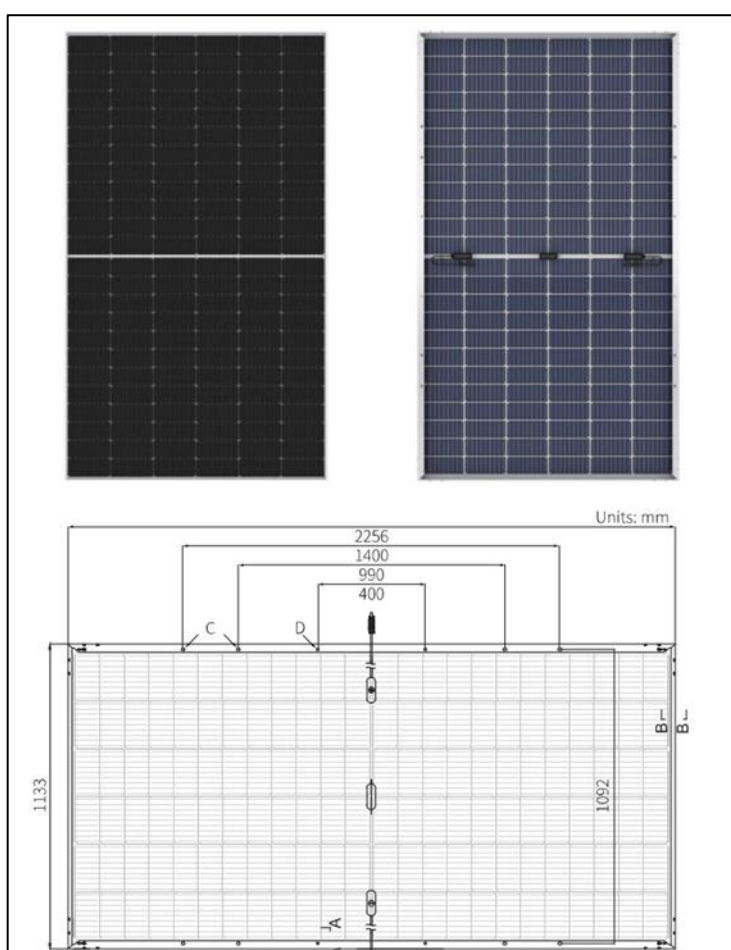


Figura 1 – Tipologia di modulo utilizzato nel progetto - P=570 Wp

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

LR5-72HND			
(Pmax/W)	560	565	570
Efficiency(%)	21.9	22.1	22.3
(Voc/A)	51.30	51.45	51.60
(Isc/A)	13.67	13.74	13.81
(Vmp/V)	43.55	43.70	43.85
(Imp/A)	12.86	12.93	13.00
Temp Coefficient	- 0.31%/°C		
Bifacialty	80 ± 5%		
Size(mm)	2256 × 1133 × 35		
Weight(kg)	32.3		

Figura 2 – Dati tecnici, condizioni operative, test e certificazioni del modulo fotovoltaico da 570 Wp

* I valori riportati sono da considerarsi indicativi e potranno essere suscettibili di modifiche. Ciò si rende necessario per garantire, in fase costruttiva, l'utilizzo di componenti tecnologicamente più avanzati che al contempo abbiano una maggiore reperibilità sul mercato. Si sottolinea che, vista la rapidissima evoluzione del mercato dei moduli fotovoltaici, sono in previsione significativi miglioramenti di efficienza sia per le celle che compongono la base produttiva del modulo sia per la resa nel tempo del modulo stesso.

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 SUN2000-215KTL-H3 della Huawei (o simile) avente una potenza nominale in uscita in AC di 215 kVA ed tensione nominale fino a 1500 V, con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri. Essi sono raccomandabili soprattutto se il generatore fotovoltaico è composto da numerose superfici parziali o se è parzialmente ombreggiato, come nel caso specifico di progetto. Verranno installati n.208 inverter, le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella figura 3 seguente:

SUN2000-215KTL-H3
Smart String Inverter



Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	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	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	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
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling

Figura 3 – Modello inverter Huawei con potenza nominale di 215 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 8DJH 36 kV isolato ad SF6 per la distribuzione secondaria. E' un quadro in MT compatto costituito da un quadro di protezione trasformatore e da uno o due quadri di protezione linea 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

All'interno delle cabine di trasformazione, verranno alloggiati dei trasformatori di elevazione BT/MT con potenze variabili tra 3150 fino a 5000 kVA, dipendente dalla potenza del sottocampo elettrico, ed innalzano la tensione da 800 V a 30 kV. Nella figura seguente è riportato un trasformatore isolato in olio tipo, con la descrizione delle caratteristiche costruttive:

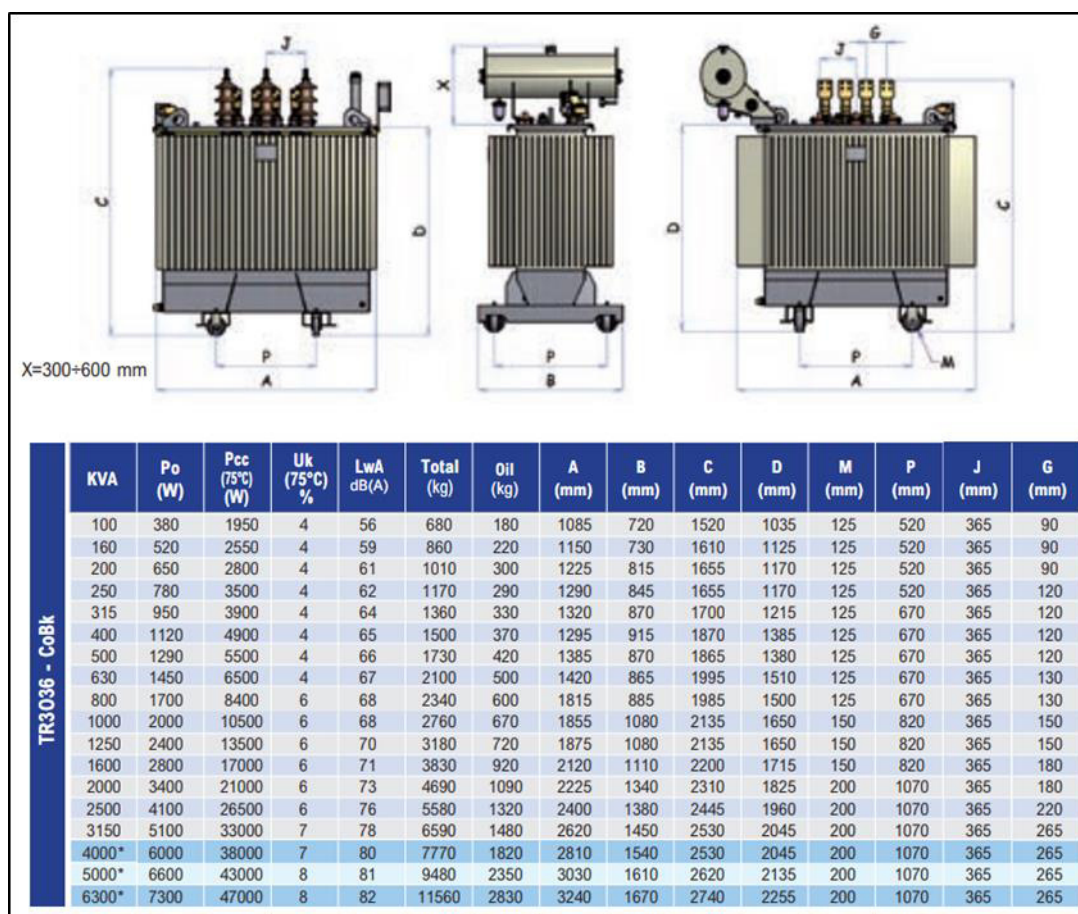


Figura 5 – Caratteristiche costruttive del trasformatore BT/MT

3.5 CABLAGGI ELETTRICI

I cavi utilizzati nella progettazione sono alimentati sia da sistemi in bassa tensione in corrente continua e alternata e sia in media (30 kV) e alta tensione (150 kV). I cavi utilizzati 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 per posa esterna e 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, in cui saranno impiegati cavi solari del tipo TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1kV AC (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 di 6 mmq;

- tra la singola stringa e l'inverter, mediante cavi unipolari del tipo TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1kV AC (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 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. Le sezioni calcolate sono le seguenti: 150+1G90 mmq e 300+1G150 mmq.
- tra:
 - 1) le cabine di trasformazione,
 - 2) le cabine di trasformazione e le cabine utente,
 - 3) le cabine utente,
 - 4) la cabina utente CU3 con la Stazione di trasformazione utente MT/AT, 30/150 kV,

verranno utilizzati cavi del tipo ARE4H5(AR)E (o similari) unipolari, con conduttore in alluminio, del tipo "air-bag", conformi alla specifica TERNA DC4385 e disposti a trifoglio. Per i primi due collegamenti elettrici saranno utilizzati cavi con sezioni da 95÷185 mmq, per il terzo e quarto collegamento, terne di cavi da 630 mmq ciascuna;

- infine, tra la Stazione di trasformazione utente MT/AT e lo stallo in AT dedicato all'interno della Sottostazione RTN di Viterbo (VT), mediante un cavo interrato a 150 kV avente la sezione minima nominale pari a 400 mmq.

Per maggiori dettagli sulle sezioni dei cavi scelti e sui calcoli del dimensionamento elettrico, si rimanda alla relazione tecnica elettrica ALT-VTB-RTE.

Di seguito le caratteristiche tecniche ed elettriche delle tipologie di cavi utilizzate per i collegamenti in BT ed MT nell'impianto fotovoltaico:

- Cavo Tecsun 0,6/1 kV

BASSA TENSIONE - ENERGIA SOLARE / *LOW VOLTAGE - SOLAR ENERGY*

TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1 kV AC (1,5 kV DC)

Cavi PV con isolante in gomma e certificazione TÜV e VDE
PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified



Norma di riferimento

TÜV 2 PFG 1169/08.2007 e requisiti per cavi per sistemi fotovoltaici, DKE/VDE AK 411.2.3

Certificazioni / Approvazioni

Certificazione N. R 60013989 di TÜV; Registrazione VDE N. 7985

Descrizione del cavo

Conduttore

Rame stagnato, flessibile, secondo IEC 60228 classe 5

Isolante

HEPR reticolato 120 °C (miscela tipo EI6/EI8)

Identificazione anima

Colore naturale

Guaina

Gomma EVA reticolata 120 °C (miscela tipo EM4/EM8)

Isolante e guaina saldamente aderenti (isolamento a doppio strato)

Colori della guaina

Nero, rosso, blu

Schermo a treccia di protezione

Tipo TECSUN (PV) (C), con treccia aggiuntiva in fili di rame stagnato (copertura della superficie > 80%), quale elemento di protezione contro roditori o urti accidentali

Marcatura

TECSUN (PV) PV1F

Standard

TÜV 2 PFG 1169/08.2007 and requirements for cables for PV systems, DKE/VDE AK 411.2.3

Certification / Approvals

TÜV Cert.-No. R 60013989; VDE-Reg.No. 7985

Design features

Conductor

Tinned copper, flexible, according to IEC 60228 class 5

Insulation

Cross-linked HEPR 120°C (compound type EI6/EI8)

Core identification

Natural colour

Sheath

Cross-linked EVA rubber 120°C (compound type EM4/EM8).

Insulation and sheath are solidly bonded

(Two-layer-insulation)

Sheath-colours

Black, red, blue

Protective Braid Screen

TECSUN(PV) (C) with additional braid made of tinned copper wires (surface coverage > 80%), as a protective element against rodents or impact

Marking

TECSUN (PV) PV1F

numero anime per sezione	colore	numero componente	diametro massimo conduttore	diametro minimo esterno	diametro massimo esterno	raggio curvatura minimo posa fissa	peso indicativo	carico rottura massimo garantito	resistenza massima conduttore a 20°C	portata corrente singolo cavo libero in aria *	portata corrente singolo cavo su superficie *	corrente corto circuito (I _s da 90°C a 250°C)
<i>numbers of cores x cross section</i>	<i>colour</i>	<i>part number</i>	<i>conductor diameter max.</i>	<i>outer diameter min.</i>	<i>outer diameter max.</i>	<i>bending radius fixed min.</i>	<i>weight (ca.)</i>	<i>permissible tensile force max.</i>	<i>conductor resistance at 20° C max.</i>	<i>current carrying capacity for single cable free in air *</i>	<i>current carrying capacity for single cable on a surface *</i>	<i>short circuit current (I_s from 90°C to 250°C)</i>
			mm	mm	mm	mm	kg/km	N	Ω/km	A	A	kA
1x1,5	nero/black	20014125	1,6	4,4	4,8	14,4	34	23	13,7	30	29	0,21
1x1,5	blu/blue	20004366	1,6	4,4	4,8	14,4	33	23	13,7	30	29	0,21
1x1,5	rosso/red	20004367	1,6	4,4	4,8	14,4	33	23	13,7	30	29	0,21
1x2,5	nero/black	20004369	1,9	4,7	5,1	15,3	44	38	8,21	41	39	0,36
1x2,5	blu/blue	20004370	1,9	4,7	5,1	15,3	44	38	8,21	41	39	0,36
1x2,5	rosso/red	20004372	1,9	4,7	5,1	15,3	44	38	8,21	41	39	0,36
1x4	nero/black	20004374	2,4	5,2	5,6	16,8	59	60	5,09	55	52	0,57
1x4	blu/blue	20004377	2,4	5,2	5,6	16,8	59	60	5,09	55	52	0,57
1x4	rosso/red	20004379	2,4	5,2	5,6	16,8	59	60	5,09	55	52	0,57
1x6	nero/black	20004382	2,9	5,7	6,13	18,3	81	90	3,39	70	67	0,86
1x6	blu/blue	20004385	2,9	5,7	6,1	18,3	78	90	3,39	70	67	0,86
1x6	rosso/red	20004388	2,9	5,7	6,1	18,3	78	90	3,39	70	67	0,86
1x10	nero/black	20004391	4	6,8	7,2	21,6	120	150	1,95	98	93	1,43
1x16	nero/black	20004394	5,6	8,3	8,9	36	190	240	1,24	132	125	2,29
1x25	nero/black	20008077	6,4	10	10,7	43	280	375	0,795	176	167	3,58
1x35	nero/black	20008078	7,5	11,1	11,8	47	380	525	0,565	218	207	5,01
1x50	nero/black	20004396	9	12,6	13,3	53	530	750	0,393	276	262	7,15
1x70	nero/black	20024634	10,8	14,8	15,8	61	720	1050	0,277	347	330	10,01
1x95	nero/black	20004397	12,6	16,2	17	68	900	1425	0,21	416	395	13,59
1x120	nero/black	20008826	14,2	17,7	18,7	75	1150	1800	0,164	488	464	17,16
1x150	nero/black	20008828	15,8	19,7	20,7	83	1420	2250	0,132	566	538	21,45
1x185	nero/black	20038266	17,4	21,3	22,3	89	1710	2775	0,108	644	612	26,46
1x240	nero/black	20008079	20,4	24,2	25,5	102	2200	3600	0,082	775	736	34,32

Figura 6 – Scheda tecnica del cavo solare 0,6/1 kV

- 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 G16 TOP

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 20 °C				raggio minimo di curvatura	
<i>conductor cross-section</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approx. weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C</i>				<i>minimum bending radius</i>	
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)		<i>in duct in air at 30 °C</i>	<i>ρ=1°C m/W</i>	<i>ρ=1,5 °C m/W</i>	<i>ρ=1°C m/W</i>	<i>ρ=1,5 °C m/W</i>	(mm)

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

1,5	1,5	0,7	8,2	79	13,5	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	73	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 18/30 kV

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

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
<i>conductor cross-section</i>	<i>conductor diameter</i>	<i>diameter over insulation</i>	<i>nominal outer diameter</i>	<i>weight</i>	<i>minimum bending radius</i>	<i>conductor cross-section</i>	<i>open air installation trefoil</i>	<i>underground installation trefoil</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	34,5	810	460
70	9,7	20,8	35,5	890	480
95	11,4	22,1	37,0	1000	490
120	12,9	23,2	38,2	1100	510
150	14,0	24,3	39,5	1210	520
185	15,8	26,1	41,3	1370	530
240	18,2	28,5	44,0	1620	590
300	20,8	31,7	47,6	1900	630
400	23,8	34,9	51,3	2300	690
500	26,7	37,8	54,5	2710	730
630	30,5	42,4	59,5	3310	800

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	184	166	129
70	227	203	157
95	275	243	187
120	317	276	212
150	358	309	236
185	411	350	267
240	486	407	309
300	561	461	349
400	655	526	398
500	759	599	452
630	881	682	513

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

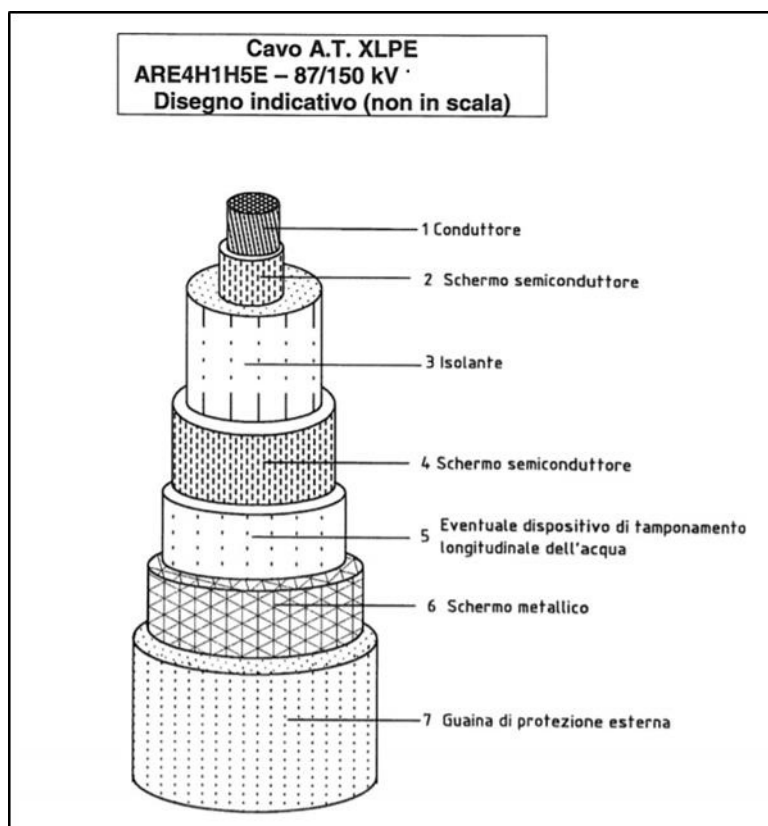
50	8,2	25,5	40,7	1110	550
70	9,7	25,6	40,8	1150	550
95	11,4	26,5	41,8	1240	560
120	12,9	27,4	42,9	1350	580
150	14,0	28,1	43,6	1440	580
185	15,8	29,5	45,1	1580	600
240	18,2	31,5	47,4	1810	630
300	20,8	34,7	50,9	2120	670
400	23,8	37,9	54,6	2520	730
500	26,7	41,0	58,1	2970	770
630	30,5	45,6	63,0	3590	840

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 - 30 kV

- Cavo ARE4H1H5E – 87/150 kV



Nominal section area	Conductor diameter	Thickness of insulation	DC conductor resistance at 20°C	Electrostatic capacitance	Aluminium screen			Copper wire/lead sheath			Copper wire/alu sheath			Corrugated Alu sheath			Lead sheath		
					Sectional area*	Outside diameter of cable*	Weight of cable*	Sectional area*	Outside diameter of cable*	Weight of cable*	Sectional area*	Outside diameter of cable*	Weight of cable*	Sectional area*	Outside diameter of cable*	Weight of cable*	Sectional area*	Outside diameter of cable*	Weight of cable*
mm ²	mm	mm	Ω/km	µF/km	mm ²	mm	kg/m	mm ²	mm	kg/m	mm ²	mm	kg/m	mm ²	mm	kg/m	mm ²	mm	kg/m
400 R	23.3	20.7	0.0778	0.15	180	82	6	65	88	13	85	85	6	470	95	7	810	87	15
500 R	26.4	19.6	0.0605	0.16	190	83	6	65	89	13	85	85	7	480	96	7	790	88	15
630 R	30.3	18.5	0.0469	0.19	190	85	7	65	91	13	85	87	7	490	98	8	810	90	16
800 R	34.7	17.6	0.0367	0.21	200	88	7	60	94	15	85	90	8	500	101	8	810	92	16
1000 R	38.2	17.0	0.0291	0.23	200	90	8	60	96	15	85	92	9	520	103	9	810	94	17
1200 R	41.4	16.6	0.0247	0.25	160	92	9	55	99	17	80	95	9	560	107	10	800	97	18
1600 S	48.9	15.8	0.0186	0.30	180	100	10	45	107	19	80	103	11	670	115	12	780	104	19
2000 S	54.0	15.5	0.0149	0.32	190	105	12	35	112	22	75	108	12	760	120	14	790	109	21

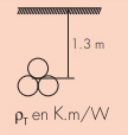

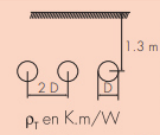
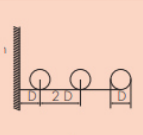
Nominal section area mm ²	Laying conditions : Trefoil formation				Laying conditions : Flat formation				Nominal section area mm ²		
	Earthing conditions induced current in the metallic screen	Direct burial		In air, in gallery		Earthing conditions induced current in the metallic screen	Direct burial			In air, in gallery	
		$\rho_T = 1,0$ T = 20°C	$\rho_T = 1,2$ T = 30°C	T = 30°C			T = 50°C			$\rho_T = 1,0$ T = 20°C	$\rho_T = 1,2$ T = 30°C
											
400 R	With circulating currents	515	445	665	530	555	480	755	605	400 R	
500 R		580	500	765	610	635	550	880	705	500 R	
630 R		690	595	920	730	730	630	1 035	830	630 R	
800 R		780	670	1065	845	835	715	1225	980	800 R	
1000 R	Without circulating current	865	745	1 195	950	930	800	1 375	1 100	1000 R	
1200 R		935	800	1 300	1 035	1 010	865	1 515	1 210	1200 S	
1600 S		1 130	970	1 630	1 295	1 225	1 050	1 895	1 515	1600 S	
2000 S		1 255	1 075	1 845	1 460	1 375	1 175	2 170	1 735	2000 S	

Figura 9 – Scheda tecnica del cavo in AT a 150 kV

3.6 QUADRI IN MT NELLE CABINE UTENTE

Saranno impiegati scomparti normalizzati di tipo protetto, che possono essere affiancati per formare quadri di distribuzione e trasformazione con tensione d'isolamento fino a 36 kV. Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti nelle cabine elettriche dell'impianto e la modularità permette di sfruttare al massimo gli spazi disponibili. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediscono errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento dell'impianto di messa a terra.

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:

$$K^2 S^2 (As^2) > I^2 t$$

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.

4.2 GRADO D'ISOLAMENTO

Il grado di isolamento minimo dei conduttori sarà pari a:

- 0,6/1500V per la parte di impianto BT in continua e alternata;
- 36 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/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.

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 ALIMENTAZIONE AUX

E' previsto l'utilizzo di una fornitura esterna per l'alimentazione degli ausiliari dell'impianto fotovoltaico. 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 sottoplacca in materiale isolante. I contatti dovranno garantire una portata nominale minima di 10 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.

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 fotovoltaici può essere utilizzata la stessa tipologia descrittiva. Il generatore fotovoltaico in cc 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 fotovoltaico 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 RTN

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 e dalle prescrizioni TERNA (TICA), 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 TERNA evitando che:
 - in caso di mancanza dell'alimentazione Terna, il Cliente Produttore possa alimentare la rete Terna stessa;
 - in caso di guasto sulla rete Terna, 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 Terna 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 Terna, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete Terna 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 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 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.

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 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.156 lampade per illuminare le aree d'impianto FV, così suddivise:

- N. 62 perimetrali all' Area 1;
- N. 30 perimetrali all' Area 2;

- N. 64 perimetrali all' Area 3.



Figura 10 – 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, un controllo volumetrico della cabina di ricezione e della control room. 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.156 videocamere di sicurezza per le tre aree d'impianto FV, due su ciascun palo, alla distanza di circa 80 m, così suddivise :

- N. 62 perimetrali all' Area 1;
- N. 30 perimetrali all' Area 2;
- N. 64 perimetrali all' Area 3.

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.

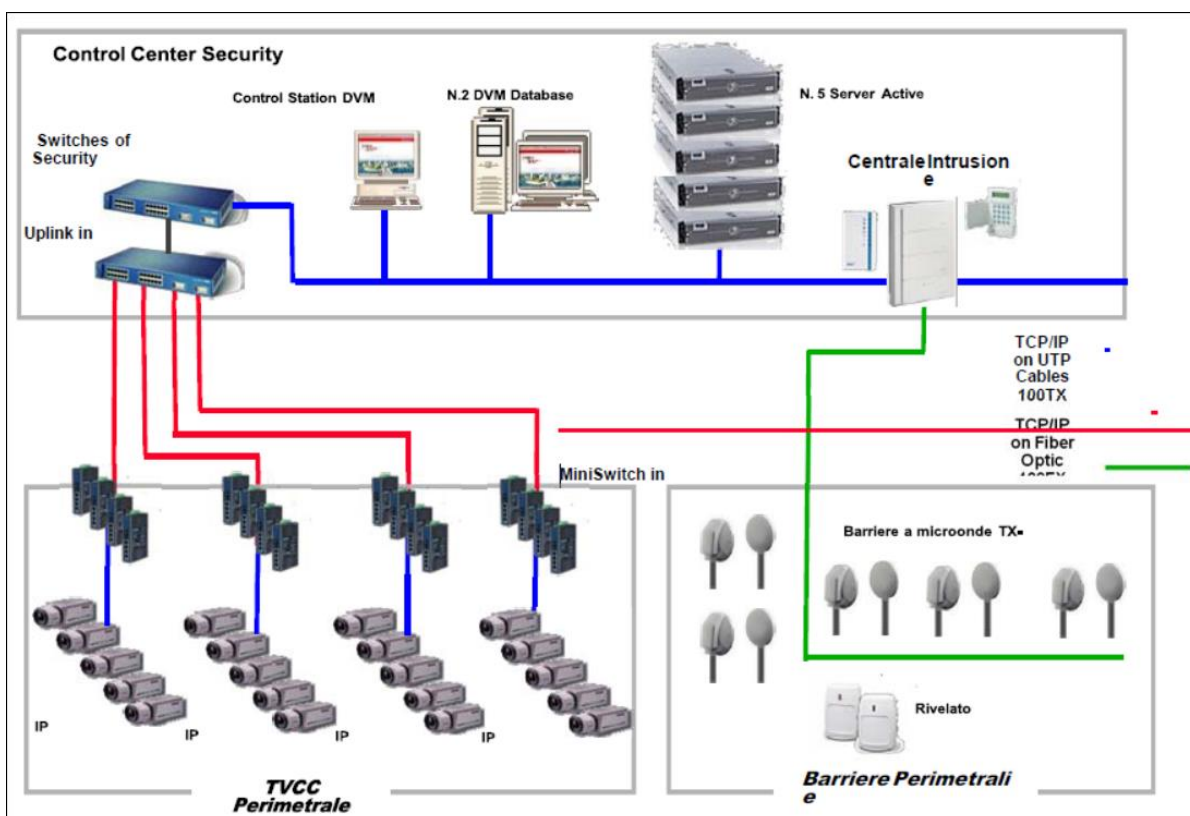


Figura 11 – Tipico dello schema di collegamento per sistemi di videosorveglianza e controllo

8.3 Impianto di rivelazione antintrusione

Si può installare, a protezione dell'impianto fotovoltaico, 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 fotovoltaico.

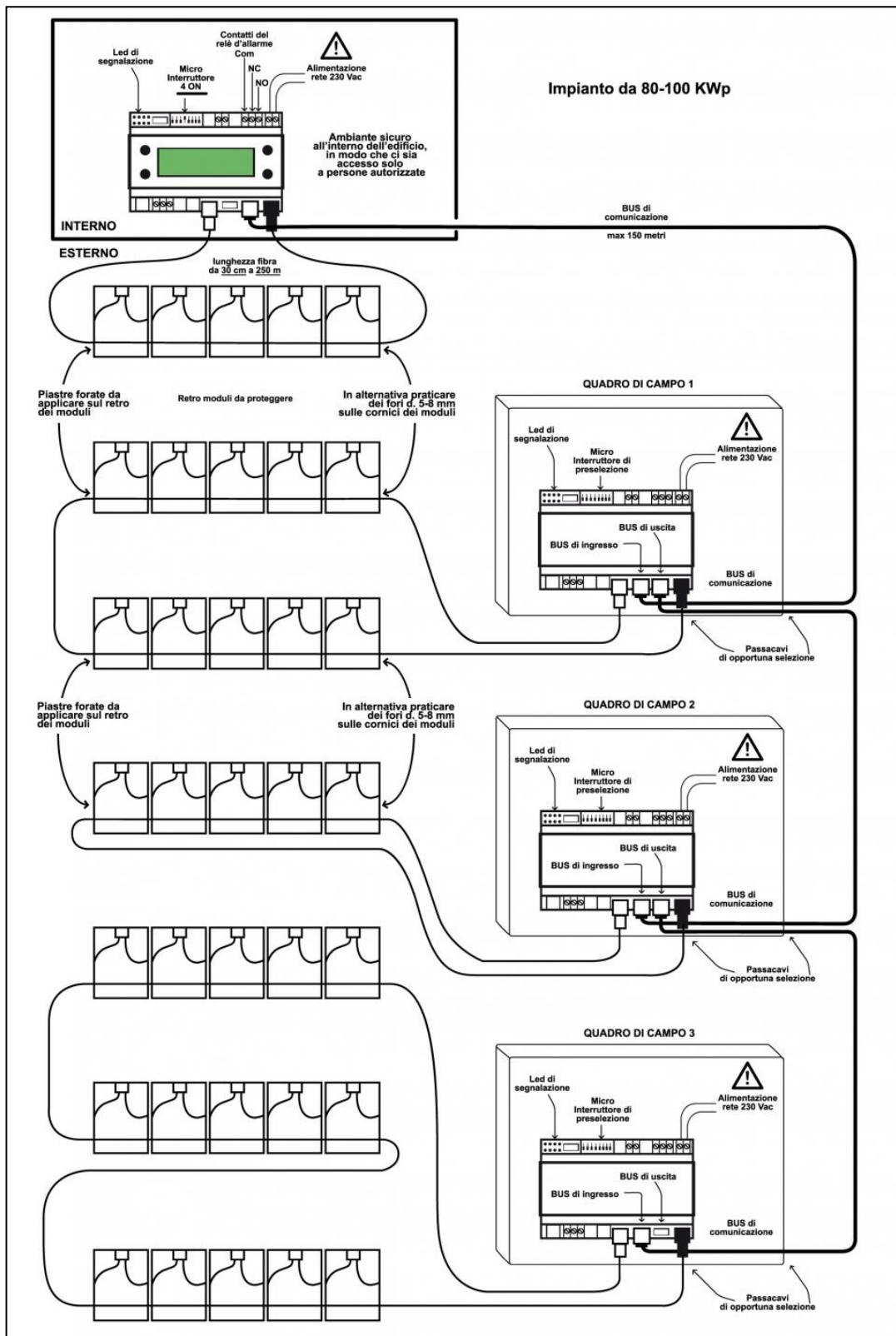


Figura 12 – Sistema di antifurto dei moduli FV

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.

9 CONTROLLO E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO FV

L'impianto fotovoltaico 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.

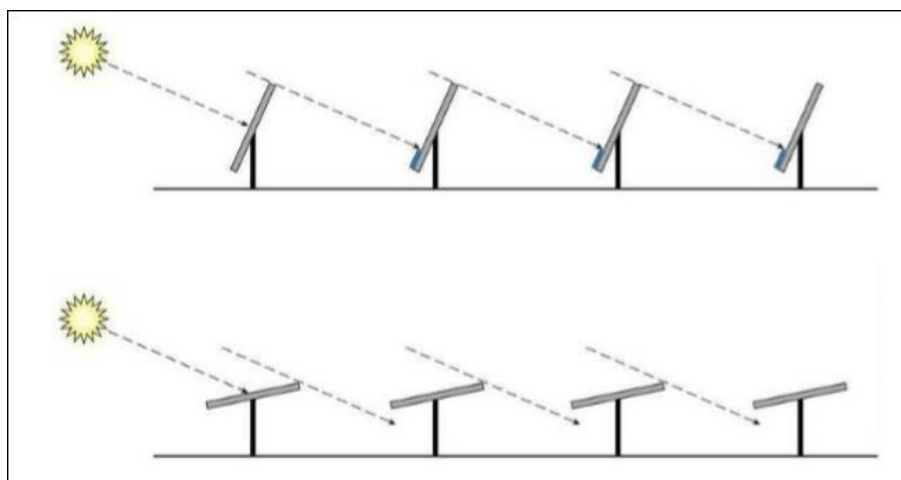
Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- 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 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI FV

Il sistema ad inseguimento solare monoassiale utilizzato nel seguente progetto è del tipo Soltec (o simile), con asse orizzontale rivolta verso Nord-Sud, con pali infissi nel terreno senza utilizzo di cls, come mostrato negli elaborati di dettaglio. L' inseguitore solare Est-Ovest ha l'obiettivo di massimizzare l'efficienza energetica ed i costi di un impianto fotovoltaico a terra che impiega pannelli fotovoltaici in silicio cristallino. Il tracker orizzontale monoassiale, che utilizza dispositivi elettromeccanici, segue il sole tutto il giorno, da est a ovest sull'asse di rotazione orizzontale nord-sud (inclinazione 0°). Il sistema di backtracking controlla e assicura che una serie di pannelli non oscuri gli altri pannelli adiacenti, quando l'angolo di elevazione del sole è basso nel cielo, cioè ad inizio e fine giornata (vedi figura seguente):



Il Backtracking dunque, massimizza il rapporto di copertura del suolo dei moduli fotovoltaici ed è possibile perciò ridurre la distanza centrale tra le varie stringhe. Pertanto, l'intero impianto fotovoltaico occupa meno terreno di quelli che impiegano soluzioni fisse a terra. Questa tecnologia fornisce un potenziale miglioramento della produzione di energia dal 15% al 35%, ed ha facilitato lo sviluppo di sistemi fotovoltaici su vasta scala. Il sistema tracker utilizza componenti meccanici e sistemi elettronici ampiamente disponibili in commercio, e ciò è utile per una eventuale e più rapida manutenzione. I vantaggi degli inseguitori solari sono:

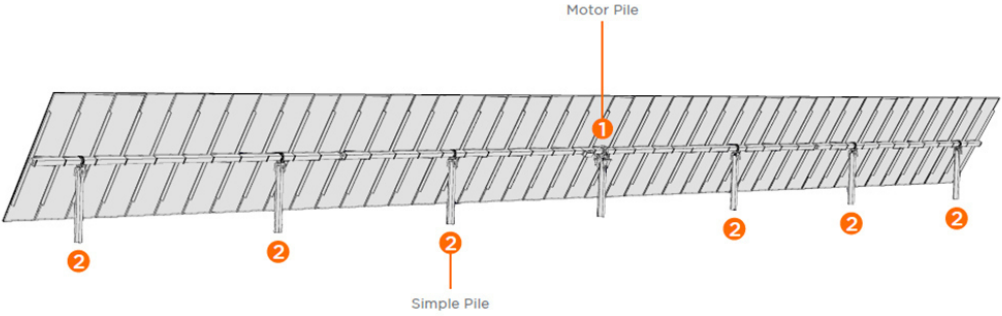
- *Struttura completamente bilanciata e modulare: il tracker non richiede personale specializzato per lavori di installazione, montaggio o manutenzione;*
- *Scheda di controllo facile da installare e autoconfigurante. Il GPS integrato attiva sempre la giusta posizione geografica nel sistema per il tracciamento solare automatico;*
- *Cuscinetto a strisciamento sferico autolubrificato per compensare imprecisioni ed errori nell'installazione di strutture meccaniche;*
- *Soluzione a file indipendenti, con un esclusivo motore AC;*
- *Basso consumo elettrico.*

La struttura del tracker è completamente adattabile in base alle dimensioni del pannello fotovoltaico, 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.

Il palo è un profilo in acciaio omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno e la profondità d'installazione dipende dalla tipologia del terreno. Un motore con attuatore lineare sarà installato su ciascuna struttura, ottenendo un livello superiore di affidabilità rispetto ai motori dc commerciali. L'alimentazione elettrica delle schede di controllo avviene tramite linea monofase a 230 V, 50 Hz o 60 Hz. Si prevede di installare strutture ad inseguitori monoassiali 2-in-portrait, aventi le dimensioni corrispondenti ad una o due lunghezze di stringa (25 moduli in serie).

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 fotovoltaico in progetto. Al termine della sua vita utile

l'impianto sarà dismesso e le strutture saranno rimosse consentendo di riutilizzare il terreno a scopi agricoli. Di seguito la scheda tecnica delle strutture tracker:



	Profile	Coating	Code	Standard pile dimensions**	
				meters	feet
Foundation*	1 Motor pile: W8x13 or W8x15 or W8x18	Hot dip galvanized	ASTM A123/ ISO 1461	Total	3.3 / 10.8
	2 Simple pile: W8x10 or Cf-200			Height	1.8 / 5.9
				Embedment	1.5 / 4.9

*Optional: Motor and simple pile foundation screw

**Other dimensions can also be produced

	Material	Coating	Code
Pile	S355	Hot dip galvanized	ASTM A123/ ISO 1461
Mounting Brackets	S355	Pregalvanized Hot dip galvanized Magnelis®	ASTM A123/ ISO 1461 EN 10346
Torque tube	S355	Pregalvanized Hot dip galvanized	ASTM A123/ ISO 1461
Module support	S275	Pregalvanized Hot dip galvanized Magnelis®	ASTM A123/ ISO 1461 EN 10346
Hardware	Steel 6.8, 8.8, 10.9	Delta Protekt®	ISO 10683

		Material	Coating
		PV Module fasteners	Bolt connection M8x25, DIN 603
Rivet, Ø 6.4mm	Stainless steel Aluminum		- Anodized
Clamps	Stainless steel Aluminum		- Anodized
Clips	Steel		Pregalvanized

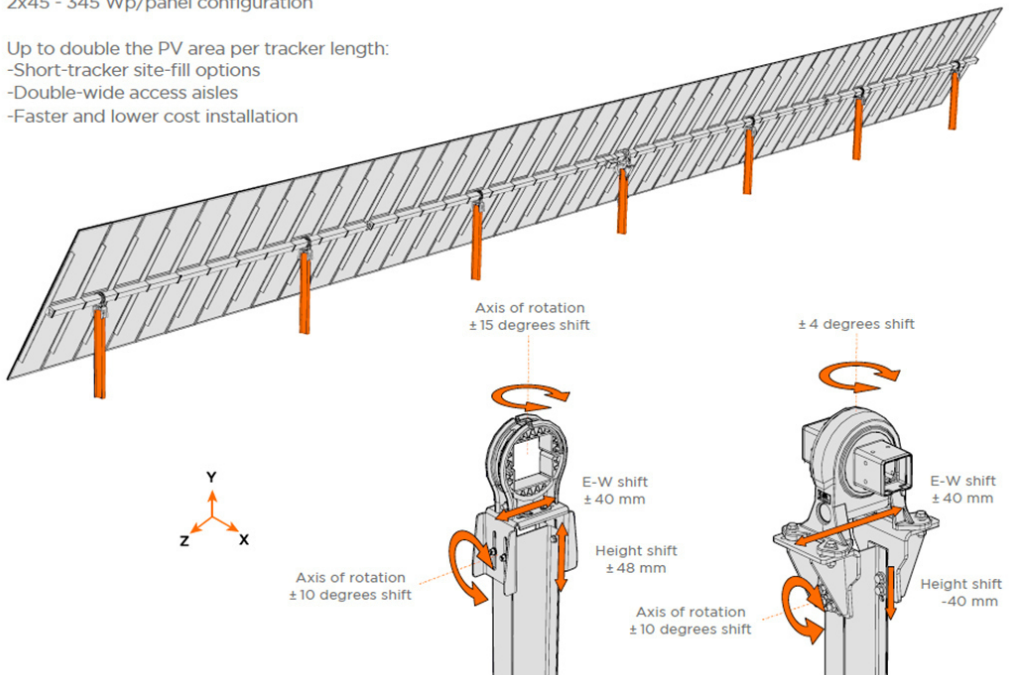
Tracking Range	+120° (configurable)
Power Supply	Self-Powered: Autonomous PV Series Power Supply Grid-Powered: AC single phase
Drive Power	Self-Powered: 250 W max. Grid-Powered: 75 W max.
Energy Consumption	563 kWh/MWp-year
Time to stow from 60° full tilt	Self-Powered: < 3 min Grid-Powered: < 11 min
Tracking algorithm	Astronomical with TeamTrack Assymmetric Backtracking
Monitoring and control	Tracker Monitoring System (TMS)
Communication	Hybrid: 2.4GHz Radio communications between Head-Trackers and Sub-Trackers, RS485 Wired communications between Head-Trackers and Gateways. Wired: Full wired RS485 Communications
Maximum wind resistance (in any position)	32-50 mph (60-80 km/h)
Maximum wind resistance (in stow position)	Configurable according to local regulations
PV Module fasteners	Bolts, rivets, clamps, Cinch-clips
PV Modules supported	60-72 c-Si Crystalline, thin-film (First Solar, Solar Frontier...), Bifacial
Yield enabler	Less array-gap on the tracker. Less site-gaps on the ground. Tracking range of + 120°. TeamTrack Asymmetric Backtracking.
Land-use enabler	Independent-row, short-tracker design reaches into non-square site corners and over irregular land. Extends yield potential to where others cannot build without additional non-standard cost.
High installation tolerances	Steep-slope tolerance to 17% grade on NS axis. Contours tolerance to +/- 0.2m (0.66 ft). Short-steps tolerance <48m (157 f). Piles vertical plumb tolerance +/- 2°. Market highest assembly tolerances in all three axes of pile mounting bracket installation.
Tolerance features savings	Reduce civil works, installation labor, timeline, and delays.
Lowest piles-per-MW	
7 piles-per-tracker: 225 piles-per-MW 2x45 - 345 Wp/panel configuration	
Up to double the PV area per tracker length: -Short-tracker site-fill options -Double-wide access aisles -Faster and lower cost installation	
	

Figura 13 – Scheda tecnica del sostegno ad inseguitore solare per i moduli FV

Le strutture che sostengono i moduli fotovoltaici verranno posizionate in file contigue, compatibilmente con le caratteristiche piano altimetriche puntuali del terreno; la distanza tra le file è stata valutata, al fine di evitare mutui ombreggiamenti tra i moduli, di circa 9,5 m agli assi. 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.

Logistica

- Alto grado di prefabbricazione
- Montaggio facile e veloce
- Componenti del sistema perfettamente integrati

Materiali

- Materiale interamente metallico (alluminio/inox) con notevole aspettativa di durata
- Materiali altamente riciclabili
- Aspetto leggero dovuto alla forma dei profili ottimizzata

Costruzione

- Nessun tipo di fondazioni per la struttura;
- Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice
- Possibilità di regolazione per terreni accidentati
- Facile e vantaggiosa integrazione con un sistema parafulmine

Calcoli statici

- Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate conoscenze
- scientifiche e di innovazione tecnologica,
- Traverse rapportate alle forze di carico,
- Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi.

10.2 CABINE DI TRASFORMAZIONE BT/MT (CT)

In Figura 14 è raffigurata una generica cabina di trasformazione (con vista senza pareti), prefabbricata, con all' interno i relativi componenti elettrici in BT e MT. Essa è suddivisa in n.3 locali in cui, il locale centrale contiene un trasformatore trifase avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- isolato in olio,
- del tipo DYn11,
- ONAF,
- rapporto di trasformazione pari a 800/30.000 V,
- potenza variabile da 3150 fino a 5000 kVA,
- tensione d'isolamento pari a 36 kV,
- Vcc% pari al 6%.

Nei locali laterali sono alloggiati i quadri in BT e MT, per il collegamento rispettivamente con gli inverter e le cabine elettriche di trasformazione e/o utente. Sono previste n.10 cabine di trasformazione così distribuite:

- n.4 nell' Area 1 - CT1, CT2, CT3, CT4,;
- n.2 nell' Area 2 - CT5, CT6;
- n.4 nell' Area 3 - CT7, CT8, CT9, CT10.
-

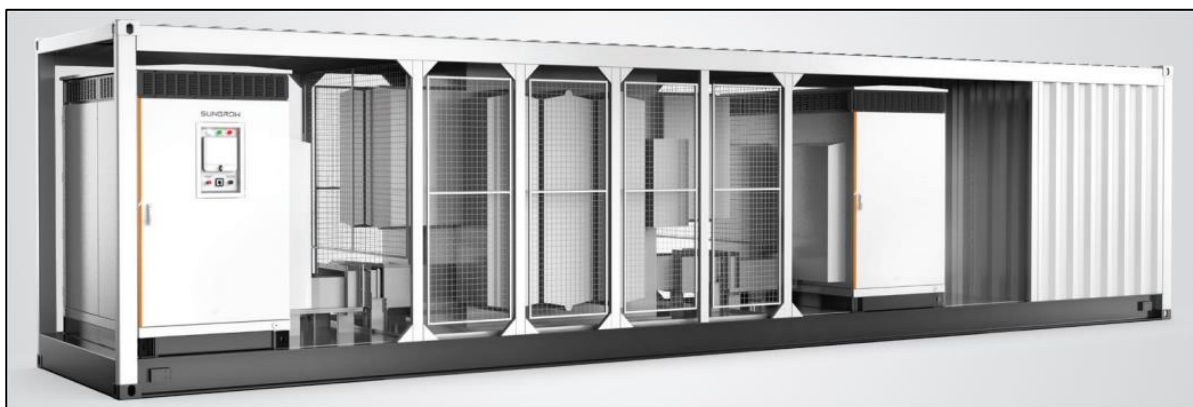


Figura 14 – Cabina di trasformazione BT/MT-vista frontale in assenza delle pareti

Le dimensioni della generica cabina di trasformazione sono circa: 16,0x2,5x2,7 m. Si rimanda alla tavola tecnica ALT-VTB-IE.11 per maggiori dettagli.

10.3 CABINE UTENTE (CU)

E' prevista la realizzazione di n.3 cabine elettriche utente (CU), una per ciascuna area d'impianto, in struttura prefabbricata di tipo monolitico, conforme alle specifiche ENEL ed adibita all' alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche in BT ed MT. Le dimensioni delle cabine, ubicate ciascuna in un'area d'impianto, saranno pari a circa 16,0x2,5x2,7 m e saranno tutte suddivise in due vani: nel primo vano verranno posizionati i quadri di protezione e misura in MT assieme ai sistemi di comunicazione, mentre nel secondo vano, il trasformatore aux., i gruppi di continuità, i vari quadri BT, come riportato nell'allegato progettuale ALT-VTB-IE.10

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 dai 3 sottocampi 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 di misura;
- Cella trasformatore MT/BT servizi aux: sez. tripolare/Terna di fusibili/sez. Tripolare;

- Cella contenente il DDI che assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, comandato dalla Protezione d'interfaccia;
- Trasformatore per servizi ausiliari di potenza minima pari a 100 kVA;
- Gruppo di continuità;
- Quadri in bassa tensione

Tale cabina è 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.

Di seguito vengono riportate due immagini:

- in figura 15, il prospetto frontale di una cabina elettrica tipica;
- in figura 16, la pianta della stessa con i componenti elettrici.

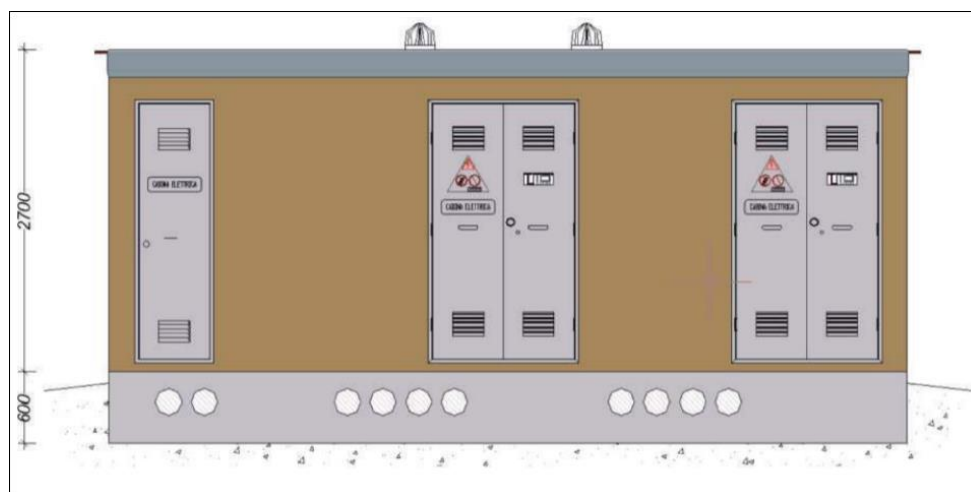


Figura 15 – Prospetto cabina elettrica utente tipo

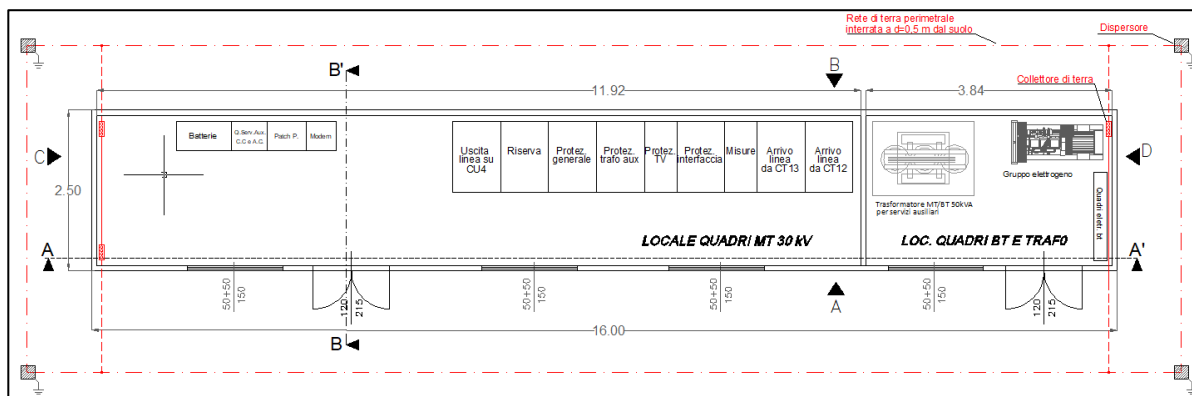


Figura 16 – Pianta della cabina utente con i dispositivi di protezione in MT-30 kV

10.4 Cabina Control room

In prossimità della cabina CU4 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: 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 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;
- Servizi igienici ed eventuali moduli da ufficio.

Si rimanda alla tavola tecnica ALT-VTB-IE.12 per maggiori dettagli.

11 SCAVI

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

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

Per quanto riguarda i cavi, quelli relativi al 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, mentre i cavi di collegamento tra: gli inverter con le cabine di trasformazione (ac-BT), le cabine elettriche (ac-MT) con le cabine utenti e la CU3 con la SU (ac-MT), saranno posati

all'interno di scavi ed interrati in profondità variabili a seconda del numero e della tensione d'isolamento dei cavi, come riportato in dettaglio negli elaborati tecnici ALT-VTB-IE.14 e ALT-VTB-IE.16. Di seguito un'immagine di uno scavo tipo in un impianto fotovoltaico:



Figura 17 – Tipico di scavo per cavi bt/MT

Il cavidotto di connessione tra la cabina CU3 e la SU, verrà realizzato tramite n.3 terne di cavi in Al del tipo ARE4H5(AR)E, aventi una sezione pari a 630 mmq ciascuna, direttamente interrate ad una profondità di 1,2 m dal livello della superficie. Il tracciato dello scavo del cavidotto complessivo di evacuazione che collega le cabine utente tra di loro ed infine con la Stazione di trasformazione utente, ha una lunghezza complessiva pari a circa 21 km.

I cavi, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali o alla quota del piano di campagna, saranno posati direttamente 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. Per maggiori dettagli degli scavi e del tipo di posa in opera dei cablaggi, si può fare riferimento agli allegati tecnici: ALT-VTB-IE.14, ALT-VTB-IE.16 e alla relazione tecnica elettrica ALT-VTB-RTE.

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 o nel caso del cavo in AT, usando cemento magro e piastra di protezione;
- posa dei nastri di segnalazione e rete in PVC nel caso di scavo per cavi in AT;

- 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 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.

12 VIABILITÀ , ACCESSI E RECINZIONE

L'impianto sarà dotato di viabilità interna e perimetrale, le quali avranno una larghezza pari a circa 4-5 m. Entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria).

Gli accessi carrabili per le aree saranno costituiti da cancelli a due ante in pannellature metalliche, larghi 6 m e montati su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo.

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta 2 m e sormontata da filo spinato, collegata a pali di ferro di altezza pari a circa 2,4 m infissi direttamente nel suolo per una profondità minima di 0,6 m. 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.

Si rimanda, per maggiori dettagli e approfondimenti dei temi trattati in questo paragrafo agli allegati tecnici e relazioni specifiche nello studio d'impatto ambientale (SIA).

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 26.228,00 mq. Per la sua realizzazione si prevede: rimozione del cotico erboso superficiale; rimozione dei primi cm di terreno, compattazione del fondo scavo e riempimento con materiale di cava a diversa granulometria fino al raggiungimento delle quote originali di piano campagna. Il volume di terreno escavato per tutte e tre le aree ammonta pertanto a circa 4.754,00 mc. Tale materiale sarà riutilizzato in loco per rimodellamenti puntuali dei percorsi, 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 8.750 mc;
- gli scavi per l'alloggiamento dei cavidotti MT interni all'impianto comporteranno la movimentazione di circa 1.462 mc di terreno;

- glo scavo per l'alloggiamento del cavidotto MT esterno all'impianto comporteranno la movimentazione di circa 15.587 mc di terreno;
- per il posizionamento delle cabine utente, potrà essere prevista la realizzazione di uno scavo di alloggiamento della profondità di 50 cm, per un totale di circa 60,0 mc di terreno;
- le vasche di fondazione delle cabine di trasformazione, comporteranno una movimentazione terra di circa 200,0 mc.

Circa il 50% 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).

14 ANALISI IDRAULICA

Morfologicamente, il paesaggio è costituito da rilievi collinari dolci e sub - tabulari caratteristici dei depositi vulcanici Vulsini, a bassa energia di rilievo; che formano dei plateau ignimbratici e lavici. Dove l'erosione ha portato in affioramento il sottostante basamento sedimentario pleistocenico argilloso-sabbioso oppure al contatto con le formazioni alloctone ci possiamo trovare di fronte a morfologie più acclivi, come scarpate morfologiche con una maggior energia di rilievo.

In corrispondenza delle suddette scarpate morfologiche si determina un netto contrasto fra le forme del paesaggio tipiche dei plateau vulcanici e le circostanti aree di affioramento dei depositi sedimentari che sono invece contraddistinte da pendii più acclivi e incisi dall'attuale reticolo idrografico. Il paesaggio vulcanico risulta debolmente modellato dall'azione delle acque incanalate del ridotto reticolo idrografico che ha determinato la formazione di modeste incisioni e pendii caratterizzati da pendenze dell'ordine del 5-15 %.

Per quanto riguarda la morfologia dei siti di interesse:

- Loc. Falaschino (Area 1) nel Comune di Bagnoregio (VT) a quote comprese tra 538-551 s.l.m., presenta una morfologia collinare caratterizzata da depositi vulcanici, con una pendenza media del 15% verso Sud-Est;
- Loc. Coste Lombarde (Area 2) nel Comune di Viterbo (VT) e Celleno (VT) a quote comprese tra 435-459 s.l.m., presenta una morfologia collinare caratterizzata da depositi vulcanici, con una pendenza media del 5% verso Sud;
- Loc. Campo Salmo (Area 3) Comune di Viterbo (VT) a quote comprese tra 309-323 s.l.m., presenta una morfologia collinare caratterizzata da depositi vulcanici, con una pendenza media del 15% verso Sud-Est.

Per quanto riguarda la stabilità geomorfologica, nessuna area rientra in un'area segnalata nella cartografia ufficiale dell'Ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere (attuale "Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale") "inventario dei fenomeni franosi e situazioni rischio frana" Tavola 141 (fig. 6).