



REGIONE BASILICATA  
 PROVINCIA DI MATERA  
 COMUNE DI GROTTOLE



**AUTORIZZAZIONE UNICA EX D.Lgs 387/2003**

**INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE DENOMINATO "GROTTOLE 3" DI POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20.000,00 kW E POTENZA DI PICCO PARI A 19.996,99 kW**

Codice pratica: 202100420



Codice elaborato

Commessa	Livello prog.	Tipologia	Progressivo
<b>SE220</b>	<b>PD</b>	<b>R</b>	<b>012</b>

DATA	SCALA
Novembre 2021	-

Titolo elaborato

**A.11-Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici**

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Progettazione:



**STUDIO ENERGY SRL**  
 Via delle Comunicazioni snc  
 75100 Matera  
 C/F. e P.IVA 01175590775

Tecnici:

**Dott. Ing. Calbi Francesco Rocco**



Il Proponente:



REN 184 S.R.L.  
 Salita di Santa Caterina, 2/ISC.B - 16123 Genova (GE)  
 C.F./P.IVA 02686820990

LEGALE RAPPRESENTANTE



**Impianto fotovoltaico  $P_p = 19,99699$  MW<sub>p</sub>**

**“GROTTOLE 3”**

**Comune di Grottole (MT)**

**DISCIPLIANRE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI  
ELEMENTI TECNICI**

Fase di Valutazione d’Impatto Ambientale. ai sensi

D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii

**REDATTO DA / WRITTEN BY**

ING. FRANCESCO CALBI

<b>REVISIONE</b>	<b>N°</b>	<b>DATA/DATE</b>
Prima emissione	00	11/2021

## INDICE

INDICE.....	2
1. DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI.....	5
1.1 GENERALITÀ.....	5
1.2 LAYOUT D’IMPIANTO.....	7
2. CARATTERISTICHE TECNICHE.....	8
2.1 MODULI FOTOVOLTAICI .....	8
2.2 CONVERTITORI DI POTENZA .....	11
2.3 TRASFORMATORE.....	12
2.4 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI.....	13
2.5 CAVI E QUADRI DI CAMPO.....	16
2.5.1 CAVI .....	16
2.5.2 QUADRI DI PARALLELO STRINGA (STRING BOX).....	17
2.6 QUADRO MT.....	17
2.7 CORRENTI CIRCOLANTI NELL’IMPIANTO .....	18
2.8 SISTEMI AUSILIARI .....	19
281 SORVEGLIANZA .....	19
282 ILLUMINAZIONE ESTERNA .....	20
3 SICUREZZA ELETTRICA .....	21
3.1 PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI.....	21
3.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	21
3.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	21
4. COLLEGAMENTO ALLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE .....	23
4.1 DISPOSITIVO GENERALE .....	23
4.2 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA E COLLEGAMENTO ALLA RETE.....	23
4.3 DISPOSITIVO DEL GENERATORE .....	24
4.4 GRUPPI DI MISURA .....	24
5. SCHEMI DI COLLEGAMENTO.....	25
6. OPERE CIVILI .....	26
6.1 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI.....	26
6.2 CABINE ELETTRICHE.....	26
7. GESTIONE IMPIANTO.....	29
8. STAZIONE D’UTENZA .....	30
8.1 OPERE CIVILI .....	30
8.1.1 AREA DI STAZIONE ED EDIFICIO SERVIZI.....	31
8.1.2 VIE DI TRASPORTO E PIAZZALI .....	32

8.1.3	MAGLIA DI TERRA .....	32
8.1.4	SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE .....	32
8.1.5	CAVIDOTTI .....	33
8.1.6	FONDAZIONI .....	33
8.2	APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE .....	33
8.2.1	SCHEMA ELETTRICO E LAYOUT D'IMPIANTO .....	33
8.2.2	PARAMETRI NOMINALI DI RIFERIMENTO .....	34
8.2.3	APPARECCHIATURE AT .....	35
8.2.4	SERVIZI AUSILIARI .....	38
8.2.5	SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE .....	41
	Generalità .....	41
8.2.6	QUADRISTICA, COLLEGAMENTI E CAVETTERIA .....	45
8.3	OPERE ELETTROMECCANICHE .....	46
8.3.1	MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT .....	46
8.3.2	ESECUZIONE IMPIANTO DI TERRA .....	47
8.3.3	MONTAGGIO E COLLEGAMENTO DELLE APPARECCHIATURE AUSILIARIE .....	47
9.	CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI .....	49
9.1	CAVI MT .....	49
9.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	49
9.3	GIUNZIONI, TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONI .....	49
9.3.1	GIUNZIONE CAVI MT .....	49
9.3.2	TERMINAZIONE ED ATTESTAZIONE CAVI MT .....	50
9.4	MODALITÀ DI POSA .....	51
9.4.1	GENERALITÀ .....	51
9.4.2	MODALITÀ DI POSA DEI CAVI MT .....	51
10.	CARATTERISTICHE DEL COLLEGAMENTO AT .....	53
10.1	CARATTERISTICHE DEL COLLEGAMENTO AT .....	53
10.1.1	CAVI AT .....	53
10.1.2	FIBRE OTTICHE .....	53
10.1.2.1	CARATTERISTICHE TECNICHE .....	53
10.1.2.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	54
10.2	GIUNZIONI, TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONI .....	54
10.2.1	GIUNZIONI CAVI AT .....	54
10.2.2	TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONE CAVI AT .....	54
10.2.3	TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONE CAVI IN FIBRA OTTICA .....	55
10.3	MODALITÀ DI POSA .....	57
10.3.1	GENERALITÀ .....	57
10.3.2	MODALITÀ DI POSA DEI CAVI AT .....	57

10.3.3	MODALITÀ DI POSA DELLA FIBRA OTTICA .....	58
11.	PROFILI DEI CAMPI ELETTRICI.....	60
11.1	CAMPI ELETTRICI DELLE OPERE CONNESSE.....	60
11.1.1	LINEE ELETTRICHE IN CORRENTE ALTERNATA IN MEDIA TENSIONE .....	60

## 1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI

### 1.1 GENERALITÀ

Il progetto prevede la realizzazione di una centrale di produzione di energia elettrica, da fonte energetica rinnovabile di tipo fotovoltaica, denominata "GROTTOLE 3" della potenza nominale di 19,99699 MWp che sorgerà nel comune di Grottole (MT), SP 65, sul terreno censito catastalmente al Foglio 15 p.lle 8,15,80,69, incluso opere di connessione ed infrastrutture annesse da cedere alla Rete di Trasmissione Nazionale secondo quanto previsto dalla Legge 9/91 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale" e successive disposizioni legislative in materia tariffaria, in particolare dal D. Lgs 16 marzo 1999, n° 79 (decreto Bersani).

In base a quanto indicato nella STMG, il parco fotovoltaico sarà collegato alla Rete di Nazionale in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea a 380 kV della RNT "Matera - Aliano". La connessione avverrà mediante costruzione di una linea a 30 kV in cavo MT interrato della lunghezza di circa 600 m dal campo fotovoltaico fino alla stazione d'utenza. Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV costituirà impianto di utenza per la connessione e arriverà allo stallo produttore che si trova sulla suddetta stazione. Lo schema di connessione è rappresentato di seguito, in figura 1.

L'estensione complessiva del campo fotovoltaico sarà pari a circa 28 Ha e la potenza complessiva dell'impianto sarà pari a 19.996,99 kWp, con una produzione di energia rinnovabile che ridurrà l'impatto ambientale.

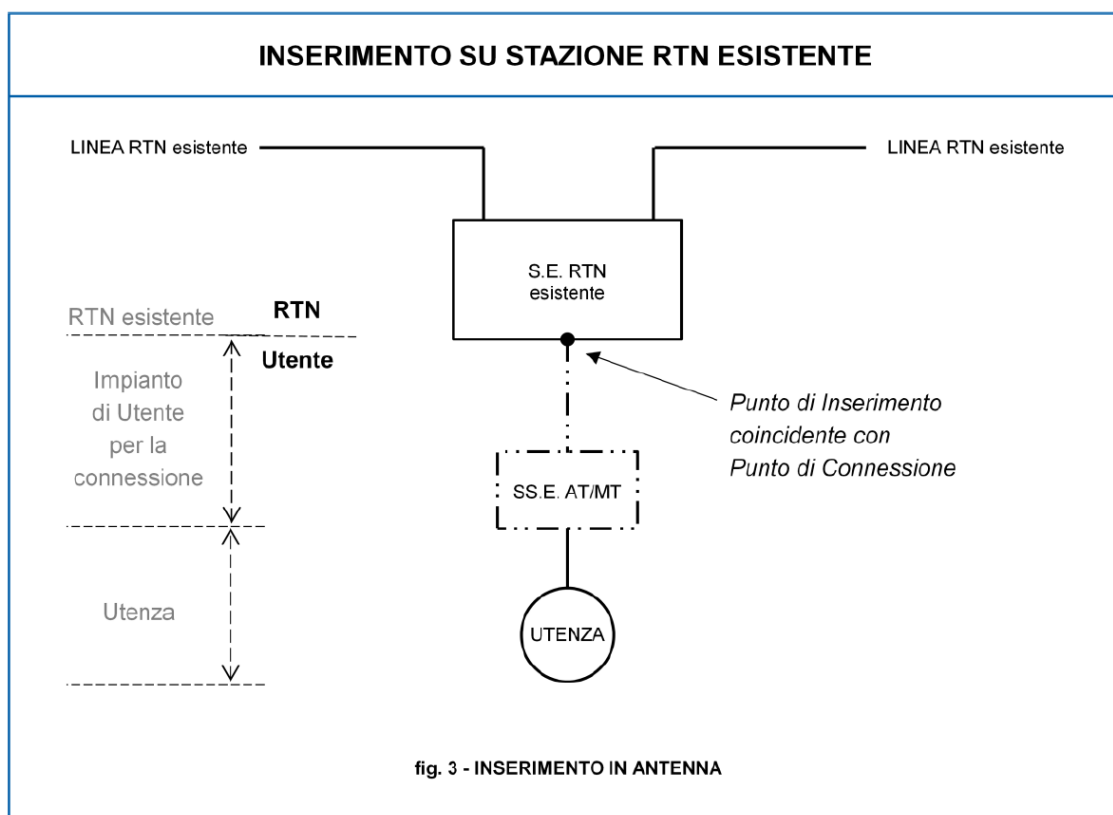


Figura 1 – Schema di inserimento in antenna su stazione RTN esistente

La futura stazione Elettrica della RTN a 150 kV alla quale si dovrà connettere la centrale fotovoltaica oggetto della presente relazione tecnica sarà composta da una sezione a 150 kV in doppia sbarra, come rappresentato in figura 2:

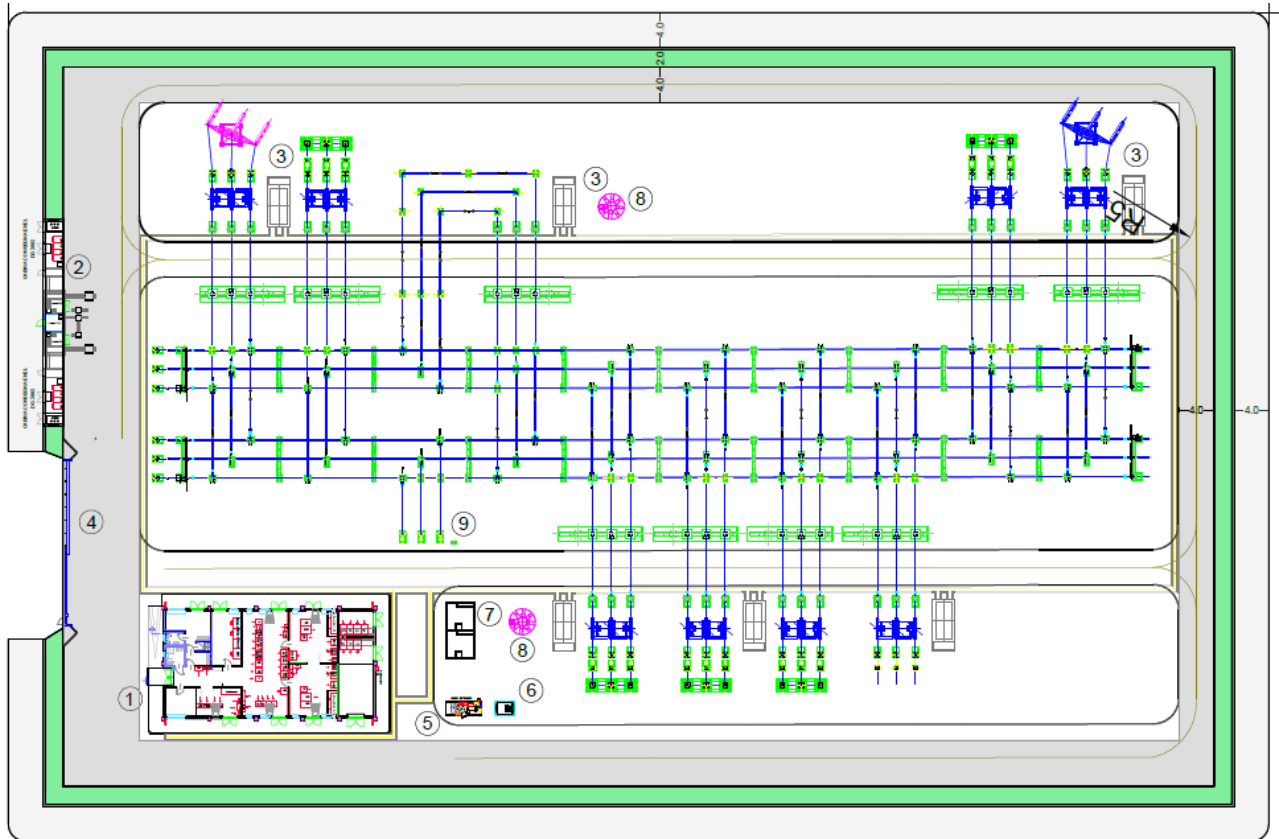


Figura 2: Futura SE di trasformazione della RTN 380/150 kV

In base a quanto indicato nella Soluzione Tecnica, per la connessione dell'impianto fotovoltaico alla SE di trasformazione sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Il parco fotovoltaico sarà collegato mediante costruzione di una linea a 30 kV in cavo interrato per una lunghezza di circa 600 m dal campo fotovoltaico fino alla stazione d'utenza di trasformazione 150/30 kV e di cavo AT dal sistema di sbarre condivise a 150 kV alla futura SE di Terna. Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV costituirà impianto di utenza per la connessione e arriverà allo stallo produttore che si trova alla suddetta stazione.

La stazione d'utenza verrà realizzata in prossimità della futura SE di trasformazione della RTN, su una porzione della particella catastale 69 del fg. 15 del comune di Grottole.

Ai sensi dell'Allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale fotovoltaica sulla SE RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione. La restante parte di impianto invece rappresenta l'impianto di utente.

## 1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

L'impianto sarà costituito da 39.598 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino del tipo **Trina Solar** del tipo **VERTEX backsheet da 505 Wp**, per una potenza complessiva di 19.996,99 kW. I moduli fotovoltaici saranno installati su tracker monoassiali a singolo asse orizzontale secondo n.3 configurazioni portrait da 78, 52 e 26 pannelli.

Si prevede l'impiego di inverter centralizzati del tipo SUNNY CENTRAL UP 4000 della SMA contenuti all'interno di power station del tipo **SMA MV POWER STATION 4000** con potenza in uscita in AC di 4000 kVA, che potranno variare in relazione alla disponibilità che vi sarà sul mercato in fase di redazione del progetto esecutivo.

L'impianto sarà suddiviso in n.5 sottocampi, quadri elettrici di bassa tensione, trasformatori MT/BT, i dispositivi di protezione dei montanti di media tensione dei trasformatori, un interruttore generale di media tensione e gli eventuali gruppi di misura dell'energia prodotta. Ciascun inverter verrà collegato al relativo trasformatore attraverso un quadro elettrico di bassa tensione equipaggiato con dispositivi di generatore (tipicamente interruttori automatici di tipo magnetotermico-differenziale) uno per ogni inverter e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico, attraverso il quale verrà realizzato il collegamento con l'avvolgimento BT del trasformatore stesso.

I trasformatori saranno disposti in posizione pressoché baricentrica rispetto ai generatori, in modo tale da ridurre le perdite per effetto Joule sulle linee di bassa tensione in corrente continua e in corrente alternata, e consentiranno di innalzare la tensione del generatore fotovoltaico al livello necessario per eseguire il collegamento con la sezione MT della stazione di utenza MT/AT. All'interno di ciascuna cabina di trasformazione nel locale di distribuzione MT, sarà predisposto un quadro elettrico di media tensione, contenente due interruttori di manovra-sezionatore combinati con fusibili, per la protezione dei montanti di media tensione dei trasformatori, un sezionatore di linea sotto carico interbloccato con un sezionatore di terra e gli eventuali gruppi di misura dell'energia prodotta.

Le cabine di trasformazione saranno collegate tra di loro tramite cavi in media tensione (MT 30 kV) interrati Al 50 mmq e Al 95 mmq. Dalla cabina di raccolta uscirà un unico cavo (MT 30 kV) Al 240mmq, interrato su strada asfaltata per una lunghezza di circa 600 m fino alla stazione d'utenza nella quale avverrà l'innalzamento della tensione a 150 kV. Da essa partirà il collegamento con la futura SE di trasformazione della RTN a 380/150 kV per l'immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale.

La stazione d'utenza verrà realizzata in prossimità della futura SE di trasformazione della RTN a 380/150 kV, che corrisponde ad una porzione della particella catastale 69 del fg. 15 del comune di Grottole.

Di seguito si riporta l'insieme degli elementi costituenti l'impianto di utente:

- ✓ 39.598 moduli fotovoltaici **Trina Solar** del tipo "**VERTEX backsheet da 505 Wp**";
- ✓ 1523 stringhe fotovoltaiche costituite da 26 moduli in serie;
- ✓ 96 string box da 16 ingressi ciascuno;
- ✓ 5 inverter del tipo SUNNY CENTRAL UP 4000 della SMA;

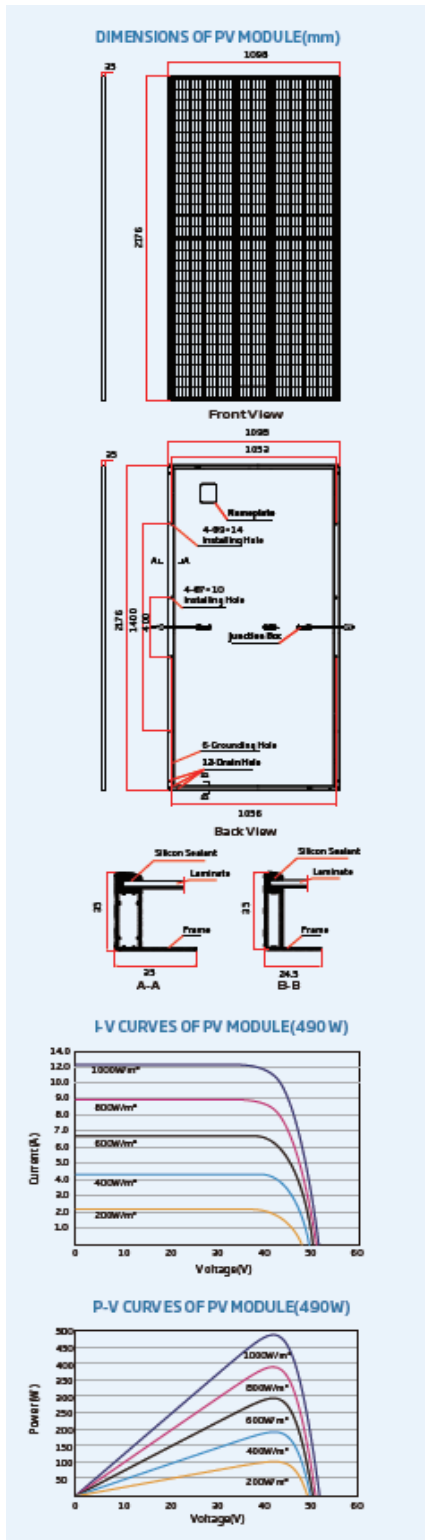


- ✓ inseguitori solari monoassiali;
- ✓ cavi elettrici di bassa tensione in corrente continua che arrivano agli inverter e ai quadri elettrici BT installati all'interno delle cabine di trasformazione;
- ✓ cavi di bassa tensione per il collegamento degli avvolgimenti di bassa tensione dei trasformatori ai quadri elettrici di bassa tensione;
- ✓ n. 5 quadri elettrici di bassa tensione installati all'interno dei locali inverter, ciascuno dotato di interruttori automatici di tipo magnetotermico-differenziale (dispositivi di generatore), uno per ogni gruppo di generazione, e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico per la protezione dell'avvolgimento di bassa tensione del trasformatore BT/MT;
- ✓ n. 5 trasformatori MT/BT, uno per ciascun sottocampo, da 4000 kVA;
- ✓ n. 5 cabine di trasformazione di dimensioni 6,10 x 2,44 x 2,90 m;
- ✓ n. 3 linee di media tensione in cavo interrato realizzate in cavo multipolare isolato in HEPR;
- ✓ n. 1 quadro elettrico generale di media tensione.

## **2. CARATTERISTICHE TECNICHE**

### **2.1 MODULI FOTOVOLTAICI**

I moduli che costituiranno l'impianto sono in silicio monocristallino della potenza di 505 Wp, costituiti da 150 celle in silicio monocristallino collegate in serio/parallelo, le cui caratteristiche elettriche in condizioni standard STC (AM=1,5; E=1000 W/m<sup>2</sup>; T=25 °C) sono consultabili dalla scheda tecnica di seguito riportata nell'immagine di seguito.



**ELECTRICAL DATA (STC)**

Peak Power Watts- $P_{max}$ (Wp)*	480	485	490	495	500	505
Power Tolerance- $P_{max}$ (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- $V_{mp}$ (V)	42.0	42.2	42.4	42.6	42.8	43.0
Maximum Power Current- $I_{mp}$ (A)	11.42	11.49	11.56	11.63	11.69	11.75
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	50.8	51.1	51.3	51.5	51.7	51.9
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	11.99	12.07	12.14	12.21	12.28	12.35
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.1	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.  
 \*Measuring tolerance: ±3%.

**ELECTRICAL DATA (NMOT)**

Maximum Power- $P_{max}$ (Wp)	363	367	371	375	379	382
Maximum Power Voltage- $V_{mp}$ (V)	39.6	39.8	40.0	40.2	40.4	40.6
Maximum Power Current- $I_{mp}$ (A)	9.15	9.20	9.26	9.32	9.37	9.43
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	48.0	48.2	48.4	48.6	48.8	49.0
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	9.65	9.72	9.77	9.83	9.89	9.94

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	150 cells
Module Dimensions	2176 × 1098 × 35 mm (85.67 × 43.23 × 1.38 inches)
Weight	26.3 kg (58.0 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1400 mm/P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EV02 / TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

**TEMPERATURE RATINGS**

NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	41°C (±3°C)
Temperature Coefficient of $P_{max}$	-0.36%/°C
Temperature Coefficient of $V_{oc}$	-0.26%/°C
Temperature Coefficient of $I_{sc}$	0.04%/°C

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

**WARRANTY**

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

**MAXIMUM RATINGS**

Operational Temperature	-40 ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20A

**PACKAGING CONFIGURATION**

Modules per box:	30 pieces
Modules per 40' container:	600 pieces

Figura 3: datasheet moduli fotovoltaici Vertex backsheet TrinaSolar

I moduli saranno assemblati meccanicamente su apposite strutture di sostegno e collegati elettricamente in modo tale da formare le stringhe.

Le stringhe fotovoltaiche saranno costituite da 26 moduli in serie e presenteranno le caratteristiche tecniche riportate nella tabella 1:

$U_{oc}$ [V]	1349,4
$U_{MPPmax}$ [V]	1118
$I_{max}$ [A]	11,75
$I_{sc}$ [A]	12,35

Tabella 1: caratteristiche elettriche della stringa fotovoltaica

Per la determinazione dei parametri elettrici delle stringhe, sono stati assunti i seguenti valori di temperatura:

- ✓  $\theta_{riferimento} = 25^{\circ} \text{C}$ ;
- ✓  $\theta_{minima} = 0^{\circ} \text{C}$ ;
- ✓  $\theta_{massima} = 70^{\circ} \text{C}$ .

## 2.2 CONVERTITORI DI POTENZA

Gli inverter utilizzati in fase di progetto sono del tipo centralizzato del tipo SUNNY CENTRAL UP 4000 della SMA con potenza in uscita in AC di 4000 kW, che potranno variare in relazione alla disponibilità che vi sarà sul mercato in fase di redazione del progetto esecutivo:

Dati tecnici	Sunny Central 4000 UP	Sunny Central 4200 UP
<b>Lato CC</b>		
Range di tensione $V_{CC}$ (a 25 °C / a 50 °C)	da 880 a 1325 V / 1100 V	da 921 a 1325 V / 1050 V
Tensione CC min. $V_{CC, min}$ / Tensione d'avviamento $V_{CC, start}$	849 V / 1030 V	891 V / 1071 V
Tensione CC max. $V_{CC, max}$	1500 V	1500 V
Corrente CC max $I_{CC, max}$	4750 A	4750 A
Corrente di cortocircuito max $I_{CC, sc}$	8400 A	8400 A
Numero ingressi CC	Sbarra collettore con 26 collegamenti per polo, 24 fusibili su entrambi i poli (32 fusibili su polo singolo)	
Numero di ingressi CC con l'opzione di batteria connessa su lato CC	18 fusibili su entrambi i poli (36 su polo singolo) per FV e 6 fusibili su entrambi i poli per batterie	
Numero max di cavi CC per ogni ingresso CC (per ciascuna polarità)	2x 800 kcmil, 2x 400 mm <sup>2</sup>	
Zone Monitoring integrato	o	
Dimensioni di fusibili FV disponibili (per ingresso)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
La massima dimensione del fusibile di batteria disponibile (per ingresso)	750 A	
<b>Lato CA</b>		
Potenza nominale CA con $\cos \varphi = 1$ (a 35 °C / a 50 °C)	4000 kVA <sup>[2]</sup> / 3600 kVA	4200 kVA <sup>[3]</sup> / 3780 kVA
Potenza nominale CA con $\cos \varphi = 0,9$ (configurazione standard A68) (a 35 °C/a 50 °C) <sup>[5]</sup>	3600 kW <sup>[2]</sup> / 3240 kW	3780 kW <sup>[3]</sup> / 3402 kW
Potenza attiva nominale CA con $\cos \varphi = 0,8$ (a 35 °C / a 50 °C)	3200 kW <sup>[2]</sup> / 2880 kW	3360 kW <sup>[3]</sup> / 3024 kW
Corrente nominale CA $I_{CA, nom}$ (a 35 °C / a 50 °C)	3850 A / 3465 A	3850 A / 3465 A
Fattore massimo di distorsione	< 3 % alla potenza nominale	< 3 % alla potenza nominale
Tensione nominale CA / Range di tensione nominale CA <sup>[18]</sup>	600 V / 480 V a 720 V	630 V / 504 V a 756 V
Frequenza di rete CA / Range	50 Hz / 47 Hz a 53 Hz 60 Hz / 57 Hz a 63 Hz	
Rapporto min di cortocircuito ai morsetti <sup>[9]</sup>	> 2	
Fattore di potenza a potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile <sup>[10]</sup>	1 / 0,8 induttivo fino a 0,8 capacitivo	
<b>Grado di rendimento europeo</b>		
Efficienza max <sup>[2]</sup> / efficienza efficienza <sup>[2]</sup> / efficienza CEC <sup>[3]</sup>	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %	98,8 % / 98,7 % / 98,5 %
<b>Dispositivi di protezione</b>		
Dispositivo di disinserzione lato ingresso	Sezionatore di carico CC	
Dispositivo di sgancio lato uscita	Interruttore di potenza CA	
Protezione contro sovratensioni CC	Scaricatore di sovratensioni, tipo I e II	
Protezione da sovratensioni CA (opzionale)	Scaricatore di sovratensioni, classe I e II	
Protezione antifulmine (secondo IEC 62305-1)	Classe di protezione antifulmine III	
Monitoraggio dispersione a terra / Monitoraggio dispersione a terra remoto	o / o	
Monitoraggio dell'isolamento	o	
Classe di protezione del sistema elettronico / canale d'aria / campo di collegamento (secondo IEC 60529)	IP54 / IP34 / IP34	
<b>Dati generali</b>		
Dimensioni (L / A / P)	2815 / 2318 / 1588 mm (110,8 / 91,3 / 62,5 pollici)	
Peso	< 3700 kg / < 8158 lb	
Autoconsumo (max. <sup>[4]</sup> / carico parziale <sup>[5]</sup> / medio <sup>[6]</sup> )	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W	
Autoconsumo (stand-by)	< 370 W	
Alimentazione ausiliaria	Trasformatore integrato da 8,4 kVA	
Range di temperature di funzionamento <sup>[8]</sup>	-25 a 60 °C / -13 °F a 140 °F	
Rumorosità <sup>[7]</sup>	63,0 dB(A)*	
Range di temperature (stand-by)	-40 °C a 60 °C / -40 °F a 140 °F	
Range di temperature (in magazzino)	-40 °C a 70 °C / -40 °F a 158 °F	
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (condensante / non condensante)	95% a 100% (2 mesi/anno) / 0% a 95%	
Altitudine operativa massima s.l.m <sup>[1]</sup> 1000 m / 2000 m <sup>[1]</sup> / 3000 m <sup>[1]</sup>	● / o / o      ● / o / -	
Fabbisogno d'aria fresca	6500 m <sup>3</sup> /h	
<b>Dotazione</b>		
Collegamento CC	Capocorda a ogni ingresso (senza fusibile)	
Collegamento CA	sistema di sbarre (3 sbarre collettive, una per ciascuna fase)	
Comunicazione	Ethernet, Modbus Master, Modbus Slave	
Farbe involucro / Dach	RAL 9016 / RAL 7004	
Approvvigionamento per utilizzatori esterni	o (2,5 kVA)	
rispetta le norme e direttive	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08	
Norme CEM	IEC 55011, IEC 61000-6-2, FCC Part 15 Class A	
Rispetta direttive e standard di qualità	VDI/VDE 2862 page 2, DIN EN ISO 9001	
● Dotazione di serie    o Opzionale    - Non disponibile		
Denominazione del tipo	SC 4000 UP	SC 4200 UP

Figura 4: Datasheet inverter SUNNY CENTRAL 4000 UP

## 2.3 TRASFORMATORE

Per poter immettere l'energia elettrica prodotta dalla centrale fotovoltaica sulla rete di distribuzione di media tensione, è necessario innalzare il livello della tensione del generatore fotovoltaico a 30 kV. Per conseguire questo obiettivo si dovranno utilizzare appositi trasformatori elevatori BT/MT.

I trasformatori scelti sono del tipo ad olio e sono ubicati all'interno di appositi fabbricati.

Tenendo conto delle potenze nominali dei sottocampi fotovoltaici, si è scelto di utilizzare per ogni sottocampo trasformatori BT/MT, avente le seguenti caratteristiche:

An	4000 kVA
V1n	30 V
V2n	0,6 kV
Collegamento avvolgimento MT	D
Collegamento avvolgimento BT	yn
Gruppo	11
Vcc%	6%
Isolamento	olio

Tabella 1: principali dati di targa dei trasformatori MT/BT



Figura 5: foto del trasformatore tipo

## 2.4 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI

L'impianto in oggetto sarà configurato su tracker monoassiali ad asse orizzontale con i moduli installati su un'unica fila, in verticale, secondo n.3 configurazioni portrait da 78, 52 e 26 pannelli.

Ciascun tracker si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché sono dotati di proprio motore. L'asse di rotazione (asse principale del tracker) è in linea orientato nella direzione nord-sud, con una inclinazione (azimut) di 0°. Piccole rotazioni sono possibili in relazione alla conformazione del terreno. Il range di rotazione completo del tracker è +/-60°. Ogni tracker è costituito da pali che supportano un numero diverso di travi su cui sono fissati i correntini sui quali vengono ancorati i moduli fotovoltaici con bulloni, di cui almeno uno di essi è dotato di un dado antifurto. Il palo centrale è del tipo HEA 160. Su questo palo è fissato il motore sul quale vengono calettate le prime due travi centrali, una a DR e l'altra a SN. Attraverso opportuni giunti sono collegate le travi successive, di diversa lunghezza, che a loro volta, tramite robusti cuscinetti, poggiano su pali a "Z". Al fine di rendere la struttura solida e robusta, le travi hanno uno spessore diverso che diminuisce dal centro verso l'esterno. Il motore che ruota i pannelli è di tipo a corrente continua ed è controllato dal controller che utilizza una batteria interna da 6 Ah, la cui carica è garantita da un pannellino fotovoltaico da 30W. Il pannellino è montato sopra il motore, mentre il controller è fissato sulla traversa centrale immediatamente accanto al motore. Le travi e le omega sono zincate "Z450"; i pali, i giunti e le teste sono zincati a caldo EN 1461.

Le strutture di supporto vengono posizionate ad un'altezza di circa 2,20 m dal terreno seguendo la giacitura dello stesso e sono infisse al terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche litologiche del suolo. Le fondazioni sono costituite da supporti in acciaio a sezione trapezoidale aperta collocati nel terreno mediante infissione diretta, alla cui sommità verranno collegati tramite bullonatura le strutture del "tracker" di sostegno dei pannelli.

### COMPONENTI CORE DEL TRACKER SUNHUNTER SINGOLO ASSE

- **SLEW DRIVE**  
Trasmissione ad alta coppia nominale  
Grado di protezione IP66  
Precisione di rilevamento 0,1 °  
Temperatura dell'azionamento a vite senza fine da -20 ° C a + 120 ° C  
Controllato da una propria scheda elettronica in grado di rilevare la posizione del tracker per controllare l'angolo del tracker stesso e trasmettere i dati utilizzando la rete mesh Zigbee
- **WPAN (wireless personal area networks)**  
Basato sullo standard Zigbee IEEE 802.15.4
- **STRUTTURA**  
Acciaio al carbonio secondo EN10219  
Zincato a caldo I Magnelis ZM430 I Sendzimir Z450 Dadi e bulloni zincati a caldo  
Certificazione CE

<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>CUSCINETTO</b>                      Cuscinetto orientabile auto-allineante                      Carichi elevati                      Resistente allo sporco                      Resistente ai prodotti chimici                      Facile montaggio e smontaggio                      Compensazione di errori di disallineamento che fanno sempre la migliore condizione di rotazione sui tracker                 </li> </ul>																			
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>SELF POWER</b>                      Kit di alimentazione con pannello fotovoltaico e batteria per ogni rotazione                 </li> </ul>																			
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>CARATTERISTICHE GENERALI</b> <table border="0"> <tbody> <tr> <td>Tipo di sistema</td> <td>Inseguimento orizzontale ad asse singolo</td> </tr> <tr> <td>Tipo di azionamento</td> <td>Slew Drive (134W DC - 5.500 N * m)</td> </tr> <tr> <td>Gamma di rilevamento del movimento</td> <td>± 60 °</td> </tr> <tr> <td>Alimentazione al motore / controller</td> <td>Autoproduzione oppure 100 - 240 V CA 50/60 Hz</td> </tr> <tr> <td>Materiale</td> <td>S275 JOH, S355 JOH zincati a caldo I Magnelis ZM430 I Sendzimir Z450 Dadi e bulloni zincati a caldo Certificazione CE</td> </tr> <tr> <td>Pendenza del terreno consentita</td> <td>≤ 9% N / S</td> </tr> <tr> <td>Velocità massima del vento</td> <td>Standard 17 m / s</td> </tr> <tr> <td>Modalità di sicurezza (posizione orizzontale automatica)</td> <td>Modalità vento / Modalità neve</td> </tr> <tr> <td>Controller</td> <td>Controller elettronico solare, protocollo Modbus</td> </tr> </tbody> </table> </li> </ul>		Tipo di sistema	Inseguimento orizzontale ad asse singolo	Tipo di azionamento	Slew Drive (134W DC - 5.500 N * m)	Gamma di rilevamento del movimento	± 60 °	Alimentazione al motore / controller	Autoproduzione oppure 100 - 240 V CA 50/60 Hz	Materiale	S275 JOH, S355 JOH zincati a caldo I Magnelis ZM430 I Sendzimir Z450 Dadi e bulloni zincati a caldo Certificazione CE	Pendenza del terreno consentita	≤ 9% N / S	Velocità massima del vento	Standard 17 m / s	Modalità di sicurezza (posizione orizzontale automatica)	Modalità vento / Modalità neve	Controller	Controller elettronico solare, protocollo Modbus
Tipo di sistema	Inseguimento orizzontale ad asse singolo																		
Tipo di azionamento	Slew Drive (134W DC - 5.500 N * m)																		
Gamma di rilevamento del movimento	± 60 °																		
Alimentazione al motore / controller	Autoproduzione oppure 100 - 240 V CA 50/60 Hz																		
Materiale	S275 JOH, S355 JOH zincati a caldo I Magnelis ZM430 I Sendzimir Z450 Dadi e bulloni zincati a caldo Certificazione CE																		
Pendenza del terreno consentita	≤ 9% N / S																		
Velocità massima del vento	Standard 17 m / s																		
Modalità di sicurezza (posizione orizzontale automatica)	Modalità vento / Modalità neve																		
Controller	Controller elettronico solare, protocollo Modbus																		

Figura 6: caratteristiche tracker SunHunter

Di seguito sono riportati sinteticamente i vantaggi della struttura che si utilizza.

#### **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 tecnologiche.

Traverse rapportate alle forze di carico.

Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi.

Nell'elaborato specifico A.12.b.9 "Architettonici pannelli e particolari sistemi di ancoraggio" vengono riportate pianta, prospetto e sezioni della struttura di supporto. Di seguito si riportano delle rappresentazioni della struttura di supporto.



Figura 7: struttura di supporto



## **2.5 CAVI E QUADRI DI CAMPO**

### **2.5.1 CAVI**

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e i quadri di campo sono previsti conduttori di tipo SOLAR in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

- ✓ Conduttore: rame elettrolitico, stagnato, classe 5 secondo IEC 60228
- ✓ Isolante: HEPR 120 °C
- ✓ Max. tensione di funzionamento 1,5 kV CC Tensione di prova 4kV, 50 Hz, 5 min.
- ✓ Intervallo di temperatura Da - 50°C a + 120°C
- ✓ Durata di vita attesa pari a 30 anni in condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature.
- ✓ Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- ✓ Resistenza alla corrosione
- ✓ Ampio intervallo di temperatura di utilizzo
- ✓ Resistenza ad abrasione
- ✓ Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
- ✓ Resistenza ad agenti chimici
- ✓ Facilità di assemblaggio
- ✓ Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi (Iz) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

#### **ALTRI CAVI**

- ✓ Cavi di media tensione: ARE4H5(AR)EX
- ✓ Cavi di potenza AC: FG16(O)R16 06/1 kV
- ✓ Cavi di alimentazione AC: FG16(O)R16
- ✓ Cavi di comando: FG16(O)R16
- ✓ Cavi di segnale: FG16OH2R16
- ✓ Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet

### 2.5.2 QUADRI DI PARALLELO STRINGA (STRING BOX)

I quadri di parallelo stringhe QPS hanno la funzione di collegare in parallelo le varie stringhe di moduli.

I QPS verranno montati direttamente sulle strutture di supporto dei moduli e avranno tensione nominale in ingresso 1500 V.

Ogni cassetta è equipaggiata con protezioni a varistori SPD contro le sovratensioni; il sezionatore in uscita ed i portafusibili in ingresso permettono di isolare il singolo sotto-campo FV o le singole stringhe dal resto dell'impianto, consentendo agli operatori di lavorare in piena sicurezza.

I quadri, adatti per l'installazione all'esterno, avranno le seguenti caratteristiche:

- a) materiale antiurto ed autoestinguente;
- b) inalterabilità per temperatura -25 / +60 °C;
- c) grado di protezione IP 65.



Figura 8: quadro di parallelo tipo

### 2.6 QUADRO MT

Saranno impiegati scomparti normalizzati di tipo protetto (METAL ENCLOSED), che possono essere affiancati per formare quadri di distribuzione e trasformazione fino a 36kV. Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti, 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.

## 2.7 CORRENTI CIRCOLANTI NELL'IMPIANTO

Di seguito si fornisce una tabella riassuntiva delle correnti massime circolanti nelle varie zone dell'impianto per le cabine (fatta eccezione per quelle ritenute trascurabili).

Tipologia di corrente	I [A]
Correnti dell'impianto dati	trascurabili
Correnti ai sistemi di sicurezza	trascurabili
Corrente max illuminazione perimetrale	32 A
Corrente BT cc ingresso a ciascun inverter	2964 A
Corrente BT ac uscita da ciascun inverter	3850 A
Corrente BT ac totale ingresso al trasformatore	3850 A
Corrente MT cavidotto tra cabina di trasformazione nn. 1-2-3 e cabina raccolta	231 A
Corrente MT cavidotto tra cabina di trasformazione n. 4 e cabina di raccolta	77 A
Corrente MT cavidotto tra cabina di trasformazione n. 5 e cabina di raccolta	77 A

## **2.8 SISTEMI AUSILIARI**

### **2.8.1 SORVEGLIANZA**

Il sistema di sicurezza e antintrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio dell'area occupata dalla centrale fotovoltaica.

Il sistema impiegato si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti vandalici o furti nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La principale modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo la recinzione che prevede la rilevazione di eventuali effrazioni della stessa. Abbinata a quest'ultima, sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro mediante telecamere con sistema "motion detection" e infrarossi. Una centrale di supervisione locale, posizionata nella cabina adibita a locale tecnico, provvederà a:

- registrare localmente gli eventi su supporto informatico;
- inviare gli allarmi ad un istituto di vigilanza convenzionato;
- inviare su rete Internet le registrazioni degli eventi per registrazione su server remoto.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy.

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema composto da:

- telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 70 m circa;
- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- n.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- n.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato. Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento. Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni. I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati. Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna gsm. Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori. Lo schema a blocchi dell'impianto come illustrato nell'immagine di seguito.

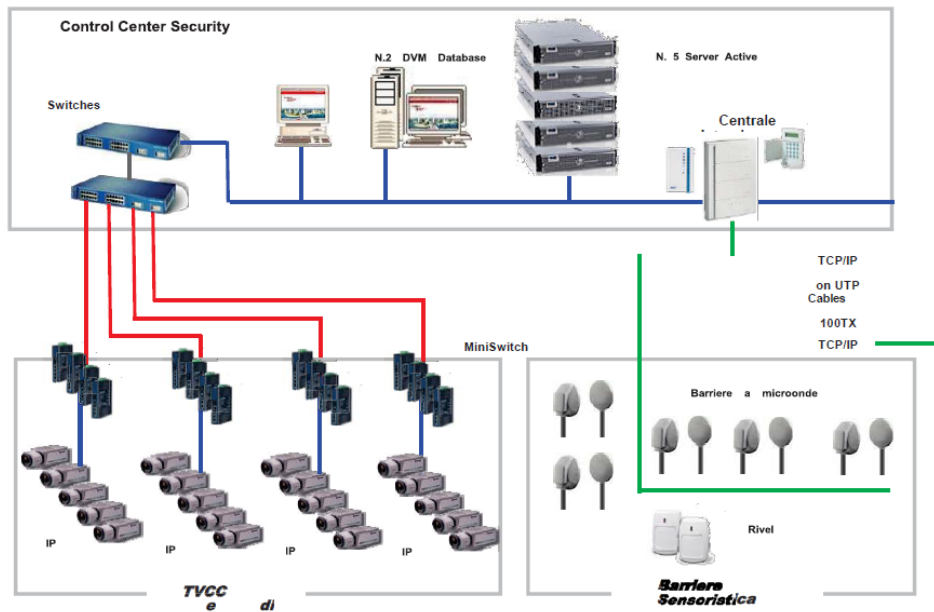


Figura 9: Schema del sistema di sorveglianza

**2.82 ILLUMINAZIONE ESTERNA**

Alcune aree di impianto verranno illuminate in periodo notturno soltanto in caso di rilevamento di un tentativo di intrusione al sito e per permettere un sicuro accesso da parte del personale di impianto. In particolare lungo il perimetro del sito è prevista la realizzazione di un impianto di illuminazione costituito da proiettori a LED installati su pali di altezza 4m fuori terra. Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario.

### 3 SICUREZZA ELETTRICA

#### 3.1 PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI

La protezione contro le sovracorrenti sarà assicurata secondo le prescrizioni della Norma CEI 64-8. In particolare sarà assicurato il coordinamento tra i cavi e i dispositivi di massima corrente installati, secondo le seguenti regole:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

$I_b$	corrente di impiego del cavo
$I_n$	corrente nominale dell'interruttore
$I_z$	portata del cavo
$I_{cc}$	corrente di cortocircuito
$t$	tempo di intervento dell'interruttore
$k$	coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo
$S$	sezione del cavo

#### 3.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Le varie sezioni dell'impianto sono costituite da sistemi di Categoria I. Non essendo presenti circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) né a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento completo delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che per quella in corrente alternata.

#### 3.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante:

- messa a terra delle masse e delle masse estranee;
- scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8;
- ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra.

In particolare, l'impianto rientra nei sistemi di tipo "TN", saranno installati interruttori differenziali tali da garantire il rispetto della seguente relazione nei tempi riportati in tabella I:

$$Z_S \times I_a \geq U_0$$

dove:

$Z_s$	è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
$I_a$	è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la $I_a$ è la corrente differenziale $I_n$ .
$U_o$	tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

$U_o$ (V)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi, il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa. Per prevenire tale eventualità ogni inverter sarà munito di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

#### **4. COLLEGAMENTO ALLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE**

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.

Il parco fotovoltaico sarà collegato alla futura SE di smistamento della RTN mediante costruzione di una linea MT a 30 kV in cavo interrato della lunghezza di circa 600 m dal campo fotovoltaico fino alla stazione d'utenza e mediante un cavidotto a 150 kV dalla stazione d'utenza alla futura SE di trasformazione della RTN a380/150 kV.

La stazione di utenza verrà realizzata in prossimità della futura SE di smistamento della RTN a 150 kV su un'area che corrisponde ad una porzione della particella catastale 69 del fg.15 del comune di Grottole, e sarà costituita da una sezione a 150 kV.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli: dispositivo generale; dispositivo di interfaccia; dispositivo del generatore. Al dispositivo generale + interfaccia non può essere infatti associata anche la funzione di dispositivo di generatore (in pratica fra la generazione e la rete TERNA saranno sempre presenti interruttori in serie tra loro).

##### **4.1 DISPOSITIVO GENERALE**

Il 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.

##### **4.2 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA E COLLEGAMENTO ALLA RETE**

Il dispositivo di interfaccia (DI) 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 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 pregiudicando 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 relé di frequenza, di tensione e, eventualmente, di massima tensione omopolare.



<b>PROTEZIONE</b>
Massima tensione
Minima tensione
Massima frequenza
Minima frequenza
(Massima tensione omopolare $V_0$ )

Per la sicurezza dell'esercizio della rete di Trasmissione Nazionale è prevista la realizzazione di un rinalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il rinalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s, che agirà sul dispositivo di protezione lato MT del trasformatore di utenza. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. In caso di mancata apertura di uno degli stalli di produzione il Dispositivo di Interfaccia comanda l'apertura del Dispositivo Generale che distacca l'impianto fotovoltaico dalla rete di TERNA, contestualmente a questa situazione tutti i Servizi Ausiliari rimangono alimentati dall'UPS.

### **4.3 DISPOSITIVO DEL GENERATORE**

Il dispositivo del generatore è costituito da interruttore o contattore installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione. In condizioni di "aperto", il dispositivo del generatore separa il gruppo dal resto dell'impianto.

### **4.4 GRUPPI DI MISURA**

In un impianto fotovoltaico collegato in parallelo con la rete è necessario misurare:

- ✓ l'energia prelevata/immessa in rete;
- ✓ l'energia fotovoltaica prodotta.

L'impianto fotovoltaico in esame, essendo costituito da 10 sottocampi avrà 10 gruppi di misura dell'energia prodotta, collocati il più vicino possibile all'inverter, concordati anche con il GSE. Il gruppo di misura, ad inserzione indiretta con TA e TV, dell'energia prelevata/immessa in rete sarà ubicato nel locale misure della cabina di consegna a valle del Dispositivo Generale. I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso. I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

**5. SCHEMI DI COLLEGAMENTO**

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema seguente.

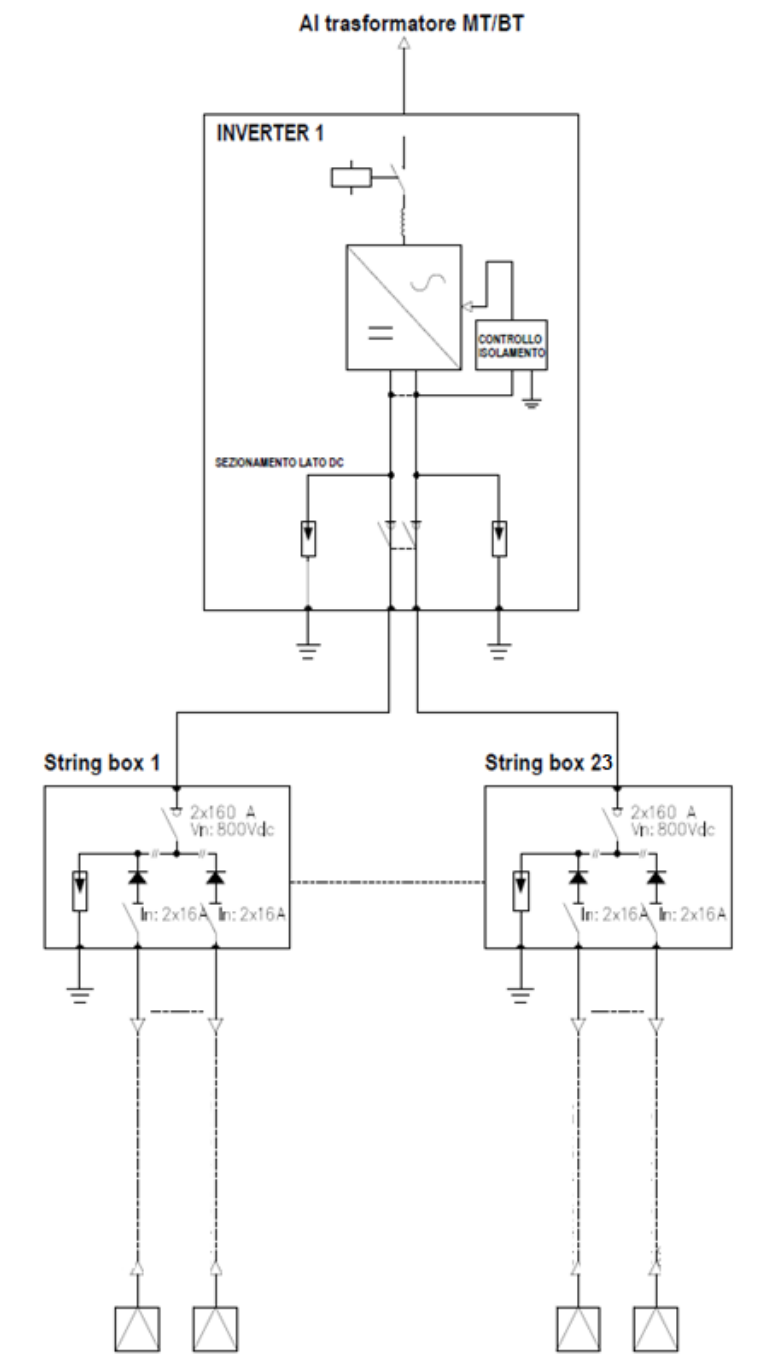


Figura 10: schema unifilare di principio dell'impianto fotovoltaico

## **6. OPERE CIVILI**

### **6.1 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI**

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da tracker monoassiali ad asse orizzontale con i moduli installati su un'unica fila, in verticale, secondo n.3 configurazioni portrait da 78, 52 e 26 moduli fotovoltaici.

Ciascun tracker si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché sono dotati di proprio motore. L'asse di rotazione (asse principale del tracker) è in linea orientato nella direzione nord-sud, con una inclinazione (azimut) di 0°. Piccole rotazioni sono possibili in relazione alla conformazione del terreno. Il range di rotazione completo del tracker è +/-60°. Ogni tracker è costituito da pali che supportano un numero diverso di travi su cui sono fissati i correntini sui quali vengono ancorati i moduli fotovoltaici con bulloni, di cui almeno uno di essi è dotato di un dado antifurto. Il palo centrale è del tipo HEA 160. Su questo palo è fissato il motore sul quale vengono calettate le prime due travi centrali, una a DR e l'altra a SN. Attraverso opportuni giunti sono collegate le travi successive, di diversa lunghezza, che a loro volta, tramite robusti cuscinetti, poggiano su pali a "Z".

Al fine di rendere la struttura solida e robusta, le travi hanno uno spessore diverso che diminuisce dal centro verso l'esterno. Il motore che ruota i pannelli è di tipo a corrente continua ed è controllato dal controller che utilizza una batteria interna da 6 Ah, la cui carica è garantita da un pannellino fotovoltaico da 30W. Il pannellino è montato sopra il motore, mentre il controller è fissato sulla traversa centrale immediatamente accanto al motore. Le travi e le omega sono zincate "Z450"; i pali, i giunti e le teste sono zincati a caldo EN 1461.

Le strutture di supporto vengono posizionate ad un'altezza di circa 2,20 m dal terreno seguendo la giacitura dello stesso e sono infisse al terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche litologiche del suolo. Le fondazioni sono costituite da supporti in acciaio a sezione trapezoidale aperta collocati nel terreno mediante infissione diretta, alla cui sommità verranno collegati tramite bullonatura le strutture del "tracker" di sostegno dei pannelli.

### **6.2 CABINE ELETTRICHE**

Le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibito a locali per la posa dei quadri, degli inverter, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura.

Esse verranno realizzate con struttura prefabbricata in lamiera di acciaio (container) con magrone di fondazione su cui saranno ancorate.

Le cabine elettriche di conversione e trasformazione, ubicate nel campo fotovoltaico come da planimetrie allegata, saranno composte da tre sezioni e conterranno:

- ✓ 1 vano trasformatori MT/BT;
- ✓ 1 vano inverter;
- ✓ 1 vano BT con quadri ed interruttori.

Ciascuna cabina elettrica di trasformazione sarà costituita da manufatti del tipo container prefabbricati in lamiera di acciaio di dimensione 6,058 x 2,438 x 2,896 m (L x l x h), di superficie e cubatura complessivi pari rispettivamente a 15 mq e 45 mc, nelle quali saranno collocati i trasformatori BT/MT.

Esse sono ubicate a ridosso della viabilità interna, pertanto facilmente accessibili.

Il primo scompartimento conterrà l'inverter, le colonne di parallelo ingressi DC meccanicamente connesse all'inverter, le schede data logger per il controllo e la colonna di parallelo ingressi AC al trasformatore con singolo secondario; segue lo scomparto dove sarà installato il trasformatore MT/BT, il locale quadri BT con annessi interruttori e il locale MT per la protezione lato MT del trasformatore.

La struttura sarà autoportante di tipo monolitico, realizzata in lamiera di acciaio verniciata. Saranno utilizzate travi tubolari in acciaio e lamiere corrugate, perfettamente accoppiate, mediante un procedimento semi automatico di saldatura. Il telaio della porta sarà realizzato in profilati di acciaio e saldato al controtelaio fissato sulla struttura del container, la stessa avrà apertura verso l'esterno.

Le pareti saranno realizzate con lamiera metallica di spessore 1,5 mm, saldate a tenuta con il fondo ed il tetto. Il perimetro del tetto sarà costruito con profilati in acciaio, la tamponatura sarà fatta con lamiere grecate a profilo chiuso e garantirà il drenaggio delle acque piovane. Tutte le strutture e le lamiere saranno saldate in continuo tra loro e con la struttura principale. La coibentazione sarà ottenuta mediante pannelli sandwich autoportanti di spessore totale 30 mm, fissati con opportuni profili orizzontali e verticali in acciaio zincato alle strutture. I suddetti pannelli saranno costituiti da lamiere interne ed esterne di spessore 0,5 mm ed avranno un'anima realizzata in poliuretano ad alta densità. Il basamento del container sarà costituito da una struttura perimetrale con profilati UNP e travi intermedie realizzate con pressopiegati con profilo a "C" di spessore 4 mm. Il fondo del container sarà realizzato partendo dall'esterno verso l'interno, da una lamiera di 2 mm, uno strato di coibentazione e una lamiera interna di 3 mm. Saranno saldati sul fondo appropriati supporti per fissare le apparecchiature; per consentire il passaggio dei cavi interni saranno predisposte delle canaline. La fondazione sarà costituita da un magrone dello spessore di 20 cm su cui saranno ancorate le cabine.

Le pareti esterne del prefabbricato potrebbero essere colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, salvo diversa prescrizione degli Enti preposti, mentre le porte d'accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata.

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti.

La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore. I relativi calcoli strutturali sono stati eseguiti in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato.

Per la descrizione particolareggiata del manufatto si rimanda all'elaborato specifico cabina di trasformazione: pianta e sezioni.

Le cabine di campo raccolgono la potenza in BT derivante dalle string box (quadri di parallelo) che viene convertita in alternata dall'inverter e successivamente viene innalzata la tensione a 30 kV dagli appositi

trasformatori. L'energia prodotta viene convogliata, mediante cavo MT, verso la stazione di utenza in cui avverrà l'innalzamento della tensione a 150 kV.

Tutti gli edifici suddetti saranno dotati di impianto elettrico realizzato a norma della legge 37/08. L'accesso alle cabine elettriche avviene tramite la viabilità interna.

La sistemazione di tale viabilità (percorsi di passaggio tra le strutture), sarà realizzata in materiale stabilizzato permeabile. La dimensione delle strade è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell'impianto.

I cavi elettrici BT dell'impianto e i cavi di collegamento MT tra le cabine di trasformazione alla stazione d'utenza saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

## **7. GESTIONE IMPIANTO**

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).

## **8. STAZIONE D'UTENZA**

### **8.1 OPERE CIVILI**

Vengono di seguito precisate la natura e la consistenza delle opere civili, individuati e definiti gli oneri a carico del Fornitore che dovrà progettarle e realizzarle in conformità a quanto indicato nella presente specifica e nei disegni allegati al documento di progetto, alle vigenti normative ed alla legislazione italiana.

La progettazione esecutiva dovrà prevedere indicativamente i seguenti elaborati:

- ✓ planimetria e sezioni della predisposizione dell'area e della viabilità di accesso alla stazione;
- ✓ disegni costruttivi delle opere di contenimento terre e delle eventuali bonifiche geotecniche;
- ✓ planimetria generale delle opere civili (contenenti le strutture e le opere di finitura) di tutte le strutture in calcestruzzo semplice ed armato (normale e prefabbricato), in muratura, in carpenteria metallica e di tutte le opere di completamento e finitura;
- ✓ pianta, prospetti, sezioni e particolari dell'edificio servizi;
- ✓ relazione geotecnica, con verifiche di stabilità, globali e locali, con verifiche di portanza, cedimenti e rotazione delle fondazioni;
- ✓ relazioni di calcolo sulle strutture in cemento armato, in muratura, in carpenteria metallica;
- ✓ relazione illustrativa sui materiali da impiegare nelle costruzioni;
- ✓ planimetria generale della rete di terra;
- ✓ sistema di smaltimento degli scarichi idrici con planimetria generale quotata di tubazioni e pozzetti, planimetria generale quotata dei piazzali, relazione illustrativa sul sistema e sul dimensionamento delle opere
- ✓ computo metrico di dettaglio di tutte le opere civili.

Le opere civili comprenderanno essenzialmente le seguenti lavorazioni:

- ✓ scavi, rilevati, livellamenti, compattazioni ed eventuali opere di sostegno del terreno;
- ✓ opere di consolidamento, sostituzione, bonifica geotecnica del terreno (se necessarie)
- ✓ smaltimento dei materiali di risulta;
- ✓ realizzazione dell'edificio servizi;
- ✓ realizzazione di strade e piazzali;
- ✓ realizzazione dei basamenti in cemento armato;
- ✓ realizzazione della maglia di terra;
- ✓ realizzazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e degli scarichi idrici;
- ✓ realizzazione di cavidotti (in cunicolo in cemento armato e in tubazione di PVC);
- ✓ completamento e finitura delle opere e dell'area della stazione elettrica.

La stazione di trasformazione sarà realizzata a partire dai dati di base, dallo schema elettrico unifilare di principio e dal lay-out indicativo allegati al documento di progetto.

### **8.1.1 AREA DI STAZIONE ED EDIFICIO SERVIZI**

La stazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione di altezza pari a 2500 mm realizzata con pannelli metallici tipo Orsogril su cordolo o muretto di base. Nel documento di progetto potranno essere indicate altre tipologie di recinzione in funzione di eventuali diverse richieste da parte degli enti autorizzanti.

La stazione di trasformazione sarà dotata di ingresso indipendente realizzato tramite cancello metallico e di un impianto antintrusione.

All'interno dell'area di stazione sarà realizzato un edificio servizi, destinato ad alloggiare le apparecchiature di misura controllo e supervisione, nonché tutti i circuiti elettrici in bassa e media tensione; le dimensioni esatte dell'edificio saranno riportate nel documento di progetto.

Al suo interno saranno ubicati tutti gli apparati del sistema di comando e supervisione e dei servizi ausiliari nonché le apparecchiature MT di interfaccia con l'impianto fotovoltaico.

L'edificio dovrà essere conforme alla legislazione vigente, particolarmente nelle località classificate sismiche.

La struttura portante dell'edificio sarà realizzata tramite pilastri, travi e pannelli in cemento armato, opportunamente dimensionati. La copertura sarà anch'essa in cemento armato, adeguatamente impermeabilizzata e coibentata tramite: barriera anti-vapore, pannelli isolanti, guaina bituminosa. Internamente la copertura dovrà essere finita con intonaco a base cementizia.

Sui tutti i lati dell'edificio, all'altezza dell'imposta di copertura, sarà realizzato un aggetto di 500 mm con funzione di pensilina, con intradosso intonacato.

Le pareti esterne dovranno essere formate da muratura in laterizio a cassa vuota con interposti elementi coibenti non alterabili nel tempo. La faccia interna ed esterna delle pareti dovrà essere intonacata. Le pareti interne saranno anch'esse realizzate in laterizio intonacato. Esternamente ed internamente il manufatto sarà tinteggiato con colore da definire.

I serramenti saranno di tipo antisfondamento. Tutte le griglie di aerazione dovranno essere provviste di rete antinsetti. In alternativa alla costruzione in opera, se consentito nell'atto autorizzativo e/o precisato nel documento di progetto, l'edificio potrà essere realizzato con strutture in cemento armato prefabbricato (pilastri, travi, pannelli e pareti) purché approvate specificatamente dal Committente.

Nei locali apparati destinati ai servizi ausiliari ed al sistema di controllo e supervisione, sarà posto in opera un pavimento modulare sopraelevato, mentre nei locali quadro MT e trasformatore servizi sarà realizzato un cunicolo per i cavi MT ed opportuni cavidotti per i collegamenti BT.

L'edificio sarà fornito di impianto antintrusione, di impianto elettrico FM e illuminazione e laddove espressamente richiesti di impianti rilevazione fumo e gas, telefonico, condizionamento e riscaldamento elettrico. Il Fornitore dovrà quotare separatamente le opere in opzione.



### **8.1.2 VIE DI TRASPORTO E PIAZZALI**

Le vie di transito e i piazzali asfaltati saranno composti da:

- ✓ sottofondo in misto di cava dello spessore di 400 mm;
- ✓ base in misto stabilizzato dello spessore di 200 mm;
- ✓ strato di tout-venant bitumato debitamente rullato dello spessore di 70 mm (binder);
- ✓ tappetino d'usura debitamente rullato dello spessore di 30 mm;
- ✓ cordonata in elementi di cemento vibrocompresso;
- ✓ laddove richiesto ricopertura con ghiaino di spessore 10 cm (da quotare come opzione).

La sagoma trasversale della carreggiata e dei piazzali dovrà essere realizzata in tratti rettilinei con pendenza verso i pozzetti di raccolta delle acque meteoriche.

La posa in opera del materiale dovrà essere effettuata con una corretta umidificazione ed un adeguato costipamento, preceduto, se necessario, da un mescolamento per evitare la segregazione; essa non dovrà essere eseguita durante periodi di gelo, di pioggia o su sottofondi saturi di umidità.

La posa in sottofondo deve essere preceduta da accurata costipazione del terreno in posto e, laddove si possa verificare la dispersione del materiale di cava nel terreno, si deve interporre un telo di tessuto non tessuto avente funzione di separazione. Il costipamento degli strati di fondazione e di base dovrà essere eseguito in strati di spessore adeguato al tipo e al rendimento dei mezzi costipanti adoperati, ma in ogni caso non superiore a 300 mm allo strato sciolto.

La dimensione massima dei grani costituenti dovrà essere non maggiore della metà dello spessore finito dello strato costipato, e in ogni caso non superiore a 70 mm negli strati di fondazione e non superiore a 30 mm negli strati di base.

### **8.1.3 MAGLIA DI TERRA**

L'impianto di terra di stazione è costituito essenzialmente da un dispersore intenzionale interrato ad una profondità di circa 800 mm ed immerso in terreno vegetale, a cui saranno collegate le armature di tutte le opere civili (dispersori di fatto), le strutture metalliche e le apparecchiature di impianto.

La posa in opera del dispersore intenzionale ed i collegamenti con i dispersori di fatto sarà realizzata durante i lavori delle opere civili, mentre i collegamenti fra la maglia interrata e tutte le apparecchiature e strutture metalliche emergenti saranno realizzate durante i montaggi elettromeccanici.

### **8.1.4 SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE**

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato a quote variabili in funzione delle pendenze e sarà essenzialmente composto da:

- ✓ pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in piazzale antierba inghiaiato con adeguate pendenze;
- ✓ pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in strade o piazzali asfaltati;

- ✓ tubazioni in PVC serie pesante di vari diametri in funzione delle superfici asservite;
- ✓ pozzi di smaltimento delle acque.

### **8.1.5 CAVIDOTTI**

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi MT e BT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore AT/MT e dei loro ausiliari con il fabbricato servizi.

I vari livelli di tensione dovranno seguire percorsi fisicamente separati. I cavidotti saranno costituiti essenzialmente da:

- ✓ cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- ✓ tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiacati con calcestruzzo Rck 150;
- ✓ pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- ✓ cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

### **8.1.6 FONDAZIONI**

I basamenti saranno realizzati mediante getto in opera di calcestruzzo armato Rck 250÷300 comprensivo di casseforme, armature in Fe B44K, previo magrone di sottofondazione in calcestruzzo Rck. 150.

La fondazione dei trasformatori dovrà essere unica per tutte le tipologie di trasformatori in modo da consentire, senza opere civili aggiuntive, l'installazione di qualsiasi taglia di trasformatore fra quelli previsti.

Al fine di realizzare la raccolta dell'olio che può eventualmente fuoriuscire dal trasformatore dovrà essere prevista o una base in c.a. con vasca di raccolta incorporata o una cisterna interrata separata dalla base del trasformatore e collegata a questa tramite una idonea tubazione; in entrambi i casi la capacità dovrà essere adeguata al volume dell'olio presente all'interno di ogni trasformatore; per tale dimensionamento si considererà la massima taglia prevista per i trasformatori e l'eventuale presenza di più di un trasformatore in olio. Sul lato MT del trasformatore AT/MT dovrà essere predisposta anche la fondazione per il cavalletto di ammarco dei cavi MT che interconetteranno lo stesso trasformatore con il quadro MT dell'impianto fotovoltaico alloggiato nel locale dedicato del fabbricato servizi.

## **8.2 APPARECHIATURE ELETTROMECCANICHE**

### **8.2.1 SCHEMA ELETTRICO E LAYOUT D'IMPIANTO**

Lo schema elettrico della stazione di trasformazione sarà quello indicato negli allegati al documento di progetto. La stazione sarà composta da un montante di trasformazione.

In funzione della zona dove sarà ubicata la stazione di trasformazione (annessa, adiacente o distante dalla stazione RTN, Enel Distribuzione o Altri) il limite di interfaccia con la rete AT potrà essere:

- ✓ terminali AT del sezionatore di sbarra (per stazione annessa);
  - ✓ codolo del TA (stallo di consegna adiacente);
-

- ✓ calate AT dal palo-portale di linea sul TV (stazione distante). In tal caso il palo portale sarà previsto all'interno della fornitura della linea elettrica (con opere civili a cura del proponente dell'impianto).

## 8.2.2 PARAMETRI NOMINALI DI RIFERIMENTO

### GRANDEZZE ELETTRICHE NOMINALI

Le caratteristiche elettriche nominali generali, valide per tutte le apparecchiature AT ed MT sono indicate di seguito:

- ✓ tensione nominale AT: 150 kV (vedi documento di progetto)
- ✓ tensione massima AT: 170 kV (vedi documento di progetto)
- ✓ isolamento AT per impulso atmosferico: 750 kV (verso massa)
- ✓ tensione di tenuta AT a frequenza industriale: 325 kV (verso massa)
- ✓ tensione nominale MT: 30 kV (vedi documento di progetto)
- ✓ tensione massima MT: 36 kV (vedi documento di progetto)
- ✓ isolamento MT per impulso atmosferico: 170 kV
- ✓ tensione di tenuta MT a frequenza industriale: 70 kV
- ✓ frequenza nominale: 50 Hz
- ✓ corrente nominale dell'impianto (vedi documento di progetto)
- ✓ tensione nominale circuiti voltmetrici: 100 V
- ✓ corrente nominale circuiti amperometrici: 5 A
- ✓ tensione di alimentazione ausiliaria in cc: 110 V $\pm$ 10%
- ✓ tensione di alimentazione ausiliaria in ca: 230/400 V.

### DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA

Le distanze di isolamento si basano sugli standard Terna, nel rispetto della Norma CEI 11- 1, utilizzati nelle stazioni RTN:

PRINCIPALI DISTANZE DI PROGETTO	Sez.380 kV (m)	Sez.220 kV (m)	Sez.132/150 kV (m)
Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori in sorpasso (se del caso)	5,50	3,20	2,20
Distanza tra le fasi per l'amarro linee	6,25	3,50	3
Larghezza degli stalli	22	14	11
Larghezza dello stallo dell'interruttore di parallelo (del tipo ad U senza sorpasso sbarre)	44	28	22
Distanza tra le fasi adiacenti di due sistemi di sbarre	11	7,60	6
Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra)	6,50	5,30	4,50
Quota asse sbarre	11,80	9,30	7,5

## CARATTERISTICHE CLIMATICHE

Le caratteristiche climatiche di riferimento per la progettazione della stazione saranno riportate nel documento di progetto dell'impianto.

### 8.2.3 APPARECCHIATURE AT

Le apparecchiature AT saranno del tipo per esterno conformi alle prescrizioni tecniche di TERNA con le seguenti integrazioni tecniche nel seguito elencate per ciascuno dei componenti AT.

Le apparecchiature elettriche AT che costituiscono lo stallo di trasformazione saranno le seguenti:

- ✓ 3 terminali cavo
- ✓ 1 sezionatore con dispositivo di messa a terra;
- ✓ 3 trasformatori di tensione induttivi (TVI) per la misura e contabilizzazione dell'energia (metering);
- ✓ 1 interruttore di montante;
- ✓ 3 scaricatori per la protezione del trasformatore AT/MT,
- ✓ 1 trasformatore AT/MT.

Di seguito sono descritte le caratteristiche principali delle singole apparecchiature facendo riferimento alla tecnologia costruttiva standard "open-air".

Nel caso di situazioni impiantistiche particolari potranno essere prese in considerazione soluzioni alternative ("compatto", "ibrido", "blindato") purché sia garantita la rispondenza alle prescrizioni tecniche e funzionali contenute nelle presenti specifiche e documenti richiamati.

### INTERRUTTORE AT

L'interruttore AT sarà conforme alle prescrizioni TERNA con le seguenti precisazioni:

- ✓ corrente nominale: 2000 A;
- ✓ potere di interruzione: 31,5 kA;
- ✓ potere di stabilimento nominale in c.to c.to: 80 kA;
- ✓ isolatori in porcellana;
- ✓ terminali di collegamento AT in rame stagnato, tipo codolo;
- ✓ comando a molla
- ✓ contatti ausiliari di posizione (6 nc e 6 na) cablati in morsettiera o nel connettore;
- ✓ valvole (una per polo) di scoppio tarate per sovrappressione SF6;
- ✓ valvola di riempimento SF6 per ogni polo
- ✓ manodensostati per SF6 (uno per polo) con due contatti ausiliari SPDT di allarme e blocco per bassa e bassissima pressione;
- ✓ bombola SF6 di primo riempimento e accessori necessari;
- ✓ connettori elettrici unipolari sigillati plug-in su ciascun polo per interconnessione tra interruttore e

- pannello di controllo locale;
- ✓ pannello di controllo locale con grado di protezione IP55, carpenteria in acciaio verniciato o zincato a caldo, completo di portella incernierata con chiusura a chiave, resistenza anticondensa con termostato, dispositivo antipompaggio, relè ausiliari, interruttori magnetotermici di protezione circuiti con contatto ausiliario di posizione cablato in morsettiera.

### **SEZIONATORE AT ORIZZONTALE CON LAME DI TERRA**

Il sezionatore AT sarà conforme alle prescrizioni TERNA con le seguenti precisazioni:

- ✓ corrente nominale: 2000 A;
- ✓ corrente di tenuta al c.to c.to 31,5 kA valore efficace;
- ✓ funzionamento tripolare, a vuoto;
- ✓ isolatori in porcellana;
- ✓ comando manuale
- ✓ 6 nc + 6 na contatti ausiliari di posizione lame di linea cablati in morsettiera o nel connettore;
- ✓ 6 nc + 6 na contatti ausiliari di posizione lame di terra cablati in morsettiera o nel connettore;
- ✓ interblocchi ad elettromagnete per manovra manuale, blocchi a chiave e interblocco meccanico tra lame di linea e di terra;
- ✓ comando motorizzato opzionale (vedi documento di progetto) alimentato a 110 V<sub>cc</sub>.

### **TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO (TVI)**

Il riduttore di tensione induttivo AT sarà conforme alle prescrizioni TERNA con le seguenti precisazioni:

- ✓ tipo monofase induttivo con 1 avvolgimento secondario;
- ✓ tensione primaria ( $V_n / 1,73$ ) V;
- ✓ avvolgimenti secondari ( $100 / 1,73$ ) V - classe 0,2
- ✓ prestazione avvolgimento secondario da definire in funzione dei reali assorbimenti dei
- ✓ carichi e dei collegamenti, in conformità alle prescrizioni TERNA;
- ✓ isolamento in carta impregnata con olio minerale;
- ✓ isolatori in porcellana;
- ✓ terminali di collegamento AT in rame stagnato a codolo;
- ✓ cassetta terminali secondari con grado di protezione IP55, carpenteria in acciaio verniciato o zincato a caldo, completo di portella incernierata con chiusura a chiave; le morsettiere e/o la cassetta saranno del tipo sigillabili.

Il TV sarà fornito completo di certificato di taratura per metering rilasciato da Ente Indipendente.

## **SCARICATORI AT**

Lo scaricatore AT sarà conforme alle prescrizioni TERNA (documento INEPI01017) con le seguenti precisazioni:

- ✓ isolatori in porcellana;
- ✓ terminale di collegamento AT in rame stagnato, del tipo a codolo;
- ✓ terminale di collegamento a terra in rame stagnato;
- ✓ presenza dispositivo conta scariche.

## **TRASFORMATORE AT/MT**

Il trasformatore AT/MT sarà dimensionato in base alla potenza prevista nell'impianto:

- ✓ 20 MVA (ONAN) ÷ 25 MVA (ONAF).

## **CARPENTERIA METALLICA PER APPARECCHIATURE AT**

È compresa la progettazione, la fornitura e il montaggio della carpenteria metallica necessaria alla realizzazione delle strutture previste nella configurazione indicata nel documento di progetto.

La carpenteria metallica, in acciaio zincato a caldo, è rappresentata dai sostegni delle apparecchiature (TA, TV, Scaricatori, ecc.), nonché da profilati in acciaio, copertine cunicoli, bulloneria, piastre e accessori, bulloni di ancoraggio e tiranti di fondazione. Le prescrizioni generali relative ai sostegni sono contenute documento TERNA "Sostegni metallici".

Le operazioni di movimentazione in cantiere della carpenteria di sostegno dovranno essere effettuate adottando tutte le precauzioni necessarie affinché non si danneggi la zincatura; allo scopo si dovranno utilizzare imbragaggi non metallici.

## **ARMADIO DI SMISTAMENTO PER METERING**

In prossimità del TV induttivo dovrà essere installato un armadio di smistamento delle amperometriche e voltmetriche relative ai circuiti di misure dell'energia netta consegnata in rete (metering).

Tale armadio sarà realizzato secondo le prescrizioni contenute nel documento TERNA "Specifiche funzionali e realizzative delle apparecchiature di misura di energia elettrica".

## **8.2.4 SERVIZI AUSILIARI**

### **GENERALITÀ**

I servizi ausiliari (SA) saranno alimentati da uno scomparto della sezione MT di interfaccia con l'impianto fotovoltaico mediante trasformatore MT/BT. Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature che costituiscono i servizi ausiliari sono descritte nel seguito.

### **TRASFORMATORE MT/BT**

Il trasformatore MT/BT sarà ubicato in un ambiente segregato all'interno dell'edificio. Il trasformatore sarà del tipo ad olio ed avrà le seguenti caratteristiche:

- ✓ potenza nominale 100 kVA;
- ✓ numero delle fasi 3;
- ✓ numero degli avvolgimenti 2;
- ✓ frequenza nominale 50 Hz;
- ✓ tensione nominale lato MT 30 kV;
- ✓ tensione nominale lato BT 400 V;
- ✓ prese di regolazione a vuoto lato MT  $\pm 2 \times 2,5 \%$ ;
- ✓ gruppo di collegamento Dyn 11;
- ✓ sistema di raffreddamento AN;
- ✓ perdite a carico max (75° C) < 1700 W;
- ✓ perdite a vuoto max < 500 W;
- ✓ tensione di corto circuito 6 %;
- ✓ massimo livello di rumore max (LPA) < 50 dB;
- ✓ classi ambientali E2, C2, F1.

Il trasformatore sarà completo di golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili, morsetti di messa a terra, targhe caratteristiche, protezione in materiale isolante per le morsettiere di cambio tensione, sistema di monitoraggio e protezione in temperatura.

### **SISTEMA ALIMENTAZIONI PROTETTE**

Tutte le utenze a cui è legata la sicurezza ed il controllo della stazione (sistemi di protezione, comando, misura, teleconduzione, ecc.) dovranno essere alimentate con una tensione "protetta" cioè sempre presente anche in caso di mancanza di tensione sulla rete AT.

Il livello nominale di questa tensione sarà 110 V<sub>CC</sub> e sarà fornita da un sistema composto da batteria e raddrizzatore carica batteria con le caratteristiche di massima indicate nel seguito. Le utenze alimentate da questa tensione dovranno essere idonee a sopportare le variazioni di tensione generate dalla dinamica del sistema (tipicamente - 10% +15%).

## **BATTERIA**

La batteria sarà costituita da accumulatori al Nichel-Cadmio, di tipo a ricombinazione regolato con valvola, adatti ad installazione in ambienti non protetti e conformi alle norme CEI 21-6. La batteria dovrà essere dimensionata per garantire 6 ÷ 8 ore di autonomia in assenza di rete a tutte le utenze "protette" di stazione compresi quelle previsti nelle competenze il committente.

## **RADDRIZZATORE CARICA BATTERIA**

Il raddrizzatore carica batteria sarà realizzato in conformità alle norme CEI 22-5, sarà alimentato a 400/230 Vca ed avrà un'uscita a 110 Vcc. Dovrà essere possibile inoltre derivare un livello c.c. a 48 V, qualora si rendesse necessario.

Sarà realizzato in configurazione doppio mono ramo e dovrà essere dimensionato per erogare contemporaneamente sia la corrente richiesta da tutti carichi di stazione sia la corrente di ricarica della batteria.

## **PANNELLI DI DISTRIBUZIONE 400/230 VCA E 110/48 VCC**

Le alimentazioni delle utenze ausiliarie di stazione, sia in c.a. che in c.c., saranno fornite da due distinti pannelli di distribuzione raggruppati in un unico quadro. Ogni alimentazione sarà protetta da un adeguato interruttore automatico di tipo magnetotermico. Il Fornitore, in base ai carichi alimentati, dovrà definire il tipo, le taglie, le tarature delle protezioni le caratteristiche degli interruttori secondo le norme CEI garantendo il coordinamento e la selettività verticale. Oltre ai carichi di competenza del Fornitore, dal presente pannello dovranno essere alimentate anche le seguenti apparecchiature:

- ✓ Tensione 230 Vca
  - n. 1 alimentazione per quadro MT da 12 A;
- ✓ Tensione a 110 Vcc
  - n. 1 alimentazione per quadro MT da 5 A.
  - n. 1 alimentazione per apparati SRCS da 16 A;
- ✓ Tensione a 48 Vcc
  - n. 1 alimentazione per apparati SRCS da 16 A.

L'energia richiesta dalle utenze per il tempo di sostentamento richiesto (6-8 ore) è di circa 90-100 Ah. Per consentire piccoli interventi di manutenzione, dovrà essere prevista all'interno del quadro, almeno una presa a 400/230 Vca, portata 32 A con interruttore di blocco e fusibile e contenitore isolante con grado di protezione IP 65.



## **IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE**

Sarà compreso nella fornitura l'impianto d'illuminazione interno al fabbricato servizi ed esterno della stazione.

L'impianto d'illuminazione esterno viene realizzato con fari supportati da pali metallici zincati (tipo illuminazione stradale) e sarà suddiviso in due circuiti separati: l'illuminazione di servizio e di lavoro.

L'illuminazione esterna di servizio attivata da crepuscolare (disinseribile) dovrà garantire un grado d'illuminamento sufficiente per raggiungere le diverse strutture della stazione di trasformazione a partire dal cancello d'accesso.

L'illuminazione esterna di lavoro dovrà garantire un adeguato grado d'illuminamento nelle zone dove tipicamente vengono effettuate le manovre come ad esempio la zona interruttori, sezionatori, ecc.

L'impianto d'illuminazione all'interno dei locali del fabbricato servizi sarà realizzato mediante plafoniere fluorescenti opportunamente posizionate nei vari locali.

Un circuito d'illuminazione d'emergenza costituito da plafoniere autoalimentate (complete di batterie tampone) garantirà l'illuminazione di sicurezza dei locali; tali plafoniere dovranno garantire un'autonomia di almeno tre ore.

Le plafoniere d'emergenza saranno complete d'indicazioni grafiche sulla direzione della via di fuga.

La tipologia, le caratteristiche, la posizione ed il numero dei fari e delle plafoniere saranno proposti dal Fornitore che dovrà inoltre definire le zone di lavoro interne ed esterne e indicare il grado d'illuminazione indicativo atteso in tali zone; la soluzione definitiva sarà concordata con il Committente.

## **SISTEMA ANTINTRUSIONE**

La stazione sarà dotata di un sistema antintrusione costituito da interruttori perimetrali (magnetici o microswitch) montati su ogni apertura compreso il cancello d'ingresso alla stazione.

Dovrà essere realizzata una logica di controllo comprensiva di un dispositivo d'esclusione a chiave, posizionato in modo che sia facilmente accessibile.

Il sistema restituirà due segnali rispettivamente di "intrusione in atto" (scatto relè finale) e di "presenza personale" (logica esclusa tramite chiave). Tali segnali dovranno essere inviati anche al previsto centro di controllo.

L'impianto sarà realizzato secondo le norme CEI EN, CEI comitato tecnico 79.

## **SISTEMA DI RILEVAZIONE INCENDIO, TEMPERATURA E GAS**

La stazione sarà dotata di un sistema di rilevazione incendi. Il sistema restituirà almeno i segnali di:

- ✓ segnalazione incendio e/o eccessiva temperatura
- ✓ anomalia sistema.

## **SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO E RISCALDAMENTO ELETTRICO**

Il locale adibito al contenimento dei quadri MT e del trasformatore MT/BT dovrà essere in grado di evacuare il calore prodotto dalle apparecchiature tramite ventilazione naturale o forzata (da attivare tramite termostato solo in caso di condizioni climatiche estreme).

Il locale controllo sarà dotato di un sistema di condizionamento e riscaldamento elettrico realizzato tramite macchine dedicate o a pompa di calore.

Il sistema in oggetto dovrà essere dimensionato in base alla volumetria del locale ed alle fonti di calore in esso presenti (quadri MT e BT, trasformatori, ecc.).

Il sistema restituirà almeno un segnale di anomalia sistema di condizionamento/riscaldamento.

## **PREDISPOSIZIONE IMPIANTO TELEFONICO**

Il Fornitore dovrà realizzare la predisposizione per l'impianto telefonico costituito da:

- ✓ n.1 pozzetto di interfaccia da collocare all'esterno del recinto di stazione, in prossimità del cancello di ingresso, per la connessione con l'impianto del gestore telefonico;
- ✓ cavidotto interrato dedicato con polifera (diametro indicativo 60mm) fra pozzino di interfaccia e ingresso locale controllo;
- ✓ doppino telefonico in partenza dal pozzino di interfaccia sino alla presa telefonica;
- ✓ n. 1 presa telefonica con posizione da concordare con il committente.

### **8.2.5 SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE**

#### **Generalità**

La fornitura comprende il sistema di controllo e supervisione descritto nel seguito.

Le apparecchiature del sistema saranno alloggiate nel locale controllo dell'edificio servizi; nello stesso locale saranno ospitati anche gli apparati di telecontrollo e metering.

L'impianto, non presidiato, sarà telecondotto a distanza dal Centro di Telecontrollo del committente. da cui sarà possibile effettuare anche alcuni comandi essenziali.

La configurazione di dettaglio del sistema di controllo e supervisione dovrà essere definita in fase di progettazione esecutiva in accordo con il committente.

Il sistema di controllo e supervisione (SCS) dell'impianto verrà realizzato, in tecnologia elettromeccanica e/o digitale, con apparati e logiche tali da assicurare le seguenti funzioni principali:

- ✓ comando e controllo;
- ✓ protezione;
- ✓ misura;
- ✓ allarmi, monitoraggio e diagnostica;
- ✓ teleconduzione;

- ✓ metering;
- ✓ analisi transitori e perturbazioni di rete con oscilloperturbografo (opzionale);

Il sistema riguarderà il montante AT, il trasformatore AT/MT ed i servizi ausiliari di stazione ma si dovrà integrare in modo coordinato con il sistema di controllo, protezione e comando della sezione MT.

## **SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO**

Il sistema di comando e di controllo dovrà realizzare essenzialmente le seguenti funzioni:

- ✓ comando degli interruttori AT e MT;
- ✓ visualizzazione degli stati di aperto/chiuso delle apparecchiature AT e MT (interruttori e sezionatori).

Le apparecchiature necessarie a realizzare le funzioni di cui sopra saranno contenute in un quadro sul cui fronte sarà previsto un piccolo sinottico che riproduce lo schema elettrico della stazione.

Sul quadro sarà previsto un manipolatore "locale" / "distante" tramite il quale tutti i comandi relativi all'impianto (sezioni AT e MT) saranno abilitati alla manovra o dallo stesso quadro (locale) o dal posto di teleconduzione (distante).

Il sinottico potrà essere realizzato con tessere a mosaico, su cui saranno inseriti manipolatori di comando, la segnalazione di stato delle apparecchiature controllate e gli indicatori per le misure fondamentali di impianto, ovvero potrà essere realizzato con altri sistemi da definire (display e comandi integrati nei dispositivi di protezione, PC e monitor dedicati, forniti completi di software di sviluppo).

## **SISTEMA DI PROTEZIONE**

In linea di principio il sistema di protezione dovrà prevedere per il montante AT, trasformatore, servizi ausiliari le seguenti funzioni di protettive:

- ✓ 50/51T massima corrente trasformatore AT
- ✓ 59N massima tensione omopolare AT (attiva solo con sistema a neutro isolato)
- ✓ 59 massima tensione AT
- ✓ 27 minima tensione AT
- ✓ 87T differenziale trasformatore
- ✓ 81>/< minima e massima frequenza di rete
- ✓ 79/59 richiusura automatica dell'interruttore AT
- ✓ 97TRbuchholz trasformatore AT/MT
- ✓ 26TRtemperatura olio trasformatore AT/MT
- ✓ 99TRLivello olio trasformatore AT/MT
- ✓ 26TRSC temperatura trasformatore servizi MT/BT Il sistema di protezione dovrà essere in grado di realizzare:

- 2 livelli di intervento per ogni singola funzione protettiva secondo un piano di taratura che sarà definito con il committente e il Gestore della rete elettrica cui la stazione sarà connessa.
- attuare i comandi conseguenti;
- elaborare logiche particolari quali la richiusura dell'interruttore AT al ripristinarsi della corretta tensione di rete;
- restituire le misure elettriche previste;
- fornire segnalazioni di diagnostica interna;
- restituire tutte le informazioni per la supervisione locale e remota a mezzo di collegamento seriale con protocollo da definire.

Il sistema di protezione del montante di trasformazione dovrà essere coordinato con il restante sistema di protezione di impianto in modo da assicurare la dovuta selettività.

Il Fornitore dovrà quindi essere disponibile a collaborare con il committente per la definizione di dettaglio del sistema di protezione e per la stesura del piano di taratura.

## **SISTEMA MISURE**

Le misure elettriche riguardanti il montante trasformatore sono essenzialmente:

- ✓ potenza attiva;
- ✓ potenza reattiva;
- ✓ tensione;
- ✓ corrente;
- ✓ frequenza.

Le misure di cui sopra potranno essere realizzate con convertitori singoli ovvero con apparati digitali integrati (vedi punto seguente) purché siano rispettate le seguenti classi di precisione richieste dal SCT di TERNA:

- ✓ 0,5 % per corrente, tensione e frequenza;
- ✓ 0,5 % per potenza attiva e reattiva.

## **SISTEMA ALLARMI, MONITORAGGIO E DIAGNOSTICA**

L'SCS sarà completo di un sistema di monitoraggio, registrazione cronologica di eventi, oscillografia e diagnostica, in grado di memorizzare e restituire, sia per la loro visualizzazione locale che per l'acquisizione a distanza, i dati relativi alle funzioni di cui sopra.

Il sistema potrebbe essere realizzato utilizzando le capacità risedenti sui dispositivi di protezione multifunzione integrando così in un unico dispositivo tutte le funzioni richieste (protezione, misura, monitoraggio, ecc).

Questa soluzione consentirebbe di ottimizzare, oltre all'impiantistica, anche le interconnessioni necessarie per la teleconduzione dell'impianto riducendole ad un unico collegamento di trasmissione dati con protocollo e modalità di comunicazione da definire. Faranno parte della fornitura i software necessari sia per la

---

configurazione che per la comunicazione.

La definizione di dettaglio del sistema dovrà essere condotta congiuntamente a il committente al fine di realizzare la necessaria integrazione con architetture e apparecchiature già esistenti (apparati di teleconduzione, sezione MT, ecc.) e garantire, per quanto possibile, l'uniformità con sistemi analoghi già in esercizio.

## **SEGNALI PER LA TELE CONDUZIONE**

L'elenco dei segnali previsti per la teleconduzione dell'impianto e le loro caratteristiche tecniche sarà definito in sede di progettazione esecutiva. La restituzione dei segnali per la teleconduzione dell'impianto dovrà realizzarsi mediante protocolli da definire. I comandi provenienti da remoto dovranno comunque essere realizzati a mezzo di logica cablata.

## **METERING**

Il sistema di misura dell'energia netta immessa in rete (metering) sarà realizzato in prossimità del quadro MT posto nella stazione di utenza secondo le prescrizioni contenute nelle regole tecniche di connessione emesse dal gestore della rete (TERNA).

Le voltmetriche saranno derivate da TV esclusivo di tipo induttivo, mentre le amperometriche saranno derivate da un secondario esclusivo.

Le voltmetriche e amperometriche saranno accentrate in un armadio di smistamento posto in prossimità del TV. Le necessarie interconnessioni per l'armadio di smistamento e il contatore, posto all'interno del locale controllo, saranno realizzate secondo le prescrizioni contenute nelle relative norme tecniche di TERNA.

Il contatore, avente caratteristiche come da prescrizioni TERNA e quindi predisposto per la telelettura sia dal sistema TERNA che da quello del committente, fa parte della fornitura.

## **OSCILLOPERTURBOGRAFO (OPZIONALE)**

Qualora la funzione di oscilloperturbografia non possa essere realizzata dal normale sistema SCS, ovvero sussistano particolari esigenze, la funzione sarà realizzata da un apparato distinto opzionale avente le seguenti caratteristiche funzionali minime:

- ✓ Frequenza di campionamento > 1000 Hz;
- ✓ N. 8 ingressi analogici;
- ✓ N. 24 o 48 ingressi digitali a seconda delle necessità dell'impianto (il valore degli ingressi digitali sarà definito in sede di progettazione esecutiva);
- ✓ Capacità di memorizzare gli eventi acquisiti (almeno 25 perturbazioni)
- ✓ Possibilità di restituzione dei dati memorizzati sia da "locale" che da "remoto" in modo automatico o su richiesta, tramite software di interrogazione che farà parte della fornitura.

## **8.2.6 QUADRISTICA, COLLEGAMENTI E CAVETTERIA**

### **QUADRISTICA E MORSETTIERE**

I quadri avranno accessibilità frontale e saranno realizzati con carpenteria metallica finita internamente ed esternamente con ciclo di verniciatura standard adatto ad installazioni industriali.

I quadri dovranno sopportare, senza deformarsi, il peso proprio e delle apparecchiature installate, anche durante il sollevamento ed il trasporto; a tale scopo, dovranno essere predisposti opportuni golfari.

Lo zoccolo di base degli armadi deve essere aperto per il passaggio dei cavi e deve essere predisposto per il fissaggio a pavimento, inoltre deve essere possibile l'installazione con chiusura posteriore addossata e fissata a parete.

Nella parte inferiore degli armadi saranno previsti degli appositi profilati per l'ammarrare cavi a rastrelliera.

Lo smaltimento del calore prodotto dalle apparecchiature dovrà essere assicurato per sola ventilazione naturale; a tale scopo devono essere previste opportune feritoie nella parte inferiore dell'armadio ed una copertura superiore tale da consentire la libera circolazione dell'aria.

Tutti i passaggi per la circolazione dell'aria dovranno essere muniti, nella parte interna, di apposite griglie metalliche antinsetto.

Ogni armadio dovrà essere equipaggiato con un collettore di terra. Tutte le parti metalliche devono essere collegate al collettore di terra tramite conduttori di rame flessibili, di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, isolati con guaina giallo-verde non propagante l'incendio secondo norme CEI 20-22, terminanti con capicorda.

### **COLLEGAMENTI AT**

I collegamenti fra le apparecchiature AT costituenti il montante trasformatore e sbarre potranno essere realizzati in corda di alluminio singola oppure con tubo in lega di alluminio di sezione adeguata alla corrente nominale di impianto che sarà definita nel documento di progetto.

I collegamenti alle varie apparecchiature, le derivazioni e/o giunzioni saranno realizzati utilizzando morsetteria standardizzata adeguata a garantire una connessione/giunzione a regola d'arte, opportunamente dimensionata in base alla corrente nominale transitante nel circuito.

### **CAVI ELETTRICI**

I cavi di potenza, adeguatamente dimensionati, dovranno essere del tipo non propagante l'incendio a norma CEI 20-22.

I cavi MT saranno del tipo isolato in gomma qualità G7 con guaina in PVC livello isolamento 18/30kV del tipo armato.

I cavi BT saranno del tipo isolato in gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16 livello di isolamento 0.6/1 kV.

I cavi di segnale saranno del tipo schermato isolato in gomma qualità G16 con guaina in PVC livello di isolamento

0.6/1 kV.

I percorsi dei cavi MT e BT dovranno essere fisicamente separati ovvero seguire cavidotti diversi specializzati per livelli di tensione.

### **8.3 OPERE ELETTROMECCANICHE**

Le opere elettromeccaniche dovranno essere realizzate in conformità a quanto indicato nella presente specifica e nei disegni allegati al documento di progetto.

Le opere elettromeccaniche comprenderanno essenzialmente:

- ✓ montaggio carpenteria di sostegno delle apparecchiature;
- ✓ montaggio apparecchiature AT;
- ✓ installazione trasformatore AT/MT;
- ✓ esecuzione dell'impianto di terra e collegamenti delle varie apparecchiature e strutture metalliche al dispersore intenzionale;
- ✓ esecuzione di tutti i collegamenti AT, MT, BT e contatore metering.

#### **8.3.1 MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT**

##### **GENERALITÀ**

Le apparecchiature AT (interruttore, sezionatore, TA, TV, scaricatori, isolatori portanti, ecc.), dovranno essere movimentate e montate secondo le indicazioni del Costruttore rispettando i punti di sollevamento; tali operazioni si dovranno effettuare adottando tutte le precauzioni necessarie affinché non si danneggino le parti isolanti in porcellana e l'apparecchiatura in genere.

Il montaggio dei sostegni AT dovrà essere effettuato curando la verticalità e l'allineamento tra i singoli elementi; gli ancoraggi dei sostegni alla base saranno dimensionati in base ai carichi statici e dinamici generati dalle apparecchiature.

##### **TRASFORMATORE AT**

Sarà cura ed onere del Fornitore verificare preventivamente l'idoneità della viabilità per il trasporto e posizionamento in sito delle apparecchiature con particolare riferimento al trasformatore AT/MT.

Sono a carico del Fornitore le eventuali opere di sistemazione della viabilità di accesso sino al sito di installazione del trasformatore.

Sono altresì a carico del Fornitore le procedure autorizzative necessarie al trasporto del trasformatore e dell'olio isolante dal Costruttore all'impianto. In funzione dell'accessibilità del sito di installazione il Fornitore dovrà scegliere la modalità di trasporto del trasformatore. Se il trasformatore verrà trasportato non in assetto di esercizio, sull'impianto si procederà al montaggio dei passanti, del conservatore, degli aerotermini e di tutti gli accessori della macchina. Prima dell'eventuale ripristino del livello dell'olio isolante, si procederà all'analisi

chimico-fisica dell'olio; in caso di presenza di umidità oltre i limiti prescritti, si provvederà al trattamento dell'olio.

### **8.3.2 ESECUZIONE IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra sarà progettato e realizzato in accordo con la norma CEI 11-1 partendo dai dati di resistività del terreno, corrente di guasto sul nodo elettrico e tempo di eliminazione del guasto che saranno riportati nel documento di progetto.

L'impianto di terra sarà costituito essenzialmente da un dispersore intenzionale interrato ad una profondità di circa 800 mm dalla quota del piazzale finito e realizzato in modo da costituire una maglia equipotenziale su tutta l'area in cui insisterà l'impiantistica di stazione.

Alla maglia di terra verranno collegati i dispersori di fatto, costituiti dalle armature metalliche delle opere civili, e tutte le masse e masse estranee facenti parte dell'impianto.

La maglia verrà realizzata con corda in rame nudo, di sezione adeguata alla corrente di guasto da disperdere, mentre tutti i collegamenti di terra saranno realizzati con cavi rispondenti alle norme CEI 7-4, 7-1 di sezione adeguata.

Sarà a cura del Fornitore la fornitura e la posa in opera di tutto quanto necessario (conduttori, morsetteria, collettori di terra, piastre, ecc.) per l'esecuzione dell'impianto a regola d'arte.

Ad opera ultimata, prima dell'inizio delle prove di attivazione della stazione si dovrà procedere alla verifica di continuità dei conduttori (rif. CEI 64-8/6), e alla verifica della resistenza di terra (rif. CEI 11-1, 64-14) nonché alla rilevazione strumentale delle tensioni di passo e di contatto in accordo alle norme CEI 11-1 effettuando le necessarie modifiche correttive all'impianto secondo la norma CEI 11-37 qualora i valori eccedessero i limiti previsti dalla norma.

Qualora la stazione di trasformazione sia confinante con la stazione di connessione, le due maglie di terra dovranno essere interconnesse; saranno a carico del Fornitore tutte le attività di interscambio dati e di coordinamento con il proprietario della stazione di connessione.

### **8.3.3 MONTAGGIO E COLLEGAMENTO DELLE APPARECCHIATURE AUSILIARIE**

Il Fornitore dovrà effettuare il montaggio di tutte le apparecchiature ausiliarie e relativi collegamenti necessari per rendere l'impianto perfettamente funzionante secondo i criteri riportati nella documentazione tecnica di riferimento.

I montaggi dovranno essere eseguiti in conformità alle normative e leggi italiane applicabili e secondo eventuali indicazioni della direzione lavori. Tutte le apparecchiature montate nella stazione dovranno essere contraddistinte con targhette riportanti le stesse sigle indicate nei progetti.

Le connessioni dei cavi ai morsetti dovranno essere realizzate tramite terminali. I terminali per i cavi BT saranno del tipo a compressione, pre-isolati o protetti con guaina termorestringente.



I cavi presso il punto di sfiocciamento saranno fissati con staffe, fascette o altri mezzi equivalenti a supporti di ammarro così da non essere sostenuti dai singoli conduttori connessi ai morsetti.

Non sono ammesse giunzioni o derivazioni dei cavi lungo il loro percorso al di fuori dei quadri o di apposite cassette di giunzione/ derivazione.

I cablaggi saranno realizzati secondo il piano cavi realizzato dal Fornitore e consegnato al committente. I cavi saranno identificati mediante codifica bidirezionale tramite l'inserimento di opportuni codici identificatrici posti su fascette inserite alle estremità degli stessi.

## **9. CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI**

I conduttori utilizzati nell'impianto in oggetto avranno le seguenti caratteristiche tecniche.

### **9.1 CAVI MT**

I cavi per le linee MT a 30kV avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- ✓ Designazione: ARE4H58(AR)EX
- ✓ Grado di isolamento: 18/30kV
- ✓ Tensione nominale: 30kV
- ✓ Conduttori a corda rigida compatta di alluminio
- ✓ Formazioni: come da progetto
- ✓ Sezioni: come da progetto

### **9.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

È richiesta la totale rispondenza alle normative EC 794-1 di seguito elencate:

- ✓ E1, E3, E4, E6, E7, E11, F1;
- ✓ F5 con riferimento alla possibilità del fornitore, di poter eseguire la prova che dimostri che la penetrazione all'acqua, con 0.1 bar di pressione, sia inferiore ad 1 metro in 14 giorni.

Su richiesta del committente, il costruttore deve poter effettuare presso i propri stabilimenti o Istituti riconosciuti, tutti i test sopra prescritti.

### **9.3 GIUNZIONI, TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONI**

#### **9.3.1 GIUNZIONE CAVI MT**

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Convenzionalmente si definisce "giunzione" la giunzione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- ✓ prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità
- ✓ non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale
- ✓ utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

### **9.3.2 TERMINAZIONE ED ATTESTAZIONE CAVI MT**

Tutti i cavi MT posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità.

I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono "terminazioni" e "attestazioni" la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, si devono realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto. Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare: esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).

La maggior parte dei cavi per l'impianto di media tensione a 30kV saranno in alluminio di tipo elica visibile schermati con nastro in alluminio avvolto a cilindro longitudinale.

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo in corrispondenza delle terminazioni.

## **9.4 MODALITÀ DI POSA**

### **9.4.1 GENERALITÀ**

Tutte le linee elettriche ed in fibra ottica oggetto della presente committenza saranno posate in cavidotti direttamente interrati o, dove indicato, posati all'interno di tubi. Il tracciato dei cavidotti è riportato nel documento di progetto.

I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali o alla quota del piano di campagna, saranno posati negli scavi alla profondità di circa 1,0 m. I cavi saranno posati direttamente all'interno di uno strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) di circa 30 cm, su cui saranno posati i tegoli o le lastre copricavo. Un nastro segnalatore sarà immerso nel rimanente volume dello scavo riempito con materiale arido.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente 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 tegoli protettivi;
- ✓ reinterro con terreno di scavo;
- ✓ inserimento nastro per segnalazione tracciato.

Le ulteriori prescrizioni per le opere di tipo civile sono riportate nel capitolato delle opere civili; comunque la posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.

### **9.4.2 MODALITÀ DI POSA DEI CAVI MT**

I cavi MT dell'impianto saranno allettati direttamente nello strato di sabbia vagliata come descritto nel paragrafo precedente. Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- ✓ Tracciato delle linee: il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto
- ✓ Posa diretta in trincea: la posa del cavo può essere effettuato 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.

- ✓ Temperatura di posa: per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C;
- ✓ Sforzi di tiro per la posa: durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro che devono essere applicati ai cavi non devono superare i 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione totale per i conduttori in rame e i 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione totale per i conduttori in alluminio.
- ✓ Raggi di curvatura: il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a quanto descritto nella seguente tabella:

Sigle cavi: ARE4H5(AR)EX FG16R(O)R16 FG16OH2R16	Raggio minimo di curvatura per garantire le caratteristiche elettriche del cavo (cm)							
	3x1x50	3x1x70	3x1x95	3x1x120	3x1x150	3x1x185	3x1x240	3x1x300
Cavo avvolto ad elica	69	69	73	76	78	82	86	95
Sezione del cavo	1x50	1x70	1x95	1x120	1x150	1x185	1x240	1x300
Cavo unipolare	14,8	15,6	22	20,2	22,3	24,5	27,4	29,7

- ✓ Messa a terra degli schermi metallici: lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

**10. CARATTERISTICHE DEL COLLEGAMENTO AT****10.1 CARATTERISTICHE DEL COLLEGAMENTO AT**

Il cavidotto in AT realizza il collegamento tra la nuova stazione d'utenza e la nuova stazione di trasformazione 380 / 150 kV. I conduttori utilizzati nell'impianto in oggetto avranno le caratteristiche tecniche riportate di seguito.

**10.1.1 CAVI AT**

I cavi per le linee AT a 150kV saranno conformi alla normativa CEI 20-66 V1 ed avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- ✓ Designazione: ARE4H5E
- ✓ Grado di isolamento: 170 kV
- ✓ Tensione nominale: 150 kV
- ✓ Conduttori: a corda rotonda compatta di fili di alluminio
- ✓ Formazioni: vedi doc. di progetto
- ✓ Sezioni: vedi doc. di progetto.

**10.1.2 FIBRE OTTICHE**

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche del cavo a fibre ottiche di tipo monomodale adatto alla posa interrata.

**10.1.2.1 CARATTERISTICHE TECNICHE**

	Monomodale
Numero delle fibre	12/24
Tipo di fibra	9/125/250
Diametro del cavo	9 mm
Peso del cavo	75 kg/km circa
Massima trazione a lungo termine	3000 N
Massima trazione a breve termine	4000 N
Minimo raggio di curvatura in installazione	20 cm
Minimo raggio di curvatura in servizio	15 cm

### **10.1.2.2    NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

È richiesta la totale rispondenza alle normative IEC 794-1 di seguito elencate:

- ✓ E1, E3, E4, E6, E7, E11, F1;
- ✓ F5 con riferimento alla possibilità del fornitore, di poter eseguire la prova che dimostri che la penetrazione all'acqua, con 0.1 bar di pressione, sia inferiore ad 1 metro in 14 giorni.

Su richiesta del committente, il costruttore deve poter effettuare presso i propri stabilimenti o Istituti riconosciuti, tutti i test sopra prescritti.

## **10.2       GIUNZIONI, TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONI**

### **10.2.1 GIUNZIONI CAVI AT**

Per le tratte eventualmente non coperte interamente dalle pezzature di cavo AT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Convenzionalmente si definisce “giunzione” l’insieme delle giunzioni unipolari dei tre conduttori di fase e dello schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-66 V1 ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- ✓ prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità
- ✓ non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale
- ✓ utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

### **10.2.2 TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONE CAVI AT**

Tutti i cavi AT posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità. I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori.

L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono “terminazioni” e “attestazioni” la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo. Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, si deve

realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare: esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).

Il cavidotto di collegamento sarà realizzato mediante cavi in alluminio di tipo unipolare schermati armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà messa a terra in uno dei seguenti modi:

- ✓ tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- ✓ tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;
- ✓ tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell'armatura che dello schermo deve avere una sezione di 50mm<sup>2</sup>.

### **10.2.3 TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONE CAVI IN FIBRA OTTICA**

I cavi in fibra ottica dovranno essere terminati su appositi "cassetti ottici" che devono essere forniti e posati in opera secondo le seguenti indicazioni:

- ✓ cassetti da interno a parete con grado di protezione IP41, a 24 fori; devono essere di lamiera metallica verniciata e devono contenere n.2 frontalini standard aventi n.12 bussole tipo ST femmina ciascuno; non è consentito l'utilizzo di un unico frontalino da n.24 bussole. Il cassetto deve avere chiusura meccanica con sportello/i incernierato/i e serratura con chiave; all'interno devono essere presenti n.2 cartelline fermacavo, clips fermacavo e pressacavi in uscita in numero idoneo. Questi cassetti ottici devono essere installati:
- ✓ all'interno della cabina di consegna, nel locale utente, a parete tramite staffe murate od apposite viti ad espansione, in prossimità dell'armadio di sottocampo fotovoltaico (SRCS).
- ✓ all'interno del fabbricato della stazione di utenza nell'apposito locale.

L'attestazione avverrà secondo il seguente schema di massima:

- ✓ posa del cavo, da terra al relativo cassetto ottico, previa eliminazione della parte eccedente, con fissaggio del cavo o a parete o ad elementi verticali con apposite fascette, ogni 0.50 m circa;
- ✓ sbucciatura progressiva del cavo, da eseguire "a regola d'arte";
- ✓ fornitura ed applicazione, su ciascuna fibra ottica, di connettore (connettorizzazione) del tipo a "crimpare", ST maschio 62.5/125 micron, con punta in ceramica, conforme alle normative ISO/IEC



11801 e norme successive;

- ✓ esecuzione della “lappatura” finale del terminale;
- ✓ fissaggio di ciascuna fibra ottica nelle cartelline fermacavo ed inserimento di ciascun connettore nella relativa bussola collocata nel frontalino secondo lo schema della scheda tecnica riportata di seguito, avendo cura di non recare danno alle fibre ottiche stesse.

N. cavo	Colore	N. fibra	N. bussola
A	Red	1	1
	Green	2	2
	Yellow	3	3
	Blue	4	4
	Violet	5	5
	White	6	6
	Red/Black	7	7
	Green/Black	8	8
	Yellow/Black	9	9
	Blue/Black	10	10
	Violet/Black	11	11
	White/Black	12	12

N. cavo	Colore	N. fibra	N. bussola
B	Red	1	1
	Green	2	2
	Yellow	3	3
	Blue	4	4
	Violet	5	5
	White	6	6
	Red/Black	7	7
	Green/Black	8	8
	Yellow/Black	9	9
	Blue/Black	10	10
	Violet/Black	11	11
	White/Black	12	12

## **10.3 MODALITÀ DI POSA**

### **10.3.1 GENERALITÀ**

Tutte le linee elettriche ed in fibra ottica oggetto della presente committenza saranno posate in cavidotti direttamente interrati o, dove indicato, posati all'interno di tubi. Il tracciato dei cavidotti è riportato nel documento di progetto.

I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali o alla quota del piano di campagna, saranno posati negli scavi alla profondità di circa 1,6m. I cavi saranno posati direttamente all'interno di uno strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) o cemento mortar di circa 50 cm, su cui saranno posati i tegoli o le lastre copricavo.

Un nastro segnalatore sarà immerso nel rimanente volume dello scavo riempito con materiale arido.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente 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;
- ✓ reinterro parziale con sabbia vagliata o cemento-mortar;
- ✓ posa dei tegoli protettivi;
- ✓ reinterro con terreno di scavo;
- ✓ inserimento nastro per segnalazione tracciato.

Le ulteriori prescrizioni per le opere di tipo civile sono riportate nel capitolato delle opere civili; comunque la posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.

### **10.3.2 MODALITÀ DI POSA DEI CAVI AT**

I cavi AT dell'impianto saranno allettati direttamente nello strato di sabbia vagliata come descritto nel paragrafo precedente. Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- ✓ Tracciato delle linee: Il tracciato delle linee di alta tensione 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 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 alza-bobine, 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 porta-bobine 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.
- ✓ Temperatura di posa: per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C
- ✓ Sforzi di tiro per la posa: durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro che devono essere applicati ai cavi non devono superare i 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione totale per i conduttori in rame e i 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione totale per i conduttori in alluminio.
- ✓ Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 30 volte il diametro esterno massimo degli stessi.
- ✓ Messa a terra degli schermi metallici: lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

### **10.3.3 MODALITÀ DI POSA DELLA FIBRA OTTICA**

I cavi in fibra ottica dell'impianto saranno allettati direttamente nello strato di sabbia vagliata come dettagliatamente descritto nei paragrafi precedenti. Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- ✓ Tracciato delle linee: il tracciato delle linee in cavo in fibra ottica dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto.
- ✓ Sforzi di tiro per la posa: durante le operazioni di posa, lo sforzo di tiro che può essere applicato a lungo termine sarà al massimo di 3000 N.
- ✓ Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Durante le operazioni di posa è indispensabile che il cavo non subisca deformazioni temporanee. Il rispetto dei limiti di piegatura e tiro è garanzia di inalterabilità delle caratteristiche meccaniche della fibra durante le operazioni di posa. Se inavvertitamente il cavo subisce deformazioni o schiacciamenti visibili, la posa deve essere interrotta e dovrà essere effettuata una misurazione con OTDR per verificare eventuali rotture o attenuazioni eccessive provocate dallo stress meccanico.

Nel caso che il cavo subisca degli sforzi di taglio pronunciati, con conseguente rottura della guaina esterna, deve essere segnalato il punto danneggiato e si potrà procedere alla posa del cavo dopo aver preventivamente isolato la parte di guaina lacerata con nastro gommato vulcanizzante tipo 3M. Le bobine

con ancora avvolto il cavo ottico, vanno manipolate con cura evitando ripetuti spostamenti. Non sono ammesse giunzioni lungo il percorso dei cavi in fibra ottica, se non quelle dovute all'impossibilità di disporre di un'unica pezzatura del cavo.

## 11. PROFILI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 11.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE

#### 11.1.1 LINEE ELETTRICHE IN CORRENTE ALTERNATA IN MEDIA TENSIONE

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

All'interno del cavidotto in esame si trovano due terne di cavi MT isolati a 30 kV di tipo cordato ad elica con conduttori in alluminio, aventi isolamento estruso (HEPR o XLPE) e schermo in rame avvolto a cilindro longitudinale, adatti per posa interrata, e che trasferisce l'intera potenza dell'impianto FV verso la stazione d'utenza.

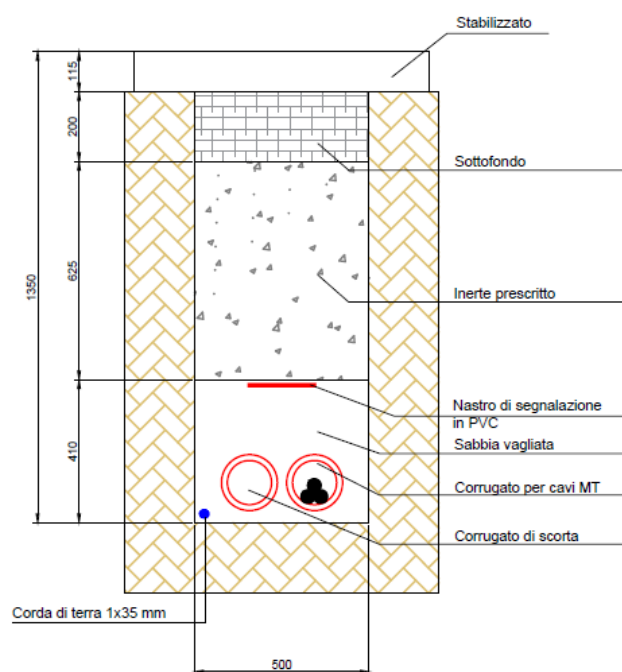


Figura 11: Sezione tipica di posa della linea in cavo

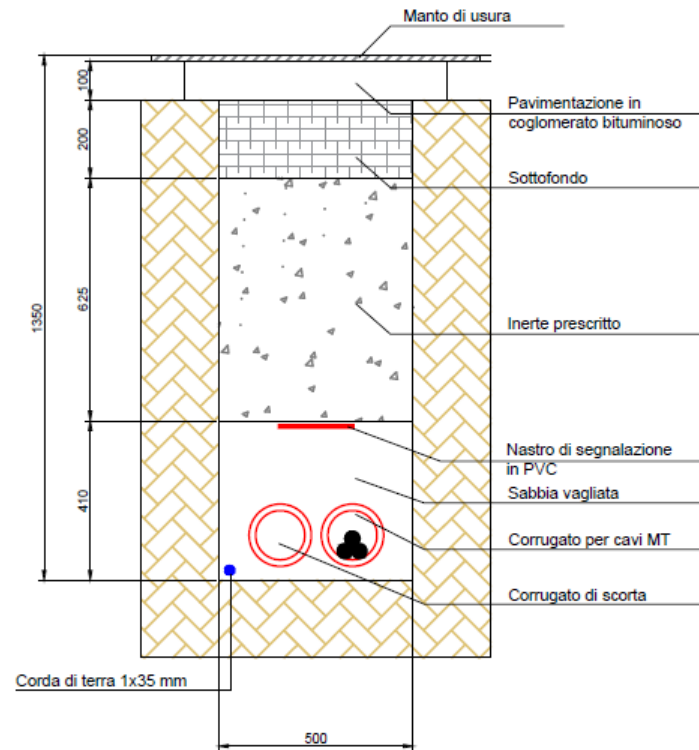


Figura 12: Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale

Nel calcolo, essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi ad elica visibile, ad una profondità di circa 1.2 m, con un valore di corrente pari a 408 A, corrispondente alla portata massima della linea elettrica in cavo, secondo la Norma CEI 20-21.

La configurazione dell'elettrodotta è quella di assenza di schermature e distanza minima dei conduttori dal piano viario. Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a  $3 \mu\text{T}$  in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), pertanto è esclusa la presenza di tali ricettori all'interno della fascia calcolata. Infine, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo, non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in oggetto.