

# ISTANZA DI VIA

(Artt. 23-24-25 del D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)

COMMITTENTE



**SUN LEGACY srl**

Via Nairobi 40  
00144 Roma (RM)  
P.I. 16736831005  
PEC sunlegacy@legalmail.it  
Numero REA RM - 1672772

PROGETTISTI INCARICATI

**Arch. DANIELE CONTICCHIO**

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA DELL'INDUSTRIA N.57  
01100 VITERBO (VT)  
C.F. CNTDNL84B16G148E - P.IVA 02193820566  
tel. +39 3406705346 - mail: danielle.conticchio@gmail.com  
pec: d.conticchio@pec.archrm.it  
Iscritto all'Ordine degli Architetti P.P.C. di Roma e Provincia  
al n. 22831 sez.A

**Ing. MARCO GRANDE**

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA CASILINA NORD N.93  
03100 FROSINONE (FR)  
C.F. GRNMRC71D22D810A - P.IVA 02439640604  
tel. +39 392 5867910 - mail: enstudio71@gmail.com  
pec: marco1.grande@ingpec.eu  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di  
Frosinone al n.1161

**Ing. DANIELE MARRAS**

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA GALASSI N.2  
09131 CAGLIARI (CA)  
C.F. MRRDNL73H22B354N - P.IVA 01033560952  
tel. +39 393 9902969 - mail: danielle@mvprogetti.com  
pec: danielle.marras@ingpec.eu  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di  
Oristano al n. 378

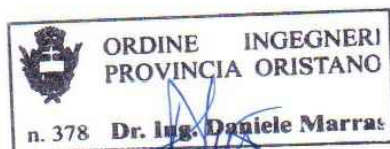
**Ing. LORENA VACCA**

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA GALASSI N.2  
09131 CAGLIARI (CA)  
C.F. VCCLRN75C48H856P - P.IVA 02738080924  
tel. +39 342 0776977 - mail: lorena@mvprogetti.com  
pec: lorena.vacca@ingpec.eu  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di  
Cagliari al n. 4766

## PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

Potenza nominale 40,896 MWp

Località "Sassu" - Comuni di Arborea e Santa Giusta (OR)



TITOLO ELABORATO

## DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00		Definitivo	Maggio 2024		RELAPROG007
REV.		FASE PROGETTUALE	DATA	SCALA	IDENTIFICATORE

## Sommario

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI .....</b>	<b>4</b>
1.1	Generalità .....	4
1.2	Layout dell'impianto .....	4
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE .....</b>	<b>5</b>
2.1	Moduli Fotovoltaici .....	5
2.2	Convertitori di Potenza .....	7
2.3	Trasformatore .....	8
2.4	Strutture di supporto .....	9
2.5	Cavi e quadri di campo .....	13
2.5.a	Cavi .....	13
2.5.b	Quadro di parallelo stringa (SMART STRING BOX) .....	14
2.6	Quadro MT .....	16
2.7	Correnti circolanti nell'impianto .....	16
2.8	Sistemi ausiliari .....	16
2.8.a	Sorveglianza .....	16
2.8.b	Illuminazione .....	18
<b>3</b>	<b>SICUREZZA ELETTRICA .....</b>	<b>19</b>
3.1	Protezione dalle sovracorrenti .....	19
3.2	Protezione contro i contatti diretti .....	19
3.3	Protezione contro i contatti indiretti .....	19
<b>4</b>	<b>COLLEGAMENTO ALLA RETE TRASMISSIONE NAZIONALE .....</b>	<b>21</b>
4.1	Dispositivo Generale .....	21
4.2	Dispositivi di Interfaccia e Collegamento alla Rete .....	21
4.3	Dispositivo del Generatore .....	22
4.4	Gruppi di Misura .....	22
<b>5</b>	<b>SCHEMA DI COLLEGAMENTO .....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>OPERE CIVILI .....</b>	<b>24</b>
6.1	Strutture di supporto dei moduli .....	24
6.2	Cabine elettriche .....	24
<b>7</b>	<b>GESTIONE IMPIANTO .....</b>	<b>26</b>
<b>8.H</b>	<b>STAZIONE D'UTENZA .....</b>	<b>28</b>
8.h.1	OPERE CIVILI .....	28
8.h.1.i	Fabbricato .....	29
8.h.1.i	AREA DI STAZIONE ED EDIFICIO SERVIZI .....	29
8.h.1.ii	VIE DI TRANSITO E PIAZZALI .....	30
8.h.1.iii	MAGLIA DI TERRA .....	31
8.h.1.iv	SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE .....	31
8.h.1.v	CAVIDOTTI .....	31
8.h.1.vi	FONDAZIONI .....	32
8.h.2	APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE .....	32
8.h.2.i	SCHEMA ELETTRICO E LAY-OUT DELL'IMPIANTO .....	32
8.h.2.ii	PARAMETRI NOMINALI DI RIFERIMENTO .....	33
	Caratteristiche climatiche .....	34
8.h.2.iii	APPARECCHIATURE AT .....	34
	Interruttore AT .....	34
	Sezionatore AT orizzontale con lame di terra .....	35

Riduttore di tensione capacitivo (TVC) .....	35
Trasformatore di tensione induttivo (TVI).....	36
Riduttore di corrente (TA).....	36
Scaricatori AT .....	37
Trasformatore AT/MT.....	37
Carpenteria metallica per apparecchiature AT .....	38
Armadio di smistamento per metering .....	38
8.h.2.iv SERVIZI AUSILIARI .....	38
Generalità .....	38
Trasformatore MT/BT .....	38
Sistema alimentazioni protette .....	39
Batteria .....	39
Raddrizzatore carica batteria .....	39
Pannelli di distribuzione 400/230 Vca e 110/48 Vcc .....	40
Impianto d'illuminazione .....	40
Sistema antintrusione.....	41
Sistema di rilevazione incendio, temperatura e gas .....	41
Sistema di condizionamento e riscaldamento elettrico.....	41
Predisposizione impianto telefonico .....	42
8.h.2.v SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE .....	42
Generalità.....	42
Sistema di comando e controllo.....	43
Sistema di protezione.....	43
Sistema misure .....	44
Sistema allarmi, monitoraggio e diagnostica.....	44
Segnali per la tele conduzione .....	45
Metering.....	45
Oscilloperturbografo (Opzionale).....	45
8.h.2.vi QUADRISTICA, COLLEGAMENTI AT E CAVETTERIA .....	46
Quadristica e morsettiere .....	46
Collegamenti AT .....	46
Cavi elettrici.....	47
<b>8.h.3 OPERE ELETTROMECCANICHE.....</b>	<b>47</b>
8.h.4 MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT .....	47
Generalità.....	47
Trasformatore AT.....	48
8.h.5 ESECUZIONE IMPIANTO DI TERRA .....	49
8.h.6 MONTAGGIO E COLLEGAMENTO DELLE APPARECCHIATURE AUSILIARIE .....	49
<b>9 CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI MT .....</b>	<b>51</b>
9.1 Cavi MT.....	51
9.2 Normativa di riferimento.....	51
9.3 GIUNZIONI, TERMINAZIONI ED ATTESTAZIONI.....	51
9.3.a Giunzione cavi MT .....	51
9.3.b Terminazione ed attestazione cavi MT.....	52
9.4 MODALITA' DI POSA.....	53
9.4.a Generalità .....	53
9.4.b Modalità di posa dei cavi MT .....	54
<b>10 CARATTERISTICHE DEL COLLEGAMENTO AT .....</b>	<b>56</b>
10.1 CARATTERISTICHE DEL COLLEGAMENTO AT .....	56
10.1.i Cavi AT .....	56
10.1.ii Fibre ottiche .....	56
10.2 Giunzioni, terminazioni ed attestazioni .....	57
10.2.i Giunzioni cavi AT.....	57
10.2.ii Terminazione ed attestazione cavi AT .....	58
10.2.iii Terminazione ed attestazione cavi in fibra ottica .....	59
10.3 modalità di posa .....	60
10.3.i Generalità .....	60

10.3.ii	Modalità di posa dei cavi AT .....	61
10.3.iii	Modalità di posa della fibra ottica .....	62
<b>11</b>	<b>PROFILI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....</b>	<b>64</b>
<b>11.1</b>	<b>CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE .....</b>	<b>64</b>
11.1.a	Linee elettriche in corrente alternata in media tensione.....	64
11.1.b	Stazione elettrica d'utenza .....	69
11.1.c	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione .....	72

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

### **1.1 Generalità**

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto da 40,896 MWp circa per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica e opere di connessione ed infrastrutture annesse da cedere alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) 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).

L'impianto, denominato "SUN LEGACY", è di tipo ad inseguitore monoassiale, a terra e non integrato, connesso alla rete (grid-connected) in modalità trifase in media tensione (MT).

Si tratta di un impianto con sistema ad inseguitore solare monoassiale, con allineamento dei moduli in direzione nord-sud e tilt di est-ovest variabile da  $-45^{\circ}$  a  $+45^{\circ}$  sull'orizzontale, montati su apposite strutture metalliche.

### **1.2 Layout dell'impianto**

L'impianto fotovoltaico prevede i seguenti elementi:

- 218 trackers ciascuno alloggiante 8 moduli fotovoltaici, 126 trackers da 16 moduli, 140 trackers da 32 moduli, 87 trackers da 48 moduli e 706 trackers da 64 moduli;
  - Un totale di 57.600 moduli in silicio monocristallino della tipologia Mysolar-GOLD-HJT-bifacial modello MS710N-HJTGB da 710 Watt, per una potenza complessiva di 40,896 MWp;
  - n. 6 cabine di trasformazione da ubicare all'interno della proprietà secondo le posizioni indicate nell'elaborato planimetria impianto, oltre a 1 cabina di parallelo e 1 cabina di consegna che svolge anche la funzione di cabina ausiliare;
  - n. 6 inverter della SMA del tipo SUNNY CENTRAL 4400-6000EV.
- 
- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in MT;

- aree di stoccaggio materiali posizionate in diversi punti del parco, le cui caratteristiche (dimensioni, localizzazione, accessi, etc) verranno decise in fase di progettazione esecutiva;
- cavidotto interrato in MT (20kV) di collegamento tra le cabine di campo e la cabina d'impianto e da quest'ultima fino alla stazione di utenza;
- stazione di utenza da ubicarsi all'interno del lotto d'impianto comprendente punto di consegna, gruppo di misura, ecc;
- retetelematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem o tramite comune linea telefonica.

## **2 CARATTERISTICHE TECNICHE**

### **2.1 Moduli Fotovoltaici**

Il dimensionamento di massima sarà realizzato con un modulo fotovoltaico composto da 132 celle fotovoltaiche in silicio monocristallino ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 710 Wp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 57.600 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 40,896 MWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti è la seguente:

## SPECIFICATIONS (STC\*)

Module Type	MS690N-HJTGB	MS695N-HJTGB	MS700N-HJTGB	MS705N-HJTGB	MS710N-HJTGB
	STC	STC	STC	STC	STC
Maximum Power (Pmax)	690Wp	695Wp	700Wp	705Wp	710Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.80V	41.95V	42.10V	42.25V	42.40V
Maximum Power Current (Imp)	16,51A	16,57A	16,63A	16,69A	16,75A
Open-circuit Voltage (Voc)	49,82V	49,95V	50,13V	50,29V	50,44V
Short-circuit Current (Isc)	17,31A	17,37A	17,43A	17,49A	17,55A
Module Efficiency STC (%)	22,21%	22,37%	22,53%	22,69%	22,86%
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C				
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)				
Maximum Series Fuse Rating	30A				
Power Tolerance	0~+6W				
Temperature Coefficients of Pmax	-0,260%/°C				
Temperature Coefficients of Voc	-0,240%/°C				
Temperature Coefficients of Isc	0,040%/°C				
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	42,30±2°C				

## REAR SIDE POWER GAIN (BIFACIAL OUTPUT, FOR 700W)

Power Gain	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Maximum Power (Pmax)	735Wp	770Wp	805Wp	840Wp	875Wp	910Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	42,10V	42,10V	42,10V	42,10V	42,10V	42,10V
Maximum Power Current (Imp)	17,45A	18,28A	19,12A	19,95A	20,78A	21,62A
Open-circuit Voltage (Voc)	50,13V	50,13V	50,13V	50,22V	50,22V	50,22V
Short-circuit Current (Isc)	18,30A	19,17A	20,04A	20,92A	21,78A	22,65A

**NMOT\*** (Nominal Module Operating Temperature):  
Irradiance 800W/sqm, Ambient Temperature 20°C, AM 1.5, Wind Speed 1m/s

\*Power measurement tolerance: -/+3%

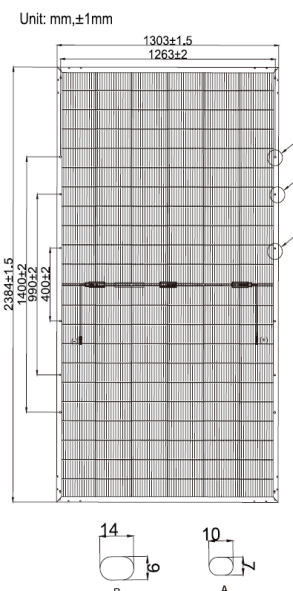
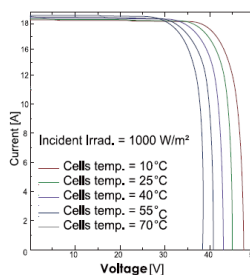
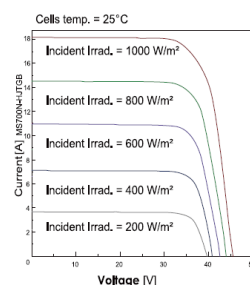
### Mechanical Characteristics

Cell Type	N-type HJT 210×210mm
No. of cells	132 (6*22)
Dimensions	2384×1303×35mm (±1mm)
Weight	38.80KG ±2%
Glass	2.0mm Anti-Reflection Coating, High Transmission, Tempered Glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68 Rated, 3 diodes
Cable & Connector	4mm <sup>2</sup> cable: +1.4m/-1.4m or +0.3m/-0.3m or Customized, MC4 compatible

### Packaging Info

(Two pallets = One stack)

31 pcs/pallet, 558 pcs/40'HQ Container



## 2.2 Convertitori di Potenza

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili. Nel caso specifico, verranno installati 6 inverter MV Power Station 6000 (uno per campo) prodotti da SMA avente le seguenti caratteristiche:

<b>Ingresso CC</b>	
Tensione d'ingresso massima	1500 V
Corrente d'ingresso massima	2 x 3200 A
Numero ingressi CC	2 x 24 bipolare protetta (2 x 32 A unipolare protetta)
Valori di fusibili disponibili (per ciascun ingresso)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
<b>Uscita CA</b>	
Potenza CA standard a +35 °C / +40 °C / +45 °C*	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
Potenza CA opzionale a +35 °C / +50 °C / +55 °C*	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
Tensione nominale CA	11 kV a 35 kV
Tolleranza sulla tensione CA	±10 %
Frequenza di rete CA	50 Hz / 60 Hz**
Gruppi di commutazione del trasformatore	Dy11y11 / YNd11d11**
Corrente d'uscita massima a 33 kV	105 A
Fattori di distorsione massimo	< 3 %
Fattore di potenza alla potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile	1 / 0,8 induttivo a 0,8 capacitivo



<b>Uscita CA</b>	
Fasi di immissione	3
* Dato riferito all'inverter; dipende dall'opzione a 1000 m	
** Opzionale	
<b>Grado di rendimento</b>	
Grado di rendimento massimo*	98,7 %
Grado di rendimento europeo*	98,6 %
Grado di rendimento CEC*	98,5 %
* Dato riferito all'inverter	
<b>Dati generali</b>	
Larghezza x altezza x profondità (dimensioni di trasporto)	12192 mm x 2896 mm x 2438 mm
Peso	< 26,0 t
Autoconsumo massimo*	< 16,2 kW
Autoconsumo con carico parziale*	< 3,6 kW
Autoconsumo medio*	< 4,0 kW
Consumo in standby*	< 740 W
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (non condensante)	15% a 95%
Altitudine operativa massima s.l.m.	1000 m
Altitudine operativa massima s.l.m. con opzione "Installazione in quota"	2000 m / 3000 m / 4000 m
Fabbisogno d'aria fresca	20000 m <sup>3</sup> /h
Grado di protezione vano a media tensione e vano a bassa tensione secondo IEC 60529	IP23D
Grado di protezione componenti elettronici inverter	IP65
Grado di protezione canale rotaia conduttrice fra inverter e trasformatore MT	IP54
* Dato riferito all'inverter	

## 2.3 Trasformatore

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno della potenza di 1250 KVA a singolo secondario ed avranno una tensione al primario di 20kV, mentre al secondario di 270V.

Ognuno di essi sarà alloggiato all'interno di una cabina di trasformazione in accoppiamento con due inverter di competenza e presentano le seguenti caratteristiche comuni:

- -- frequenza nominale 50 Hz
- -- campo di regolazione tensione maggiore +/-2x2,5%
- -- livello di isolamento primario 1,1/3 V
- -- livello di isolamento secondario 24/50/95
- -- simbolo di collegamento Dyn 11
- -- collegamento primario stella+neutro

- -- collegamento secondario triangolo
- -- classe ambientale E2
- -- classe climatica C2
- -- comportamento al fuoco F1
- -- classe di isolamento primarie e secondarie F/F
- -- temperatura ambiente max. 40 °C
  
- -- sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari 100/100 K
- -- installazione interna
- -- tipo raffreddamento aria naturale
- -- altitudine sul livello del mare  $\leq 1000\text{m}$
- -- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- -- livello scariche parziali  $\leq 10 \text{ pC}$



Figura 3 Foto trasformatore e relativo box di contenimento

## 2.4 Strutture di supporto

Per quanto riguarda la sistemazione e l'ancoraggio dei moduli costituenti il generatore fotovoltaico, è previsto l'utilizzo di un sistema di supporto modulare, sviluppato al fine di ottenere un'alta integrazione estetica ad elevata facilità di impiego e di montaggio dei moduli fotovoltaici incorniciati, realizzati in profilati di alluminio e bulloneria in acciaio.

Le strutture di sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in CLS, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri

carichi accidentali. I trackers (a sostegno dei pannelli) sono costituiti da pali aventi un'altezza al mozzo di 2,25 metri, mentre l'asse orizzontale nord sud ruota durante l'arco del giorno da  $-45^\circ$  a  $+45^\circ$  in modo tale che il punto più basso del pannello disti 1,504 m da terra e viceversa 3,19 m nel punto più alto.

Ciascuna delle file di moduli fotovoltaici risulterà sorretta da quattro profili trasversali in alluminio i quali, a loro volta, saranno vincolati al telaio sottostante per mezzo di opportuni ganci.

Le strutture che sostengono i moduli fotovoltaici verranno posizionate in file contigue, compatibilmente con le caratteristiche plano altimetriche puntuali del terreno; la distanza tra le file è stata valutata, al fine di evitare mutui ombreggiamenti tra i moduli, di 4,5 m agli assi.

Le strutture di supporto dei moduli rispettano le disposizioni prescritte dalle Norme CNR-UNI, circolari ministeriali, etc. riguardanti le azioni dei fenomeni atmosferici, e le Norme vigenti riguardanti le sollecitazioni sismiche.

### **Logistica**

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

### **Materiali**

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

### **Costruzione**

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

### **Calcoli statici**

Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate

conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologica,  
Traverse rapportate alle forze di carico, Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi.  
Nell'elaborato specifico vengono riportate pianta, prospetto e sezioni della struttura di supporto. Di seguito si riportano delle rappresentazioni della struttura di supporto.



Figure 3-4 – Rappresentazione tipo della struttura di supporto



Figure 5-6 – impianti con viabilità interna

## 2.5 Cavi e quadri di campo

### 2.5.a 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 ( $I_z$ ) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Cavo di collegamento dei moduli di stringa  $S=6 \text{ mm}^2$        $I_z (60 \text{ C}^\circ) = 70\text{A}$

Cavi di collegamento delle string box alle DC Parallel, quest'ultime meccanicamente connesse al SMA

(inverter):

S=10 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 98 A S=16 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 132 A S=25 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 176 A S=35 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 218 A S= 50 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 276 A S=70 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 347 A S=95 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 416 A S=120 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 488 A S=150 mm<sup>2</sup> Iz (60 C°) = 562 A

Altri cavi

Cavi di media tensione: ARE4H1R 18/30 kV Cavi di potenza AC: FG7OH2R 06/1,5 kV Cavi di alimentazione AC: FG7OR

Cavi di comando: FG7OR Cavi di segnale: FG7OH2R

Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet

## 2.5.b Quadro di parallelo stringa (SMART STRING BOX)

Le stringhe verranno collegate alle cassette di parallelo della SMA modello STRING COMB 1000V ubicate su appositi supporti alloggiati sotto le strutture, protetti da agenti atmosferici, e saranno realizzati in policarbonato ignifugo, dotato di guarnizioni a tenuta stagna grado isolamento IP65 cercando di minimizzare le lunghezze dei cavi di connessione.

I suddetti quadri di campo realizzano il sezionamento ed il parallelo delle stringhe dei moduli provenienti dal campo fotovoltaico. All'interno saranno presenti dispositivi di sezionamento, fusibili ed il monitoraggio della corrente per ogni stringa, inoltre è predisposto un modulo per la comunicazione seriali dei dati inerenti l'array ad un sistema SCADA.

Esse disporranno al loro interno dell'elettronica necessaria per il cablaggio nonché protezione contro scariche provocate da fulmini e rotture dei moduli stessi. Dalle cassette di derivazione partiranno i cavi di collegamento (rivestiti in pvc o in gomma) fino alla cabina di trasformazione in cui sono contenuti gli inverter. Il collegamento degli array all'inverter verrà realizzato con cavi della sezione minima di 2x1x50 mmq del tipo FG7R doppio isolamento posati in tubi o canali per proteggerli dai raggi ultravioletti. Tutti i cavi utilizzati sono rispondenti alla norma CEI 20-22.

Le cassette di parallelo stringhe presentano le seguenti caratteristiche:

- -- sistema di comunicazione seriale completamente integrato con il sistema di telecontrollo SMA, con segnalazione di allarme in caso di perdita di comunicazione;
- -- misura della corrente di ogni singola stringa;

- -- rilevazione del mismatch e perdita di performance;
  - -- antifurto 24/24h a misura di impedenza di stringa (opzionale);
  - -- allarmi di apertura stringa e scarsa performance delle stringhe;
  - -- due misure ambientali indipendenti (es. irraggiamento, temperatura, direzione velocità del vento),
  - -- autodiagnostica avanzata;
  - -- contatto di segnalazione stato dell'interruttore DC;
  - -- cassetta di parallelo stringhe con grado di protezione IP65;
  - -- possibilità di connettere da 8 a 24 stringhe;
  - -- connettori multicontact di serie;
  - -- interruttore DC sotto carico;
  - -- bobina di sgancio a lancio di corrente per installazioni su tetto secondo prescrizioni VV.FF.;
  - -- scatola in policarbonato ignifuga e resistente ai raggi UV;
- fusibili installabili anche sul polo negativo, utilizzando le cassette di espansione fusibili fuse box (opzionale).

Le Protezioni di Sovratensione sono costituite dalla connessione a Y di due SPD (Surge Protective Device) a varistore connessi tra i poli del campo fotovoltaico e una SPD (Surge Protective Device) spinterometrico tra punto comune a terra. L'SPD (Surge Protective Device) è un dispositivo di protezione da sovratensioni di classe II dotato di contatto di telesegnalazione. I dispositivi di protezione sono del tipo a innesto in modo da agevolare la sostituzione degli SPD a seguito di un guasto.



## 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 da 1MVA (fatta eccezione per quelle ritenute trascurabili).

Tipologia corrente	I [A]
Corrente massima SSB - Cabina	103
Corrente max di fascio di cavi	13 x 103
Correnti all'impianto dati	trascurabili
Correnti ai sistemi di sicurezza	trascurabili
Corrente max illuminazione perimetrale	32
Corrente BT cc ingresso inverter	825
Corrente BT ac uscita inverter	1069
Corrente BT ac totale ingresso trasformatore	2138
Corrente MT da cabina di trasformazione di 1000kVA alla cabina di consegna	19

## 2.8 Sistemi ausiliari

### 2.8.a Sorveglianza

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- N. 182 telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 40 m circa;
- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonic, 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.

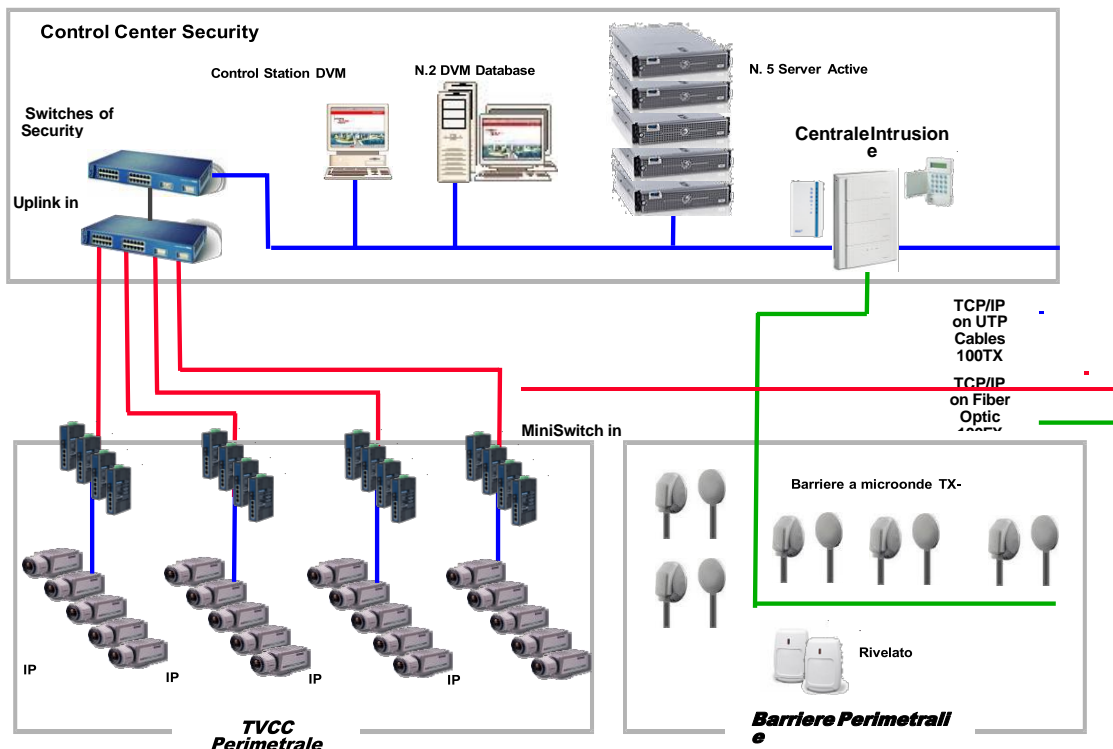
Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badge 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 è il seguente.



**Figura 9:** Schema del sistema di sorveglianza

## 2.8.b Illuminazione

L'impianto di illuminazione esterno sarà costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale
- Illuminazione esterno cabina

Tali sistemi sono di seguito brevemente descritti.

### Illuminazione perimetrale

Tipo lampada: LED, Pn = 25W Tipo armatura: proiettore direzionabile

Numero lampade: 2000

Numero palificazioni: 182

Funzione: illuminazione stradale notturna e anti-intrusione

Distanza media tra i pali: circa 40m

In fase di progetto esecutivo potranno essere apportati miglioramenti ai rapporti tra gli illuminamenti minimi e massimi e l'illuminamento medio.

### Illuminazione esterno cabina

- Tipo lampade: LED 15 W;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, forma ogivale;
- Numero lampade: 4;
- Modalità di posa: sostegno su tubolare ricurvo aggraffato alla parete. Posizione agli angoli di cabina;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

### 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2, \text{ dove:}$$

$I_b$  = 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:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

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  $I_{\Delta n}$ .

$U_0$  tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

Tab. I **Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

$U_0(V)$	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 garantito 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 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, mediante un cavidotto interrato della lunghezza di poche decine di metri uscente dalla cabina d'impianto alla tensione di 30kV, sarà collegato in media tensione alla sottostazione di utenza denominata "SUN LEGACY", e da questa in antenna per una lunghezza di circa 10.855 m alla stazione elettrica della RTN esistente.

La stazione di utenza verrà realizzata nel comune di Arborea (OR) all'interno del comparto del parco fotovoltaico in progetto, su un'area di circa 1.800 m<sup>2</sup> meglio individuata negli elaborati grafici, e sarà costituita da una sezione a 150 kV con isolamento in aria.

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 Dispositivi 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 relè di frequenza, di tensione ed, eventualmente, di massima tensione omopolare

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

Per la sicurezza dell'esercizio della rete di Trasmissione Nazionale è prevista la realizzazione di un ricalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia.

Il ricalzo 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:

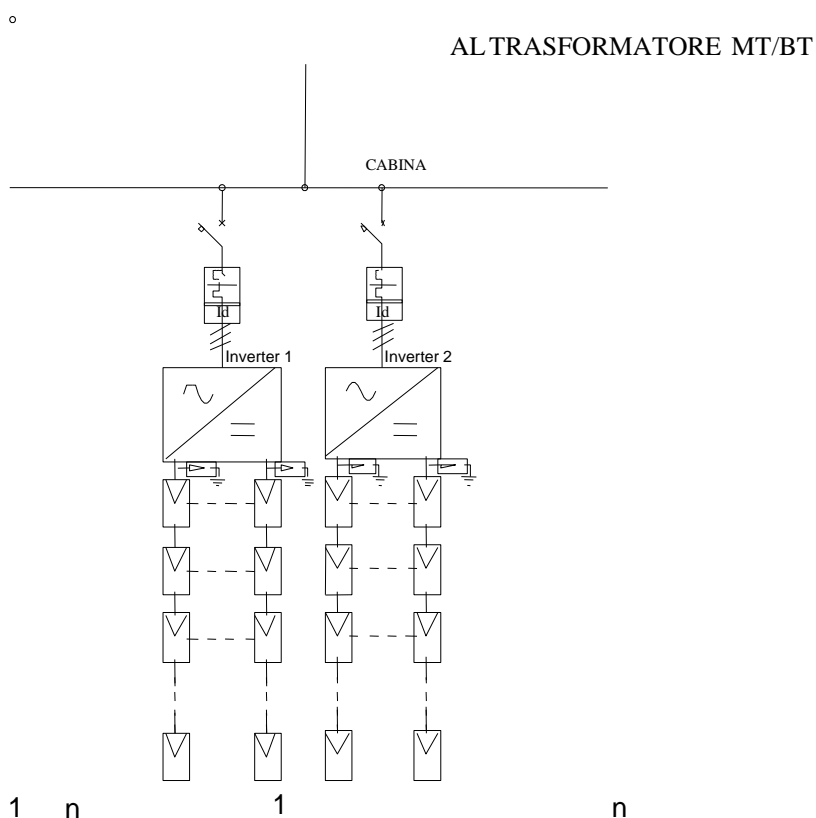
- L'energia prelevata/immessa in rete;
- L'energia fotovoltaica prodotta.

L'impianto fotovoltaico in esame, essendo costituito da 7 campi, avranno 6 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/impressa 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 SCHEMA 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 sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in CLS, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali. I trackers sono costituiti da pali, aventi un'altezza al mozzo di 2,25 metri, mentre l'asse orizzontale nord sud ruota durante l'arco del giorno da  $-45^\circ$  a  $+45^\circ$ .

### **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 con vasca di fondazione.

Le cabine elettriche di trasformazione, situate all'interno del campo fotovoltaico come da planimetrie allegate, saranno composte da tre sezioni e conterranno:

- 1 vano per i 2 inverter;
- 1 vano trasformatore MT/BT;
- 1 vano per la protezione lato MT del trasformatore.

Ciascuna cabina elettrica di trasformazione sarà costituita da due manufatti affiancati la cui superficie complessiva sarà di circa 30,5 mq (12,2 x 2,50 metri) aventi un'altezza di 2,90 m, per una cubatura di circa 530,70 mc.

L'accesso alla cabina elettrica di trasformazione avviene tramite la viabilità interna.

Le strutture previste saranno prefabbricate in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli di spessore 80 mm e solaio di copertura di 100 mm realizzati con armatura in acciaio FeB44K e calcestruzzo classe Rck 400 kg/cmq. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi MT/BT.

La rifinitura della cabina comprende:

- -- impermeabilizzazione della copertura con guaina di spessore 4 mm;
- -- imbiancatura interna con tempera di colore bianco;
- -- rivestimento esterno con quarzo plastico;
- -- impianto di illuminazione;

- -- impianto di terra interno realizzato con piattina in rame 25x2 mm;
- -- fornitura di 1 kit di Dispositivi di Protezione Individuale;
- -- porte metalliche di mm 1200x2300 con serratura.

La cabina sarà costituita da 3 locali compartimentali adibiti rispettivamente a locale inverter, locale trasformatore e locale quadri MT.

Il primo locale conterrà i 2 inverter della SMA SUNNY CENTRAL, due colonne di parallelo ingressi DC meccanicamente connesse agli inverter, due schede data logger per il controllo e la colonna di parallelo ingressi AC al trasformatore con singolo secondario; il locale di trasformazione conterrà il trasformatore BT/MT a singolo secondario ed infine il locale quadri conterrà la protezione lato MT del trasformatore.

Le pareti esterne del prefabbricato verranno 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.

La cabina di impianto raccoglie tutti i cavi provenienti dalle cabine di trasformazione e convoglia l'energia prodotta dall'impianto, tramite un elettrodotto interrato in media tensione (MT), alla

stazione di utenza da qui immessa sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

La costruzione della cabina verrà realizzata in calcestruzzo armato e sarà posizionata nella zona centrale dell'impianto, come si evince dalla planimetria generale dell'impianto allegata alla presente.

All'interno di essa, oltre alle celle di MT ed al trasformatore MT/BT Ausiliari, vi alloggeranno anche l'UPS, il rack dati, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione ed il QGBT Ausiliari. Le cabine d'impianto saranno costituite da un edificio dalla superficie complessiva di circa 62,22 mq (12,75 x 2,44 metri) x 2,9 m di altezza, per una cubatura di circa 180,44 mc.

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 delle cabine di trasformazione alla cabina di consegna saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, benché le strade adiacenti all'impianto dovranno essere adeguate per consentire il transito di mezzi idonei ad effettuare sia il montaggio che la manutenzione dell'impianto.

Le restanti aree del lotto (aree tra le stringhe e sotto le strutture di supporto) saranno piantumate con erba.

## **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.H STAZIONE D'UTENZA**

### **8.h.1 OPERE CIVILI**

Vengono di seguito precisate la natura e la consistenza delle opere civili della Stazione Utente, 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.h.1.i Fabbricato

Il fabbricato contenente le apparecchiature di controllo e i quadri MT, nonché i sistemi di protezione avrà dimensioni esterne pari a mt 3x15 come meglio specificate negli elaborati di progetto (TAVPROG019).

#### 8.h.1.i AREA DI STAZIONE ED EDIFICIO SERVIZI

La stazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione di altezza pari a 2,1 m realizzata con pannelli metallici tipo Orsogril e pali in legno di castagno. Nel documento di progetto potranno essere indicate altre tipologie di recinzione in funzione di eventuali diverse richieste da parte degli enti autorizzanti.

Qualora la stazione di trasformazione sia confinante con la stazione di connessione, come nel caso del presente progetto, i lati confinanti saranno delimitati da una recinzione in grigliato metallico di tipo Orsogril di altezza 2000 mm.

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.

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 prefabbricate (pilastri, travi, pannelli e pareti) purché approvate specificatamente da SUN LEGACY Srl sulla base di adeguata documentazione illustrativa. Nei locali apparsi 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.h.1.ii VIE DI TRANSITO 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.h.1.iii                    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.h.1.iv                    SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche non è presente poiché tutti i piazzali sono drenanti:

#### 8.h.1.v                    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.h.1.vi                      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 r.c.k. 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 ammarro dei cavi MT che interconetteranno lo stesso trasformatore con il quadro MT dell'impianto fotovoltaico alloggiato nel locale dedicato del fabbricato servizi.

### **8.h.2                      APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE**

#### 8.h.2.i                      SCHEMA ELETTRICO E LAY-OUT DELL'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.h.2.ii 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: 180 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±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 stallone 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 stallone (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.h.2.iii APPARECCHIATURE AT

Le apparecchiature AT saranno del tipo per esterno conformi alle prescrizioni tecniche della 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
- 3 trasformatori di tensione capacitivi (TVC) per misura e protezione;
- 3 trasformatori di tensione induttivi (TVI) per la misura e contabilizzazione dell'energia (metering);
- 1 sezionatore con dispositivo di messa a terra;
- 3 trasformatori di corrente (TA) per misura, protezione e 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: 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 Vcc.

#### Riduttore di tensione capacitivo (TVC)

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

- tensione primaria ( $V_n / 1,73$ ) V
- tipo monofase capacitivo con 2 o 3 avvolgimenti secondari (vedere schema elettrico);
- avvolgimenti secondari (100 / 1,73 V – Classe 3P) (100 / 1,73 V – Classe 0,5) (100 / 3 – Classe 3P)
- isolatori in porcellana;
- isolamento in carta impregnata con olio minerale;
- prestazione avvolgimenti secondari da definire in funzione dei reali assorbimenti;
- 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, resistenza anticondensa con termostato, interruttori magnetotermici di protezione secondari (curva Z) con contatto ausiliario di posizione cablato in morsettiera.

#### 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 morsettiera e/o la cassetta saranno del tipo sigillabili.

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

#### Riduttore di corrente (TA)

Il riduttore di corrente AT sarà conforme alle prescrizioni TERNA con le seguenti

precisazioni:

- isolatori in porcellana
- isolamento in olio;
- tipologia con primario a barra passante secondari a nuclei toroidali;
- corrente nominale primaria: 400A, 800A, 1600 A  
(vedi documento progetto)
- corrente nominale termica di c.to c.to 31,5 kA;
- caratteristiche secondari 5A classe 0,2; 5A classe 0,5;  
5A classe 5P30;
- fattore permanente di sovraccarico 110 %;
- 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, resistenza anticondensa con termostato.

Il TA 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 scegliendo tra le taglie previste:

- 10 MVA (ONAN) ÷ 15 MVA (ONAF);
- 20 MVA (ONAN) ÷ 25 MVA (ONAF);
- 25 MVA (ONAN) ÷ 33 MVA (ONAF);
- 32 MVA (ONAN) ÷ 40 MVA (ONAF);
- 40 MVA (ONAN) ÷ 50 MVA (ONAF);
- 50 MVA (ONAN) ÷ 63 MVA (ONAF);

- 63 MVA (ONAN) ÷ 80 MVA (ONAF);

La taglia necessaria per l'impianto oggetto del presente studio è precisata nel documento di progetto.

#### 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 prescrizione contenute nel documento TERNA "Specifiche funzionali e realizzative delle apparecchiature di misura di energia elettrica".

### 8.h.2.iv 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 a secco (isolato in resina epossidica) 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 Vcc 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 SUN LEGACY.

#### 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 SUN LEGACY.

#### 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 pozzino 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 SUN LEGACY.

#### 8.h.2.v SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE

##### Generalità

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

Le apparecchiature del sistema saranno alloggiare 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 di SUN LEGACY 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 SUN LEGACY.

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 oscillografico (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 SUN LEGACY (distante).

Il sinottico potrà essere realizzato con tessere a mosaico, su cui saranno inseriti manipolatori di comando, le 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
  - 97TR buchholz trasformatore AT/MT
  - 26TR temperatura olio trasformatore AT/MT
  - 99TR livello olio trasformatore AT/MT
  - 26TRSC temperatura trasformatore servizi MT/BT
- Il sistema di protezione dovrà essere in grado di realizzare:

- o 2 livelli di intervento per ogni singola funzione protettiva secondo un piano di taratura che sarà definito con SUN LEGACY e il Gestore della rete elettrica cui la stazione sarà

connessa.

- o attuare i comandi conseguenti;
- o elaborare logiche particolari quali la richiusura dell'interruttore AT al ripristinarsi della corretta tensione di rete;
- o restituire le misure elettriche previste;
- o fornire segnalazioni di diagnostica interna;
  
- o 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 SUN LEGACY 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 risidenti 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 SUN LEGACY 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 punto di consegna 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 SUN LEGACY, 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.h.2.vi QUADRISTICA, COLLEGAMENTI AT 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 qualità G7 con guaina in PVC livello di isolamento 0.6/1 kV.

I cavi di segnale saranno del tipo schermato isolato in gomma qualità G7 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.h.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.h.4 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 aerotermi 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.h.5 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 alla 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.h.6 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 termo-restringente.

I cavi presso il punto di sfiocamento 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.

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 MT**

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

### **9.1 Cavi MT**

I cavi per le linee MT a 20kV avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: ARG7H1RNRX, ARG7H1RN
- Grado di isolamento : 18/36kV
- 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.a                      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. Tutti i materiali occorrenti e le attività di giunzione sono a carico dell'Appaltatore.

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'Appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

### 9.3.b 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, l'Appaltatore 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: Appaltatore, 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 20kV saranno 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 35mm<sup>2</sup>.

## **9.4 MODALITA' DI POSA**

### **9.4.a 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 1,1 m. I cavi saranno posati direttamente all'interno di uno strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) di spessore variabile, 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.b 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. 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 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: ARG7H1 RNR X, ARG7H1 RNR , RG7H1RNRX , RG7H1RNR	Raggio minimo di curvatura per garantire le caratteristiche elettriche del cavo (cm)							
	3x1x50	3x1x70	3x1x95	3x1x120	3x1x150	3x1x185	3x1x240	
Sezione del cavo								
Cavo avvolto ad elica	81	87	91	94	98	102	108	
Sezione del cavo	1x120	1x150	1x185	1x240	1x300	1x400	1x500	1x630
Cavo unipola	63	65	68	72	75	80	85	91

- 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 stazione di smistamento 150 kV.

I conduttori utilizzati nell'impianto in oggetto avranno le caratteristiche tecniche riportate di seguito.

#### 10.1.i Cavi AT

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

- **Designazione:** ARE4H5E
- **Grado di isolamento :** 180 kV
- **Tensione nominale:**150 kV
- **Conduttori:** a corda rotonda compatta di fili di alluminio
- **Formazioni:** vedi doc. " A.1.C – Allegato 2"
- **Sezioni:** vedi doc. " A.1.C – Allegato 2"

#### 10.1.ii Fibre ottiche

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

##### 10.1.ii.a Caratteristiche tecniche

	Monomodale
Numero delle fibre	12/24
Tipo di fibra	9/125/250
Diametro 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

*A.11.j.1.ii. b 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.i 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. Tutti i materiali occorrenti e le attività di giunzione sono a carico dell'Appaltatore.

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'Appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

### 10.2.ii Terminazione 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, l'Appaltatore 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: Appaltatore, 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.iii Terminazione ed attestazione cavi in fibra ottica

I cavi in fibra ottica dovranno essere terminati su appositi "cassetti ottici" che l'Appaltatore dovrà fornire e porre 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 eolico (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	N. cavo	Colore	N. Fibra	N. Bussola
<b>A</b>	Red	1	1	<b>B</b>	Red	1	1
	Green	2	2		Green	2	2
	Yellow	3	3		Yellow	3	3
	Blue	4	4		Blue	4	4
	Violet	5	5		Violet	5	5
	White	6	6		White	6	6
	Red/Black	7	7		Red/Black	7	7
	Green/Black	8	8		Green/Black	8	8
	Yellow/Black	9	9		Yellow/Black	9	9
	Blue/Black	10	10		Blue/Black	10	10
	Violet/Black	11	11		Violet/Black	11	11
	White/Black	12	12		White/Black	12	12

### 10.3 modalità di posa

#### 10.3.i 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 1,5 m. 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.ii                      Modalità di posa dei cavi AT

I cavi AT dell'impianto saranno allestiti 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.iii 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.a 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.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

Visto l'impianto fotovoltaico, è stato esaminato come unica situazione significativa ai fini del calcolo dell'intensità del campo di induzione magnetica quella generata dal tratto di posa del cavo che evacua la potenza elettrica generata dall'intero impianto FV, posta in parallelo, alla distanza di circa 25 cm con una analoga terna di cavi MT che trasporta verso la medesima stazione di utenza, l'intera potenza di un impianto FV non lontano da quello in esame, caratterizzato dalle sezioni riportate nelle seguenti figure.

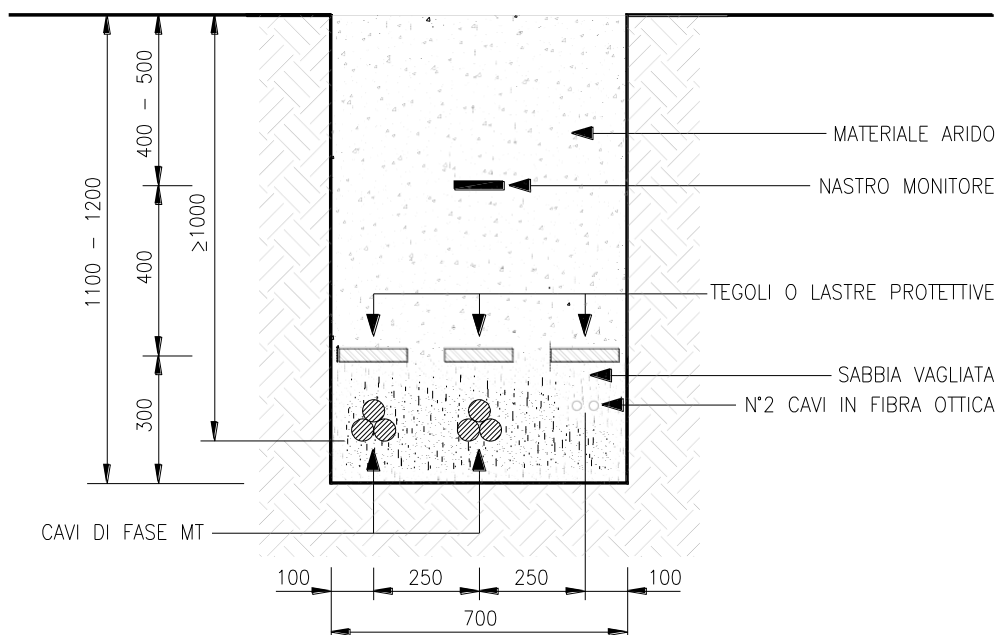


Figura 1: Sezione tipica di posa della linea in cavo

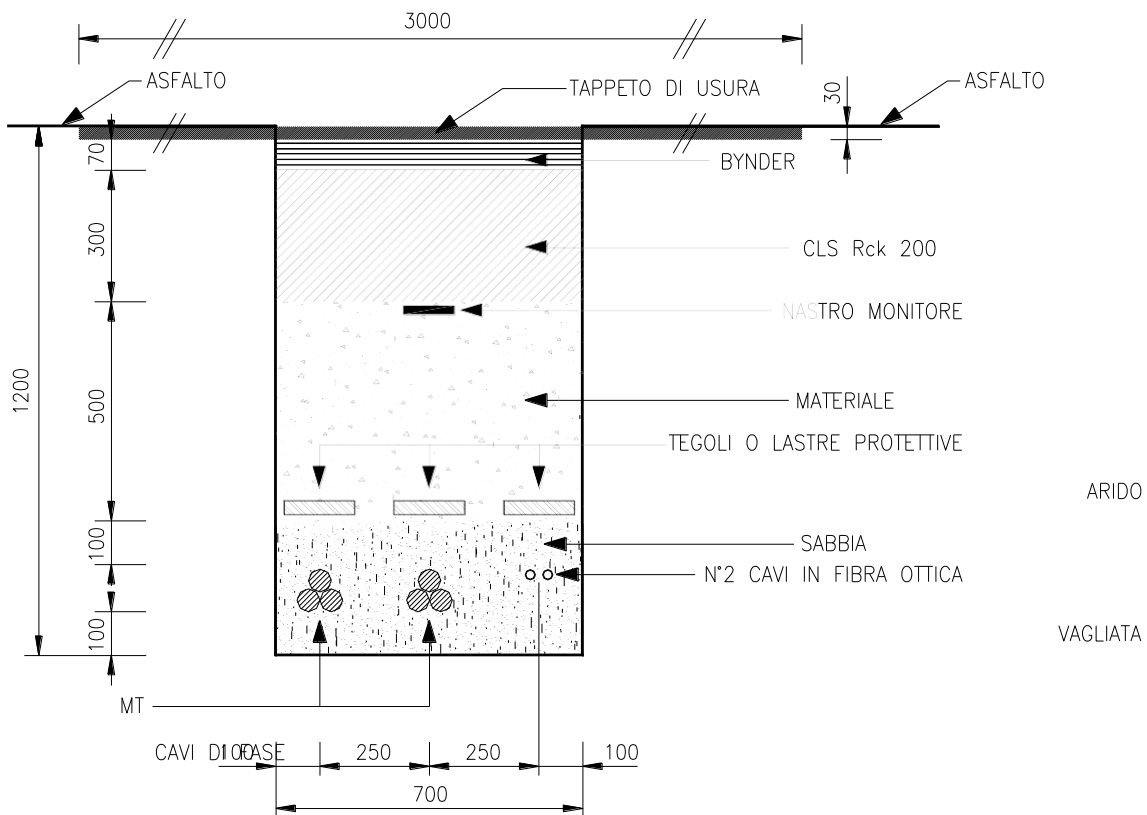


Figura 2: Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale

All'interno del cavidotto in esame si trovano due terne di cavi MT isolati a 20 kV che trasferiscono l'intera potenza dell'impianto FV verso la stazione di utenza.

Per quanto concerne i cavidotti MT esterni, per il collegamento della cabina d'impianto al quadro MT della stazione d'utenza, si prevede invece l'utilizzo di cavi unipolari di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>, posati a trifoglio. La corrente massima che può interessare la linea di collegamento MT per l'impianto in oggetto è la seguente:

$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3}V_n \cos\varphi} = \frac{20 \cdot 10^6}{0,95 \cdot \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 608A$$

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, come detto, una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1 m, con un valore di corrente pari a 710 A, pari 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 calcolo è stato effettuato a differenti altezze.

Nella seguente figura 1 è riportato l'andamento dell'induzione magnetica per una sezione trasversale a quella di posa, considerando che lungo il tracciato del cavidotto saranno posate due terne di cavi, relative a due differenti impianti fotovoltaici, nella medesima trincea.

Non è invece rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

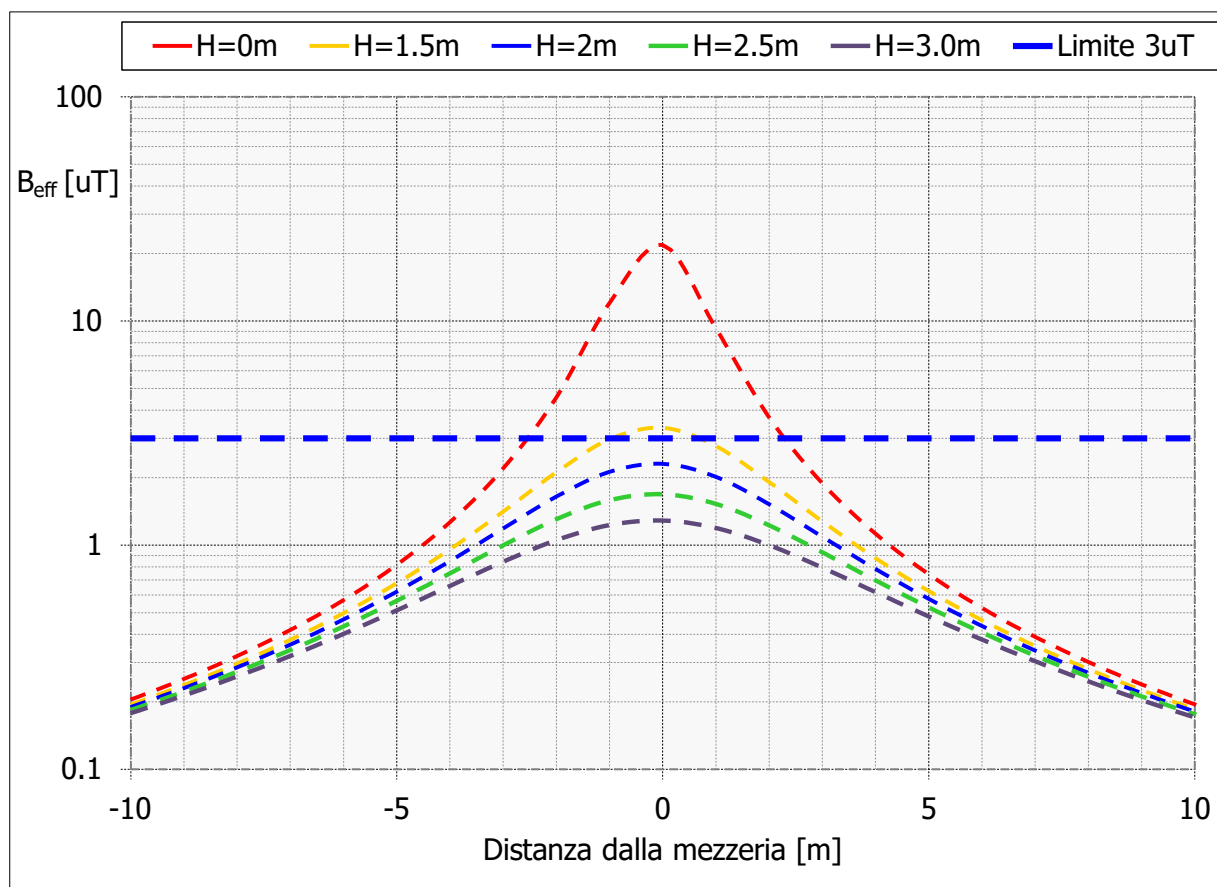


Figura 3: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente del cavo

Si può osservare come nel caso peggiore il valore di 3  $\mu\text{T}$  è raggiunto a circa 2,6 m dall'asse del cavidotto.

È da notare che la condizione di calcolo è ampiamente cautelativa, in quanto la corrente che fluirà nel cavidotto sarà quella prodotta dall'impianto fotovoltaico, che, come detto, è pari a 608 A nelle condizioni di massima erogazione, per entrambe le terne. Se si tiene conto della effettiva corrente, il grafico sopra riportato si modifica come in figura seguente, dove per ciascuna delle due terne si è considerato un valore di corrente pari alla corrente di impiego, e cioè 608 A. In tal caso il valore di  $3 \mu\text{T}$  è raggiunto a circa 1,85 m dall'asse del cavidotto.

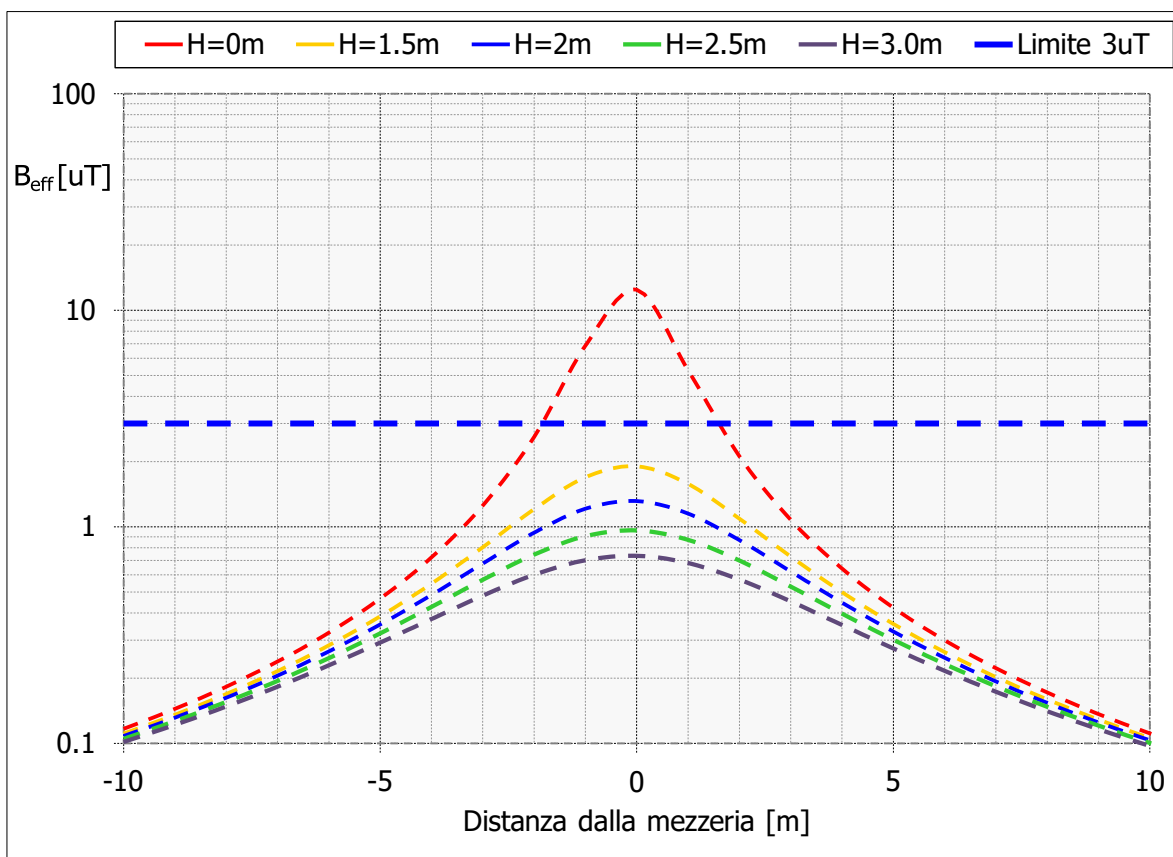


Figura 4: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente dell'impianto

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 recettori all'interno della fascia calcolata.**

Per la determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto è stata effettuata la simulazione di calcolo per il caso di due terne di cavi, posati alla distanza di 250 mm alla profondità di 1 m, secondo quanto riportato nel presente documento e con la corrente massima per ciascuno dei cavi utilizzati e cioè pari a 710 A. Il risultato del calcolo è riportato nella figura seguente.

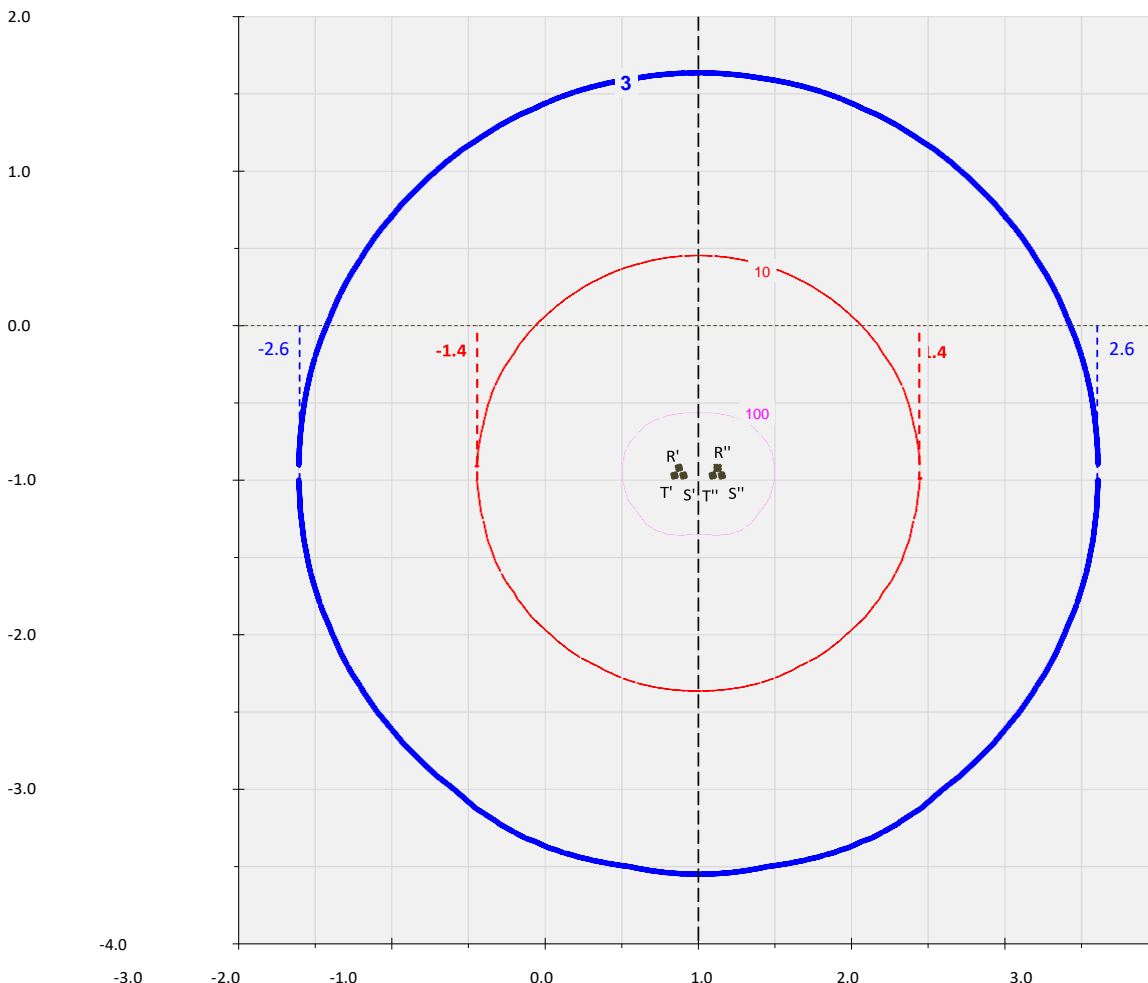


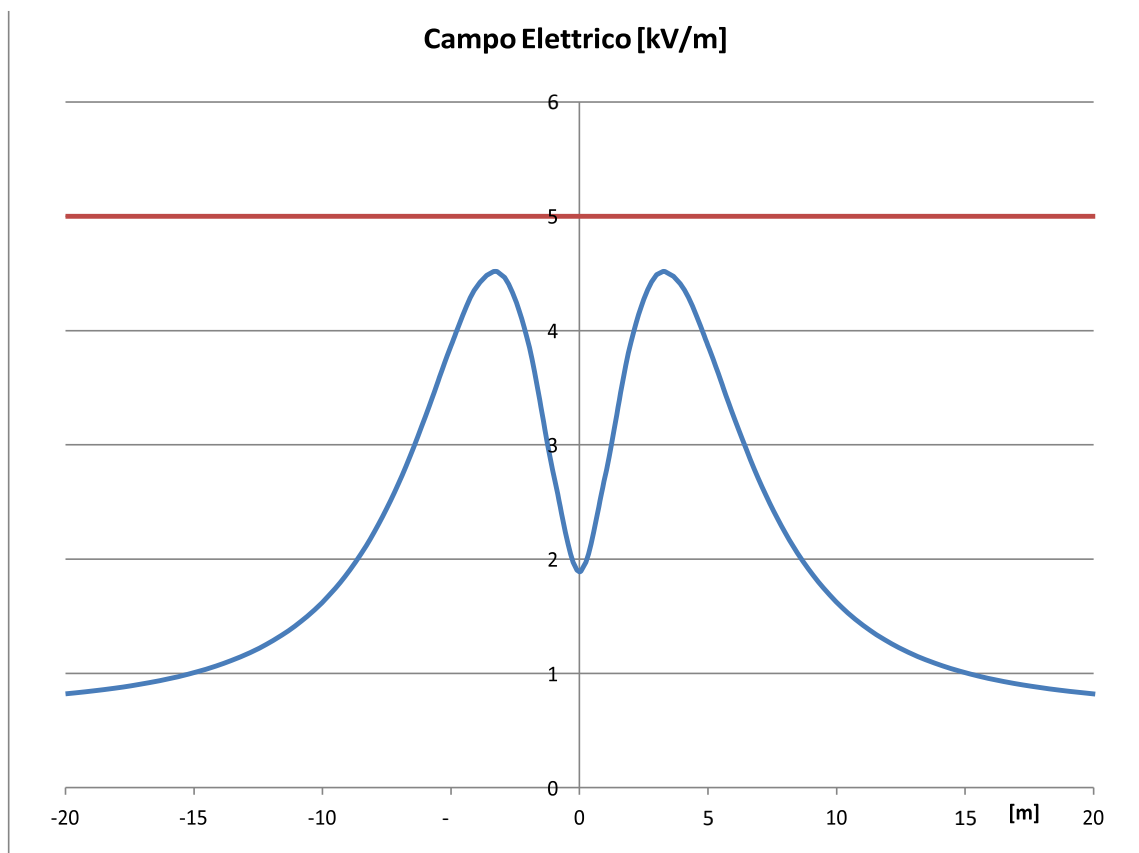
Figura 5: Curve di equilivello per il campo di induzione magnetica generato da una linea MT posata a trifoglio ( $I_{max}=710$ ; formazione (3x1x630))

Si può quindi considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto sia pari a 3 m, a cavallo dell'asse del cavidotto. 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.

### 11.1.b Stazione elettrica d'utenza

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne e fabbricati).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT a 150 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da queste ultime.



**Figura 6:** Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 150 kV

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle via cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3  $\mu$ T a 4 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

I valori in corrispondenza della recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.

A titolo orientativo nel seguito si riporta il profilo di campo magnetico dovuto ad un sistema trifase con caratteristiche e disposizione dei conduttori analoghe a quelle dei condotti sbarre presenti in stazione, considerando una corrente massima di 2000 A pari alla corrente massima sopportabile dalle sbarre stesse. Nella seguente figura è riportata la geometria di un sistema trifase con disposizione dei conduttori assimilabile a quella delle sbarre della stazione d'utenza.

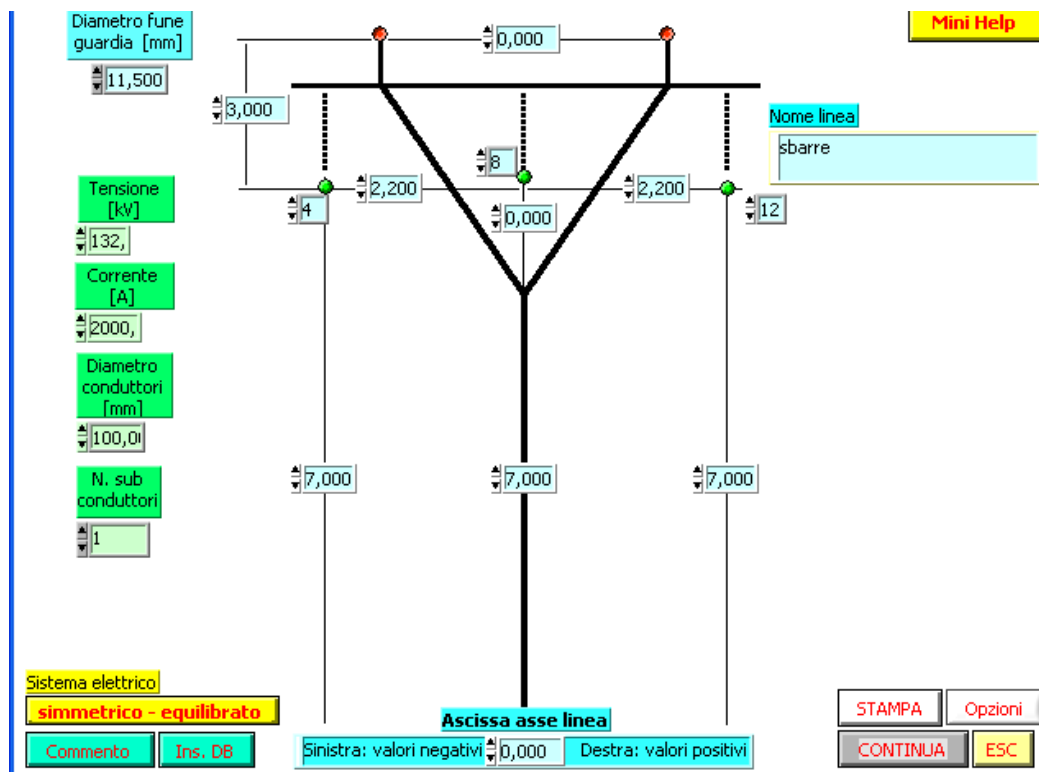


Figura 7: Linea AT con disposizione conduttori in piano assimilabile ad un sistema semplice sbarra a 150 kV

Con conduttori percorsi da una terna trifase equilibrata di correnti di 2000 A (corrente max sopportabile dalle sbarre), estremamente cautelativa rispetto alla max corrente reale, si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura seguente.

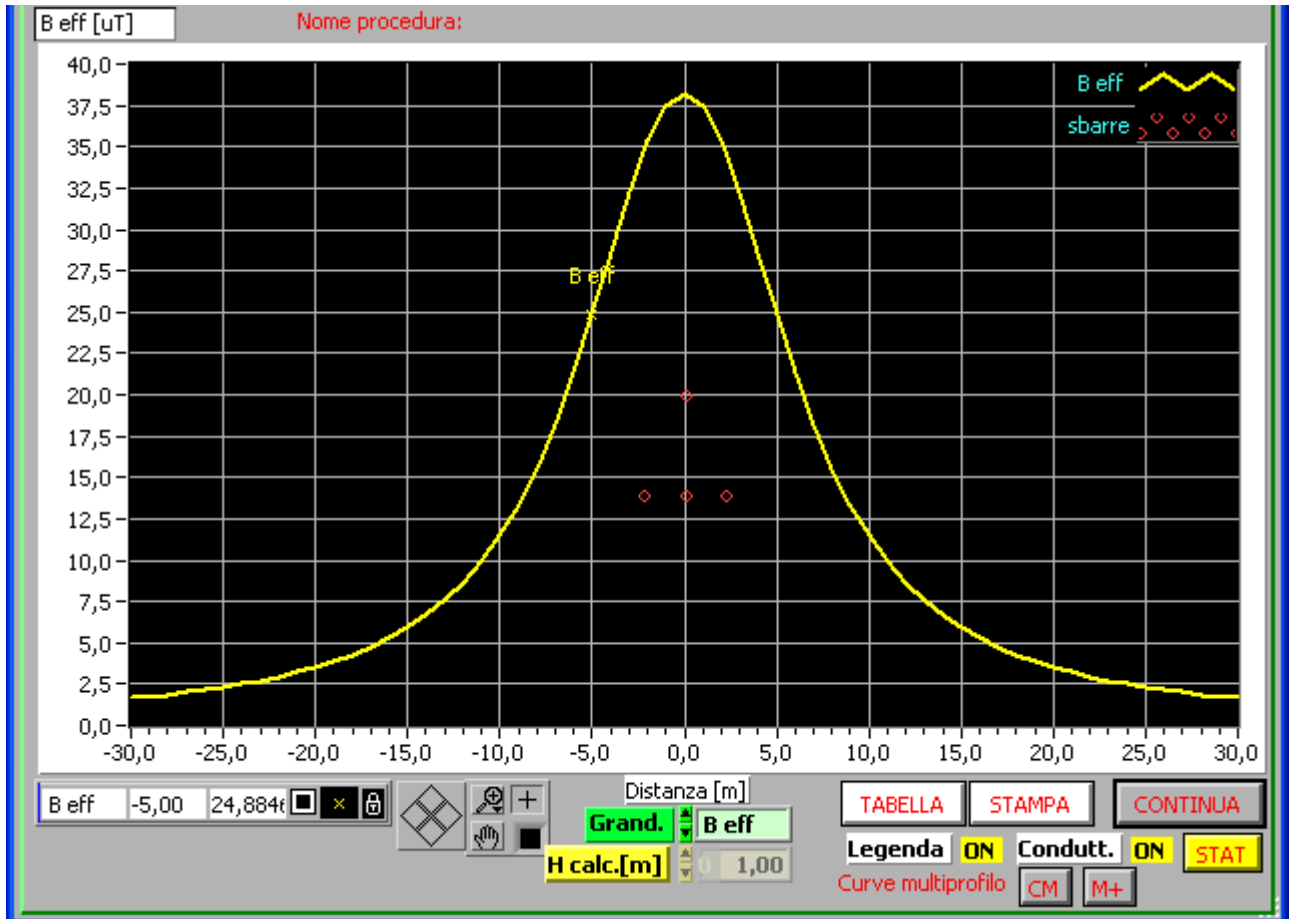


Figura 8: Andamento del campo di induzione magnetica per  $I = 2000\text{ A}$

Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetica è inferiore al valore di  $3\ \mu\text{T}$ .



### 11.1.c Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 400 mm<sup>2</sup> tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.

#### DATI TECNICI DEL CAVO

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	400 mm <sup>2</sup>
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	250 kV

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

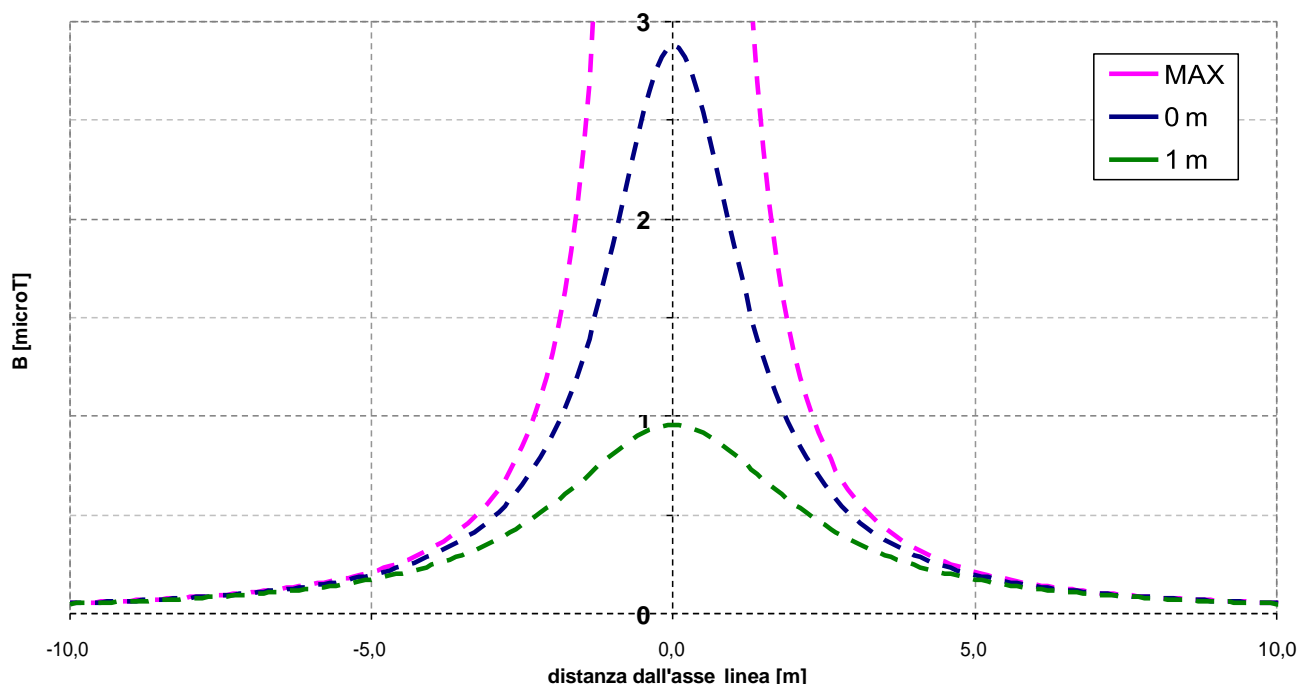
#### DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"cross bonding" o "single point-bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitore in PVC – profondità	1,00 m circa

Data la brevità del collegamento, non si prevede l'esecuzione di giunti unipolari.

Di seguito viene esposto il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'elettrodotto.

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 530 A, dove la configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, distanza minima dei conduttori dal piano viario e posa a trifoglio dei conduttori.



**Figura 9: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo**

Il limite di 3  $\mu\text{T}$  si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 1,5 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

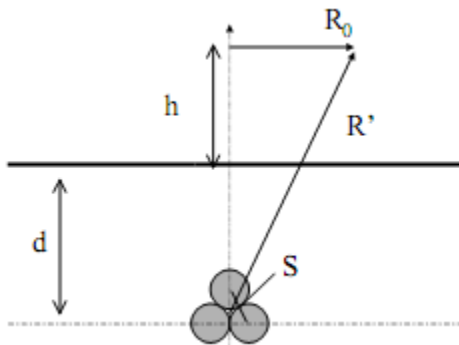
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a  $3 \cdot T$ . raggio della La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei

conduttori a trifoglio:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]}$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:  $S = 0.11 \text{ m}$

$I = 530 \text{ A}$

Si ottiene:  $R' = 2.18 \text{ m}$

Che arrotondato al metro, fornisce un **valore della fascia di rispetto pari a 3 m per parte**, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.