






IMPIANTO AGROVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE DENOMINATO IMPIANTO "SPOT26" DI POTENZA NOMINALE PARI A 10,55 MW, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI GUAGNANO (LE)

CONNESSIONE ALLA RTN TRAMITE REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA CABINA DI CONSEGNA COLLEGATA IN ANTENNA DALLA FUTURA CABINA PRIMARIA AT/MT "CELLINO"

PROGETTO DEFINITIVO  
Id AU 2V7IYQ2

Tav.:	Titolo:
02	Calcoli preliminari degli impianti

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
-	A4	2V7IYQ2_CalcoliPreImpianti

<p>Progettazione:</p>  <p><b>Dott. Ing. Fabio CALCARELLA</b> Via B. Ravenna, 14 - 73100 Lecce Mob. +39 340 9243575 fabio.calcarella@gmail.com Pec: fabio.calcarella@ingpec.eu</p> <p><b>4IDEA S.r.l.</b> Via G. Brunetti, 50 - 73019 Trepuzzi tel +39 0832 760144 pec 4ideasrl@pec.it info@studioideaassociati.it</p>   	<p>Committente:</p> <p><b>HEPV07 S.r.l.</b> Via Alto Adige, 160 - 38121 Trento tel +39 0461 1732700 - fax +39 0461 1732799 e.mail: info@heliopolis.eu - pec: hepv07srl@pec.it</p> 
--	---

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Marzo 2022	Prima emissione	STC	FC	HEPV07 S.r.l.

## Sommario

1.	Premessa .....	2
2.	Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico .....	2
3.	Dimensionamento preliminare dei componenti d'impianto.....	5
3.1.	ELETTRODOTTO DI COLLEGAMENTO ALLA CP Enel Cellino (dorsale esterna).....	5
3.1.1.	Generalità.....	5
3.1.2.	Descrizione del cavidotto.....	6
3.1.3.	Opere attraversate.....	6
3.1.4.	Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla CdS (dorsale esterna) 6	
3.1.5.	Dimensionamento del cavidotto .....	7
3.1.6.	Caratteristiche tecniche della linea .....	7
3.1.7.	Dati nominali di funzionamento del cavidotto .....	8
3.2.	Linea MT INTERNA (rete elettrica interna al parco fotovoltaico per il collegamento delle Cabine di Campo alla Cabina di Smistamento Utente) .....	8
3.3.	Giunti cavi MT .....	10
4.	Dimensionamento preliminare della rete di terra (Impianto fotovoltaico) .....	13
4.1.	Rete di terra di impianto fotovoltaico .....	13
4.1.1.	Verifiche di idoneità dell'impianto .....	13
4.1.2.	Efficienza dell'impianto di terra per tensioni di contatto.....	14
4.2.	Rete di terra Cabina di Consegna e delle Cabine di Trasformazione.....	14

## 1. Premessa

Scopo della presente relazione è quello di dare una descrizione tecnica delle opere e degli impianti necessari per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico "SPOT 26" della società HEPV07 S.r.l. di potenza nominale pari a 10.550 kVA e potenza installata pari a 13.581 kWp ed in particolare di:

- elettrodotto interrato di collegamento alla Cabina di Consegna ENEL (**CdC**) (dorsale esterna);
- linee di Media Tensione interne all'impianto Fotovoltaico (linee in entra-esce dalle Cabine di Trasformazione);
- rete di terra dell'impianto e della Sottostazione.

## 2. Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico

L'impianto Fotovoltaico sarà realizzato nel Comune di Guagnano (LE). La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale di ENEL Distribuzione avverrà anch'essa nel Comune di Cellino San Marco (BR) in corrispondenza del futuro nodo rappresentato dalla Cabina Primaria ENEL "Cellino CP", in prossimità della futura Stazione Terna 380/150 kV. La connessione al nuovo nodo avverrà tramite una linea aerea MT a 20 kV di lunghezza pari a circa 6 km.

I principali componenti dell'impianto sono:

- i generatori fotovoltaici installati al suolo e ad esso ancorati mediante pali infissi nel terreno.;
- le linee elettriche di bassa e media tensione in cavo interrate e non, con tutti i dispositivi di sezionamento e protezione necessari;
- gli Inverter di Campo per la conversione della corrente prodotta dai moduli, da c.c. a c.a.;
- le Cabine di Campo e Trasformazione contenenti i quadri BT, MT, i trasformatori MT/BT e il gruppo protezioni e trasformatore ausiliari;
- la Cabina di Smistamento Utente (CdSU);
- la Cabina di Consegna ENEL (**CdC**) da ubicarsi in prossimità della nuova linea aerea MT.

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici, raggruppati in stringhe (ovvero gruppi da 28 moduli, con tensione massima di stringa pari a circa 1.153 V), viene prima raccolta all'interno degli inverter di campo, qui avviene la conversione della corrente continua in corrente alternata a 800 V – 50 Hz trifase. Da questi, tramite linee in Bassa Tensione, viene trasportata all'interno delle **Cabine di Campo (CdC)**, dove subisce un innalzamento di tensione sino a 20 kV per mezzo di trasformatori MT/BT di opportuna taglia (n.5 trasformatori da 2.500 kVA). Dalle Cabine di Campo, in configurazione entra-esce, l'energia prodotta viene trasportata nella **Cabine di Smistamento Utente (CdSU)**, posizionata all'interno delle aree di impianto A e B e quindi alle rispettive **Cabine di Consegna Enel (CdC enel)** adiacenti alle CdSU. Da qui l'energia è convogliata, tramite linee MT a 20 kV costituite da tratto interrato **alla Cabina Primaria Enel (CP Enel) MT 20 kV** adiacente Futura SE Terna di Cellino (CdS) .

In estrema sintesi l'Impianto sarà composto da:

- a. **30.520 moduli fotovoltaici** in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 445 Wp, installati su inseguitori monoassiali da 28 moduli;
- b. N°Stringhe:1090 stringhe.
- c. **42 Inverter di campo** con potenza nominale pari a da 250 kVA, a cui afferiranno un massimo di 27 stringhe (in parallelo);
- d. **5 Cabine di Campo (CdC)** contenenti i quadri MT (celle arrivo e partenza linee MT), ed i trasformatori per l'innalzamento della tensione sino a 20 kV. Le CdC sono collegate fra loro con configurazione entra-esce, tramite linee in cavo MT interrato;
- e. **2 Cabina di Smistamento Utente (CdSU)**, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico proveniente dalle 5 Cabine di Raccolta MT/BT;
- f. **2 Cabina di Consegna Enel (CdC Enel)**, in cui viene la consegna di tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.
- g. **2 cavidotti MT in cavo interrato e aereo**, per il trasporto dell'energia dalla Cabina di Consegna Enel sino alla **cabina Primaria di Collemeto CP Enel MT 20 kV**.
- h. Gruppi di Misura (GdM) dell'energia prodotta, a loro volta costituiti dagli Apparecchi di Misura (AdM) e dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA). Particolare rilievo assumono a tal proposito il punto di installazione degli AdM, il punto e le modalità di prelievo di tensione e corrente dei relativi TA e TV, la classe di precisione dei singoli componenti del GdM;



- 
- i. Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, ed altri impianti e sistemi che rendono possibile il sicuro funzionamento dell'intera installazione e le comunicazioni al suo interno e verso il mondo esterno, installati all'interno delle CdR, della CdC e della CdS;
  - j. Apparecchiature di protezione e controllo dell'intera rete MT;

### **3. Dimensionamento preliminare dei componenti d'impianto**

Come già accennato in premessa, il cavidotto può essere suddiviso in:

- 1) cavidotto interno di collegamento in MT a 20 kV tra le Cabine di Campo (in entra ed esce) e da queste alle rispettive **Cabine di Smistamento Utente (CdSU)** adiacenti alle **CdC Enel A e CdC Enel B**;
- 2) dorsale esterna di collegamento A: da **CdC Enel A (Cabina di Consegna Enel)** fino a **CP Enel Cellino**, realizzata con unica terna di cavi MT sempre a 20 KV;
- 3) dorsale esterna di collegamento B: da **CdC Enel B (Cabina di Consegna Enel)** fino a **CP Enel Cellino**, realizzata con unica terna di cavi MT sempre a 20 KV;

In sintesi, abbiamo:

- Cavidotti interni MT a 20 kV interrati interni all'impianto sino alla CdSU;
- Una linea MT interrata e aerea (*dorsale esterna*), realizzata con due terne provenienti rispettivamente dall'area A e dall'area B di impianto a 20 kV, di collegamento **CdC Enel-CP Enel Cellino** 6 km.

#### **3.1. ELETTRODOTTO DI COLLEGAMENTO ALLA CP Enel Cellino (dorsale esterna)**

##### **3.1.1. Generalità**

Il percorso del tracciato dell'elettrodotto di collegamento alla **CdC (Cabina di Consegna)** (dorsale esterna), e poi sino alla nuova linea aerea MT a 20 kV, è stato studiato tenendo conto dei seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;

Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati eseguiti tenendo conto dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu T$ .

### **3.1.2. Descrizione del cavidotto**

L'elettrodotta in oggetto, avrà una lunghezza complessiva di circa 6 km. Si svilupperà quindi interamente all'interno del Comune di Guagnano (LE).

Il tracciato si svilupperà quasi interamente in cavo aereo e solo per l'ultima parte su terreno agricolo sino alla **CP ENEL**.

### **3.1.3. Opere attraversate**

Lungo il percorso del cavidotto potrebbero essere presenti alcune interferenze con altri sottoservizi, in particolare:

- interferenze con condotte AQP;
- interferenze con linee TELECOM;
- interferenze con linee MT di altri produttori;
- interferenze con tubazioni gas.

Queste saranno oggetto di dettagliato e rilievo puntuale, in fase di Progettazione Esecutiva.

Per la risoluzione delle stesse ci si rimetterà ad ogni modo, alle indicazioni dettate dagli stessi Enti proprietari dei sottoservizi di cui sopra, in sede di Conferenza di Servizi.

### **3.1.4. Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla CdS (dorsale esterna)**

Il cavidotto costituisce l'elemento di collegamento tra le **Cabine di Consegna ENEL (CdC) A e B** e la **CP Enel di Cellino**.

L'elettrodotta che collega la **CdC Enel A** alla **CP Enel Cellino** ha una portata nominale di 6.410 kVA, mentre l'elettrodotta che collega la **CdC Enel B** alla **CP Enel Cellino** ha una portata nominale di 3.930 kVA

L'elettrodotta consisterà in due linee partenti rispettivamente dall'area A e dall'area B di impianto inizialmente posate in un breve tratto interrato. In seguito la linea MT diventerà aerea e in particolare i due cavidotti si congiungeranno e avranno i sostegni (a doppia mensola) in comune. Le due linee aeree si attesteranno su una **CP Enel di nuova realizzazione** adiacente alla **Futura SE Terna di Cellino**.

Per i calcoli si è considerata la potenza totale erogata dai moduli fotovoltaici.

L'elettrodotto che collega la **CdC Enel A** alla CP Enel Cellino sarà percorso da una corrente massima pari a:

$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{6,410 * 10^6}{0,95 * \sqrt{3} * 20 * 10^3} = \mathbf{188,81 \text{ A}}$$

L'elettrodotto che collega la **CdC Enel B** alla CP Enel Cellino sarà percorso da una corrente massima pari a:

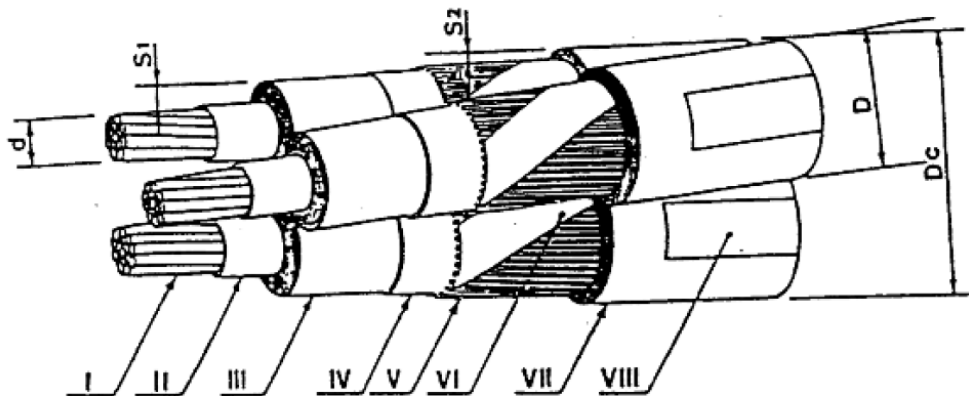
$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{3,930 * 10^6}{0,95 * \sqrt{3} * 20 * 10^3} = \mathbf{115,76 \text{ A}}$$

### 3.1.5. Dimensionamento del cavo

La linea sarà realizzata interamente in cavo interrato in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale.

### 3.1.6. Caratteristiche tecniche della linea

I cavi utilizzati saranno del tipo ARG7H1RX unipolare ad isolamento, aventi una sezione di 185 mmq per quanto riguarda il tratto interrato. Per quanto concerne il tratto aereo, verranno utilizzati cavi ARG7H5EXY con intreccio elicoidale in modo da minimizzare il campo magnetico ad induzione. I conduttori saranno a trifoglio. Le caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura di seguito **Fig. 1**





**ARG7H5EXY**

**3 conduttori**

sezione nominale (mm <sup>2</sup> )	diametro indicativo conduttore (mm)	spessore medio isolante (mm)	diametro esterno massimo (mm)	peso indicativo del cavo (kg/km)	resistenza massima a 20 °C in c. c. (Ohm/km)	portata <sup>(*)</sup> (A)	raggio minimo di curvatura (mm)
35+50Y	7,1	5,5	59,3	2100	0,868	140	600
50+50Y	61,4	5,5	61,4	2300	0,641	170	620
95+50Y	11,4	5,5	67,8	3000	0,32	255	700
150+50Y	14,2	5,5	73,3	3700	0,206	340	770

**tabella per la scelta delle sezioni dei cavi MT tipo ARG7H5EXY**

**3.1.7. Dati nominali di funzionamento del cavidotto**

- Tensione nominale 20 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale per cavo di collegamento A  **$I_b=188,81 A$**
- Corrente massima di esercizio per ciascuna terna  **$I_z=340 A$**
- Tensione nominale 20 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale per cavo di collegamento B  **$I_b=115,76 A$**
- Corrente massima di esercizio per ciascuna terna  **$I_z=340 A$**

**3.2. Linea MT INTERNA (rete elettrica interna al parco fotovoltaico per il collegamento delle Cabine di Campo alla Cabina di Smistamento Utente)**

Le Cabine di Campo e Trasformazione, sono collegate in configurazione entra-esce sino alla **CdSU (Cabina di Smistamento Utente)**. Questa rete di collegamenti costituisce quello che in premessa abbiamo definito cavidotto interno di collegamento dell’Impianto Fotovoltaico.

La **CdSU** come già detto e trattato in precedenza, è adiacente alla **CdC (Cabina di Consegna ENEL)**.

Nello specifico ogni linea sarà costituita da una terna di cavi MT alluminio, ARP1H5(AR)E 3x(1x95) mmq, la cui sezione dipende dalla potenza da trasportare. In particolare le sezioni scelte per i cavi, facendo riferimento alla tabella riportata in basso, saranno le seguenti:

<b>Linea MT INTERNA</b>							
<u>Cab.</u>	<u>Potenza cumulata kVA</u>	<u>Tratti</u>	<u>Tensione (kV)</u>	<u>I<sub>b</sub> (A)</u>	<u>Sezione (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>I<sub>z</sub> (A)</u>	<u>Lunghezza CAD (m)</u>
CdC1A	2410	CdC1A->CdC2A	20,00	70,99	95.00	214,40	500
CdC2A	4410	CdC2A->CdC3A	20,00	129,90	95.00	214,40	285
CdC3A	6410	CdC3A->CdSUA	20,00	188,82	95.00	214,40	285
CdC1B	1930	CdC1B->CdC2B	20,00	56,85	95.00	214,40	360
CdC2B	3930	CdC2B->CdSUB	20,00	115,76	95.00	214,40	325

**Schema rete MT Parco Fotovoltaico**

Si vede facilmente, confrontando la  $I_b$  con la  $I_z$ , relativa a ciascuna sezione, che le sezioni scelte sono bene in grado di trasportare le potenze generate dai vari sotto-campi.

La modalità di posa delle terne di cavi MT, sarà la seguente:

- Posa cavi interrata tramite la realizzazione di trincee a cielo aperto

Si riporta in tabella la sezione di cavi utilizzati, unitamente alla stima delle lunghezze effettuate sulla base delle misurazioni su CAD, confortate da verifiche in campo.

Il cavidotto interno, interseca in due punti due aste fluviali facenti parte di un reticolo idrografico. I due attraversamenti avverranno mediante **TOC**, **Trivellazione Orizzontale Controllata**. Le quote di posa del cavidotto in corrispondenza delle intersezioni con il reticolo idrografico sono state valutate in base alle verifiche condotte sulla capacità erosiva della piena bicentenaria dei rispettivi impluvi, includendo un franco di almeno 1 metro rispetto alla nuova quota di fondo alveo ricavata dalle predette verifiche e ad ogni modo rifacendosi alle indicazioni della Autorità di Bacino (AdB Puglia).

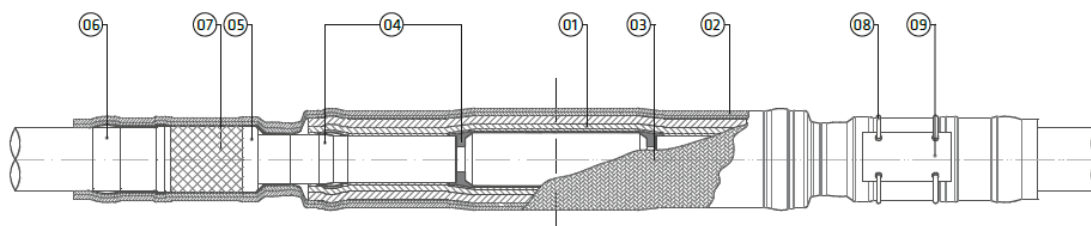
Si rimanda all'elaborato "Schema a blocchi rete MT Impianto fotovoltaico" relativo alla rete elettrica interna dell'Impianto Fotovoltaico.

### 3.3. Giunti cavi MT

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

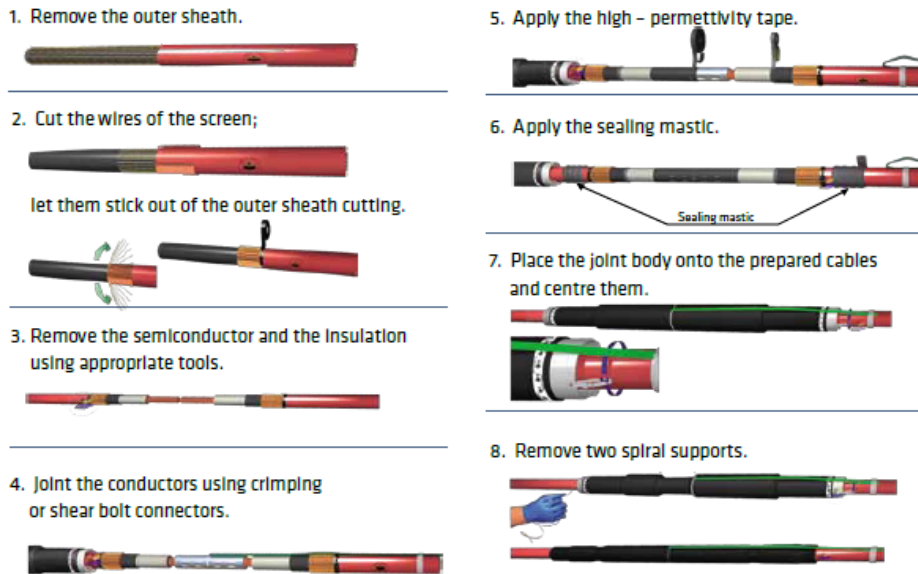
In linea generale definiamo “*giunzione*” la giunzione tripolare delle tre fasi del conduttore più la messa a terra dello schermo. Quindi la giunzione sarà costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione (giunto), adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni saranno effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. Saranno realizzati con guaine auto-restringenti montate in fabbrica su tubo di supporto, che assicurano la ricostruzione dell'isolamento e della protezione meccanica, e il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo.



Pos.	Descrizione	Pos.	Descrizione
1	Manica a tre strati	6	Nastro in mastice auto sigillante
2	Guaina a due strati	7	Nastro in rame in rilievo
3	Rete in rame	8	Striscia in pvc
4	Nastro ad alta permittività	9	Etichetta di identificazione
5	Nastro in pvc		

Si riporta una descrizione grafica della procedura di esecuzione del giunto:

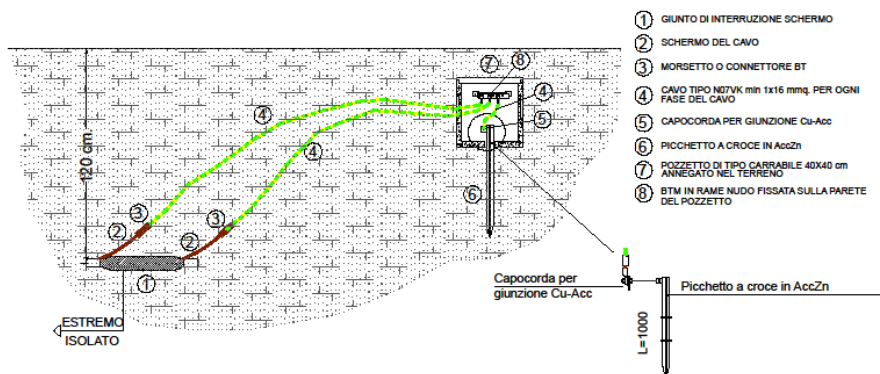


Eseguito il giunto sarà posto in opera un "ball-marker" passivo non deteriorabile interrato con codice di riconoscimento a cui si assoceranno le informazioni relative al giunto. Inoltre il giunto, prima del rinterro, sarà coperto con una protezione meccanica da realizzare con tegoli in pvc o in cav e un letto di sabbia in cui annegare il giunto di almeno 20 cm.

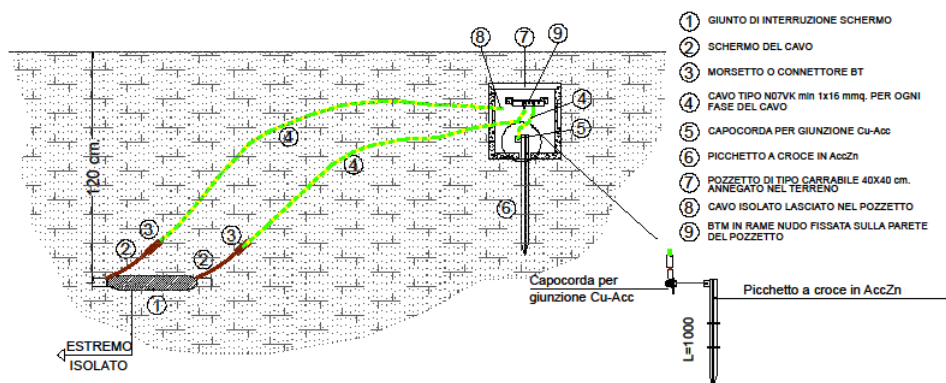
Infine la posizione dei giunti sarà individuata su cartografia in scala 1:5.000, sulla quale saranno riportate le coordinate WGS84 di ciascuno di essi.

Inoltre in corrispondenza della buca giunti, per le terne di cavi unipolari non avvolti ad elica visibile sarà eseguita la trasposizione delle fasi.

### GIUNTO TERRA-SCHERMO



## GIUNTO DI INTERRUZIONE SCHERMO



Per il cavidotto interno di collegamento fra i *sotto-campi*, la messa a terra degli schermi sarà eseguita solo sui terminali, dal momento che i tratti sono molto brevi; il tratto più lungo si ha tra la Cabina B e la Cabina C, pari a circa 383 m. In pratica lo schermo dei cavi sarà collegato al collettore di terra di ciascuna Cabina di Campo, così come il quadro MT ove si attestano i cavi. La messa a terra degli schermi unitamente alla trasposizione delle fasi permette di annullare di fatto la corrente indotta negli schermi dei cavi. Questo in base alle seguenti considerazioni:

- 1) Per attribuire ad ogni fase la stessa reattanza i conduttori devono essere disposti ai vertici di un triangolo equilatero ed in tal caso non c'è bisogno di ruotare ciclicamente i conduttori, sia che si tratti di corde di linee aeree che di cavi unipolari interrati. Se le corde od i cavi unipolari non sono a disposizione equilatera (come nel caso in esame, in cui difficilmente potrà essere rispettata la disposizione a trifoglio) si deve effettuare la rotazione in modo che mediamente ogni conduttore venga a trovarsi nella stessa posizione rispetto agli altri due.
- 2) Gli schermi se messi a terra permettono di abbassare la reattanza d'esercizio del cavo. Contemporaneamente però si aumenta la resistenza apparente di fase, quindi le perdite di potenza a parità di corrente trasportata, a causa delle perdite dovute alle correnti indotte negli schermi. Per ridurre tali correnti in linee lunghe, indipendentemente dalla disposizione dei cavi, si tagliano gli schermi e si ricorre alla rotazione dei collegamenti, o trasposizione. In ogni schermo in tal modo sono indotte correnti dalle correnti di tutte e tre le fasi e non di una sola, come con lo schermo

integro, e poiché la somma delle correnti di fase è nulla, anche la totale corrente indotta in ciascuno schermo è nulla.

Inoltre la trasposizione delle fasi permette di minimizzare l'induzione magnetica già a breve distanza dall'asse della linea: infatti i campi di induzione prodotti dalle diverse fasi tendono a cancellarsi ad una certa distanza, in modo più marcato di quanto non avvenga in un elettrodotto posato a trifoglio.

#### **4. Dimensionamento preliminare della rete di terra (Impianto fotovoltaico)**

Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati di progetto definitivo relativi a *Rete di terra parco fotovoltaico* a cui si rimanda.

##### **4.1. Rete di terra di impianto fotovoltaico**

L'impianto di terra dell'Impianto fotovoltaico sarà costituito da:

- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mmq, posata ad una quota non inferiore a 0,50 m da piano di campagna;
- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mmq posizionato sul perimetro di ciascuna cabina di Trasformazione e della Cabina di Consegna Utente, collegato poi all'anello perimetrale di cui al punto precedente;
- una rete di corda di rame 50 mmq per il collegamento a terra delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici nonché degli inverter. La corda di rame sarà posata sul fondo dello scavo della rete interna della vie cavi BT, quindi seguirà il suo stesso schema;
- una corda di rame nudo 50 mmq per il collegamento di terra alla **Cabina di Consegna ENEL**.

Quanto sopra riportato è dettagliatamente descritto negli elaborati grafici di progetto concernenti la rete di terra dell'impianto fotovoltaico.

##### **4.1.1. Verifiche di idoneità dell'impianto**

Lo scopo per il quale viene realizzato l'impianto di terra è duplice:

- protezione delle persone e delle apparecchiature in caso di guasti a terra del sistema elettrico;
- dispersione a terra della corrente indotta da scariche atmosferiche in caso di fulminazioni sulle strutture metalliche di sostegno dei moduli.

Per il dispersore di impianto fotovoltaico, la definizione numerica dei valori di progetto non è definibile con certezza, in assenza delle indicazioni tecniche del Gestore di Rete. In particolare solo con specifica comunicazione da parte di ENEL saranno disponibili i dati relativi alla corrente di guasto a terra ed al tempo di intervento delle protezioni, sulla scorta dei quali è possibile verificare la tensione di contatto ammissibile.

Si procederà anche in questo caso ad un dimensionamento standard sulla base delle caratteristiche delle strutture, delle apparecchiature in campo e del terreno di fondazione e, nel corso d'opera, all'esecuzione di misure in campo. Nel caso di esito insufficiente di tali misure si procederà ad integrare i singoli dispersori di terra, estendendone la superficie con ulteriori anelli concentrici a quello in progetto, opportunamente collegati, ed aggiungendo dispersori puntuali, a piastra o a picchetto a seconda della tipologia del terreno di posa.

#### **4.1.2. Efficienza dell'impianto di terra per tensioni di contatto**

La Norma CEI 99-3 definisce le tensioni contatto ammissibili ( $U_{Tp}$ ) in funzione della durata del guasto a terra. L'efficienza dell'impianto di terra è verificata dal confronto tra la tensione di terra ( $U_E$ ) e tensioni contatto ammissibili ( $U_{Tp}$ ), in particolare, se

$$U_E < U_{Tp}$$

la Norma CEI 99-3 stabilisce che l'impianto di terra è sicuramente efficiente in termini di protezione delle persone da tensioni di contatto determinate dal funzionamento degli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Si fa presente che la Norma CEI 99-3 fa riferimento in realtà alla relazione:

$$U_T < U_{Tp}$$

dove  $U_T$  è la tensione di contatto effettiva. Tuttavia poiché risulta  $U_E > U_T$ , la condizione  $U_E < U_{Tp}$  è sicuramente a favore della sicurezza.

#### **4.2. Rete di terra Cabina di Consegna e delle Cabine di Trasformazione**

La realizzazione dell'impianto di terra dei fabbricati Cabine di trasformazione e Cabina di Consegna **CdC** consisterà nelle seguenti attività:

- Installazione di collettori di terra in piatto di rame 60x6 mm sulle pareti;

- Esecuzione delle derivazioni di messa a terra delle masse metalliche fisse verso i collettori, con piatto di rame 40x3 mm;
- Connessioni di continuità elettrica delle carpenterie mobili, con conduttori flessibili di sezione:
  - 50 mmq per la messa a terra dei pannelli mobili (ante di celle ed armadi);
  - 70 mmq per la messa a terra delle parti mobili tipo aste di manovra.
- Posa e collegamento, con doppio cavo in rame da 70mmq, alla rete di terra del fabbricato che sarà, a sua volta, così costituita:
  - anello perimetrale di forma rettangolare in corda di rame nudo di sezione 50 mmq a 7 fili elementari posata a quota -0,65 m, con sviluppo totale  $L_P$  del conduttore perimetrale pari a:  
 $L_P = 45 \text{ m}$
  - n. 4 dispersori puntuali a picchetto in profilato di acciaio, di lunghezza pari a 1,5 m, posizionati in prossimità dei vertici dell'anello. In alternativa potranno essere utilizzati n. 4 dispersori a piastra in acciaio zincato di lato pari a 0,6 m.

L'installazione dei collettori di terra e delle derivazioni alle masse metalliche dovrà essere opportunamente distanziata dalla parete mediante interposizione di distanziali in resina autoestingente, ed il fissaggio a parete dovrà essere eseguito con viti in acciaio e tasselli in PVC.

Le sbarre in rame dell'impianto di terra interno ai fabbricati dovranno essere verniciate sulle parti a vista, in GIALLO con strisce VERDI, oppure con il simbolo di terra (verniciato o prestampato, ben adesivo e resistente).