



Regione Puglia



Comune di Cerignola



Provincia di Foggia

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PARCO AGROVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA,  
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI  
Località Riscata - Comune di Cerignola (FG)

**PROGETTO DEFINITIVO**

**CRG\_IMP.01**  
Relazione preliminare impianti

**Proponente**



Rinnovabili Sud Due  
Via Della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Formato

A4

Scala

-

**Progettista**

Ing. Gaetano Cirone  
Ing. Pietro Valente  
Ing. Adele Oliveto  
Geol. Emanuele Bonanno



Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	10/02/2022	Ing. A.Oliveto	Ing. P. Valente	Ing. Gaetano Cirone

## Sommarario

1	PREMESSA .....	4
2	OGGETTO .....	4
3	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO .....	4
4	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEI COMPONENTI D'IMPIANTO .....	8
4.1	Elettrodotto di collegamento alla SSE .....	8
4.1.1	Generalità .....	8
4.1.2	Descrizione del tracciato del cavidotto .....	8
4.1.3	Opere attraversate .....	8
4.1.4	Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla SSE .....	9
4.1.5	Caratteristiche tecniche della linea .....	9
4.1.6	Calcolo della portata massima della linea MT .....	10
4.2	ELETTRODOTTI MT INTERNI (collegamento delle cabine di raccolta alla cabina di raccolta principale).....	12
4.2.1	Caratteristiche tecniche delle linee .....	13
4.3	Giunti cavi MT .....	13
5	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLA RETE DI TERRA .....	15
5.1	Rete di terra di impianto.....	15
5.1.1	Verifiche di idoneità dell'impianto .....	15
5.1.2	Efficienza dell'impianto di terra per tensioni di contatto .....	15
5.2	Rete di terra cabina di raccolta r .....	16
6	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	17
6.1.1	Protezioni contro i contatti diretti e indiretti .....	18
6.1.2	Caduta di tensione .....	18
6.1.3	Impianto di terra .....	19
6.1.4	Protezione da sovraccarichi e cortocircuiti .....	19
6.1.5	Cavidotti e pozzetti.....	20
6.1.6	Quadro elettrico – interruttori di protezione .....	21
6.2	Corpi illuminanti .....	21
6.2.1	Pali di sostegno.....	21



6.2.2	Caratteristiche illuminotecniche.....	21
7	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELL'IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE .....	22
8	STORAGE.....	24
8.1	Scopo .....	24
8.2	Definizioni.....	24
8.3	Descrizione dei componenti del BESS.....	25
8.4	Caratteristiche dei containers .....	26
8.5	Caratteristiche delle batterie .....	27
8.6	Collegamento sistema conversione in MT .....	27
8.7	Funzionalità del sistema BESS.....	27
8.8	Smaltimento a fine vita impianto .....	29
9	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE DI PRIMA PIOGGIA. ....	30
9.1	Riferimenti Normativi .....	31
9.2	Impianto di trattamento acque di prima pioggia.....	32
9.2.1	Descrizione rete di captazione ed impianti di trattamento.....	32
9.2.2	Caratteristiche costruttive e di funzionamento.....	33

## INDICE DELLE FIGURE



Figura 1 Caratteristiche cavi unipolari ..... 9



## 1 PREMESSA

Il presente elaborato è parte integrante al progetto relativo alla costruzione di un impianto agrovoltaico da 36,05 MW, la predisposizione di un impianto di accumulo elettrochimico o storage da 14 MW e le relative opere di connessione alla RTN da realizzare in località "Risicata" del Comune di Cerignola.

## 2 OGGETTO

Scopo della presente relazione è quello di descrivere il progetto, le caratteristiche ed i criteri per il dimensionamento degli impianti, ed in particolare:

- a. elettrodotto MT interrato per il collegamento dell'impianto di produzione alla Sottostazione Elettrica Utente SSE;
- b. linee di MT interne all'impianto fotovoltaico;
- c. rete di terra dell'impianto di generazione;
- d. impianto di accumulo - storage;
- e. impianto di trattamento delle acque di prima pioggia nella SSE utente e nell'area dell'impianto di accumulo.

## 3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto è previsto in agro di Cerignola, nel cosiddetto Tavoliere della Puglia, ed occuperà terreni pianeggianti. L'area ben si presta alla produzione fotovoltaica, come meglio verrà specificato e dimostrato nel calcolo della produttività allegato al presente progetto.

La produzione fotovoltaica verrà assicurata con la costruzione di telai metallici (tracker) che sosterranno i pannelli fotovoltaici e permetteranno una rotazione sull'asse orizzontale per consentire di sfruttare, con la bifaccialità del pannello, una maggiore esposizione alla luce solare.

Prima di descrivere tecnicamente l'impianto è opportuno precisare che lo storage, ovvero la sezione di accumulo di energia, da 14 MW nasce per assicurare alla rete TERNA una stabilità nel flusso di energia dall'impianto di produzione alla RTN. Com'è noto, infatti, uno dei problemi che il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale ha dovuto affrontare con l'immissione in rete di flussi variabili di energia (solare ed eolica) è quello della regolazione della tensione in rete. Oggi con l'utilizzo di nuove tecnologie la regolazione della tensione di esercizio e il controllo del flusso di energia è governato sempre meglio. Tuttavia, un notevole aiuto al sistema di controllo dei flussi di energia e della tensione in rete si potrebbe ottenere qualora si potesse disporre di una base produttiva costante, magari con un sistema di accumulo che assicuri una quota costante di energia in rete.

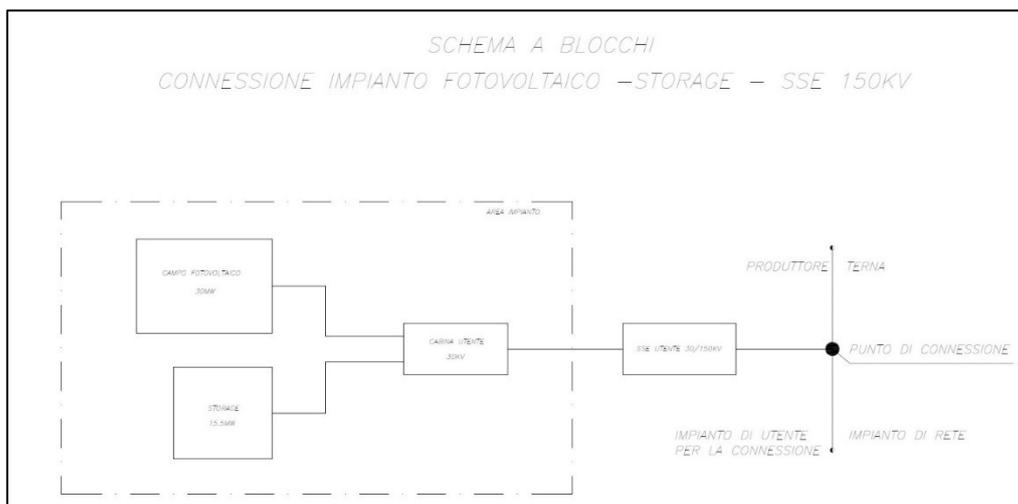
Per tale motivo all'impianto di produzione fotovoltaica si propone di associare un impianto di accumulo (storage) da 14 MW.



Il progetto prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici monocristallini bifacciali della potenza di 605 W cadauno collegati in serie a costituire una stringa che sarà collegata ad un quadro di campo. Dai quadri di campo l'energia prodotta in corrente continua verrà veicolata agli inverter per la conversione da corrente continua a corrente alternata e successivamente convogliata in cabine di trasformazione STS (Smart Transformer Station) per il salto di tensione da BT a MT a 30 KV.

Le cabine di trasformazione a gruppi verranno collegate tra loro e l'energia verrà portata ai quadri MT della cabina utente principale, dove verrà fatta confluire, attraverso un collegamento in cavo MT, verso la SSE Utente per l'innalzamento del livello di tensione a 150KV. La SSE Utente sarà collegata al punto di consegna sulla rete a 150 KV gestita da Terna tramite cavo AT per consentire la connessione alle sbarre a 150 KV della Stazione Elettrica di Terna.

Il collegamento dalla cabina principale dell'impianto di produzione alla SSE Utente per collegamento alla rete RTN avverrà, come già detto, con un cavidotto MT a 30 KV della lunghezza di circa 12,2 Km.



Dalla lettura dello schema a blocchi si evince che nelle immediate vicinanze del campo fotovoltaico sarà costruito lo storage che occuperà un'area di 1733 mq.

Entrambe le strutture, fotovoltaico e storage, faranno confluire l'energia in una cabina principale utente ubicata all'interno della stessa area. Da tale cabina partirà il cavo che convoglierà l'energia nella SSE Utente per collegare il cavo AT alle sbarre a 150 KV della stazione di connessione.

L'intero impianto di produzione sarà collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN da collegare in entra – esce alla linea 380 kV "Foggia – Palo del Colle".

L'impianto sarà ubicato a circa 7-8 Km a Nord-Est dal centro abitato di Cerignola e a circa 35 km a Sud-Ovest dal centro abitato di Foggia. L'area dell'impianto avrà un'estensione di circa 54,5 ha.



Le sue caratteristiche principali sono:

Estensione (ha)	Potenza (MW)	Rapporto ha / MW	Ubicazione NCT
54,5	36,05	1,51	Fogli 131 148 149 151 (Cerignola)

Da un punto di vista elettrico il sistema fotovoltaico all'interno dell'impianto, sarà costituito da stringhe. Una stringa sarà formata da 28 moduli collegati in serie; pertanto, la tensione di stringa sarà data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coinciderà con la corrente del singolo modulo.

Moduli per stringa	V <sub>mp</sub> (V)	I <sub>mp</sub> (A) - STC	Tensione stringa
28	34,6	17,49	968,8 V

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici, raggruppati in stringhe (ovvero gruppi di 28 moduli collegati in serie tra loro, con tensione massima di stringa pari a circa 968.8 V), verrà prima raccolta all'interno dei quadri di stringa, i quali garantiranno sia la protezione sia il sezionamento dei moduli. Dai quadri di stringa l'energia verrà trasferita all'interno degli inverter dove avverrà la conversione della corrente da continua in corrente alternata a 800 V – 50 Hz trifase.

Dagli inverter, l'energia prodotta viene trasportata nelle cabine di trasformazione STS (Smart Transformer Station), posizionate all'interno dell'impianto per elevare il livello di tensione sino a 30 kV.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da più campi delimitati distribuiti in cluster. I campi saranno disposti a distanza l'uno dall'altro in base alla disponibilità del sito come da planimetrie di progetto allegate. L'energia di uno o più campi verrà convogliata in cabine di raccolta e poi trasportata ad una cabina di raccolta principale all'interno dell'impianto.

Dalla cabina di raccolta principale, l'energia prodotta sarà convogliata, tramite linea interrata MT a 30 kV, di lunghezza pari a circa 12,2 km, nella Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV di nuova costruzione. La SSE Utente consentirà inoltre la connessione anche di altri Utenti Produttori, i quali condivideranno il punto assegnato da Terna per la cessione dell'Energia prodotta.

In sintesi l'Impianto sarà composto da:

- a. **59584 moduli fotovoltaici** in silicio monocristallino di potenza massima unitaria pari a 605 Wp, installati su inseguitori monoassiali (tracker) da 56/28 moduli.
- b. **2128 stringhe**, ciascuna costituita da 28 moduli da 605 Wp ciascuno, collegati in serie. Tensione di stringa 968.8 V;
- c. **13 Cabine prefabbricate** contenenti il gruppo conversione (inverter);
- d. **13 Cabine prefabbricate** contenenti il gruppo trasformazione, quindi per ciascuno di essi;



- e. **3 Cabine di Raccolta**, in cui viene raccolta l'energia prodotta da diverse sezioni dell'impianto
- f. **1 Cabina di Raccolta Principale**, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto;
- g. **Elettrodotti MT interni (collegamento dei campi fotovoltaici alla cabina di raccolta principale)**: L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici verrà convertita da c.c. a c.a. dagli inverter e poi trasformata da BT in MT dai trasformatori di Media Tensione STS. L'energia all'uscita dei trasformatori dei campi sarà convogliata in determinate cabine di raccolta dislocate all'interno dell'area dell'impianto e poi trasportata la cabina di raccolta principale. Si formeranno così nr.6 campi fotovoltaici con nr. 3 cabine di raccolta e nr.1 cabina principale. Questa rete di collegamenti, tra le cabine di trasformazione dei vari campi e le cabine di raccolta, costituisce quello che in premessa abbiamo definito rete di cavidotti interni;
- h. **Cavidotto MT interrato**, per il trasporto dell'energia dalla cabina di raccolta principale sino ad una Sottostazione Elettrica Utente (SSE) 30/150 kV, che sarà realizzata nei pressi della futura stazione TERNA 380/150 kV di Cerignola;
- i. **Sottostazione Elettrica - SSE Utente** in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV). In essa sarà installato il trasformatore elevatore di Tensione 30/150 kV, con potenza pari a 55 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra; saranno inoltre installati:
- 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).
  - Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, AT, 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;
  - Apparecchiature di protezione e controllo dell'intera rete MT e AT;
  - Area sbarre AT a 150 kV completa di apparecchiature AT per la connessione alla futura stazione Terna 380/150 kV di Cerignola.
- j. Impianto di accumulo elettrochimico della potenza di 14 MW e capacità 28 MWh.

**In fase di progettazione esecutiva potranno essere adottate soluzioni/configurazioni impiantistiche differenti in ragione delle disponibilità delle componenti sul mercato, fermo restando la potenza complessiva dell'impianto.**



## 4 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEI COMPONENTI D'IMPIANTO

Come detto, i cavidotti MT possono essere suddivisi in:

1. cavidotto interno di collegamento in MT a 30 kV tra le cabine di trasformazione e la cabina di raccolta realizzata con nr.1 terna di cavi MT con tensione pari a 30KV con la seguente formazione  $3 \times 1 \times 240 \text{mm}^2$  e  $3 \times 1 \times 300 \text{mm}^2$ ;
2. cavidotto esterno di collegamento Cabina di Raccolta - SSE, realizzata con nr.2 terne di cavi MT con tensione pari a 30 KV con la seguente formazione  $3 \times 2 \times 1 \times 630 \text{mm}^2$ .

### 4.1 Elettrodotta di collegamento alla SSE

#### 4.1.1 Generalità

Il percorso del tracciato dell'elettrodotta di collegamento alla SSE (dorsale esterna), 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;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile su strade sterrate, per contenere la produzione di rifiuti pericolosi derivanti da scavi su asfalto;
- 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  $3 \mu\text{T}$ .

#### 4.1.2 Descrizione del tracciato del cavidotto

Il cavidotto di vettoriamento MT per il collegamento della **cabina di raccolta** dell'impianto avrà una lunghezza di circa 12,2 km. Percorrerà in gran parte terreni agricoli ed in minima parte strade asfaltate.

#### 4.1.3 Opere attraversate

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



- interferenze con la viabilità esistente;
- interferenze con il reticolo idrografico;

Tali interferenze verranno risolte mediante attraversamento con tecnologia T.O.C. (trivellazione orizzontale controllata).

In particolare, queste saranno oggetto di dettaglio e rilievo puntuale, in fase di Progettazione Esecutiva. Per la risoluzione delle stesse ci si rimetterà ad ogni modo, alle indicazioni dettata dagli stessi Enti proprietari dei sottoservizi di cui sopra, in sede di Conferenza di Servizi.

#### 4.1.4 Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla SSE

Come detto, il cavidotto costituisce l'elemento di collegamento tra la cabina di raccolta principale (situata all'interno dell'area dell'impianto la cui funzione è quella di raccogliere tutta l'energia prodotta dall'Impianto) e la SSE.

L'elettrodotto dovrà assicurare una portata nominale di 44 MW, pari alla potenza totale dell'impianto in oggetto sommata alla potenza dello storage.

L'elettrodotto consisterà in una terna di cavi interrati in alluminio. Per i calcoli si è considerata la potenza totale erogata dai moduli fotovoltaici. La corrente massima che interessa la dorsale esterna è la seguente:

$$I = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\varphi} = \frac{44 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 30000 \times 0,98} = 864 \text{ A} \quad (1)$$

#### 4.1.5 Caratteristiche tecniche della linea

I cavi utilizzati saranno del tipo RG7H1R unipolare ad isolamento con elastomero termoplastico con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale di 630 mm<sup>2</sup>. I conduttori saranno posati a trifoglio. Le caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura di seguito.

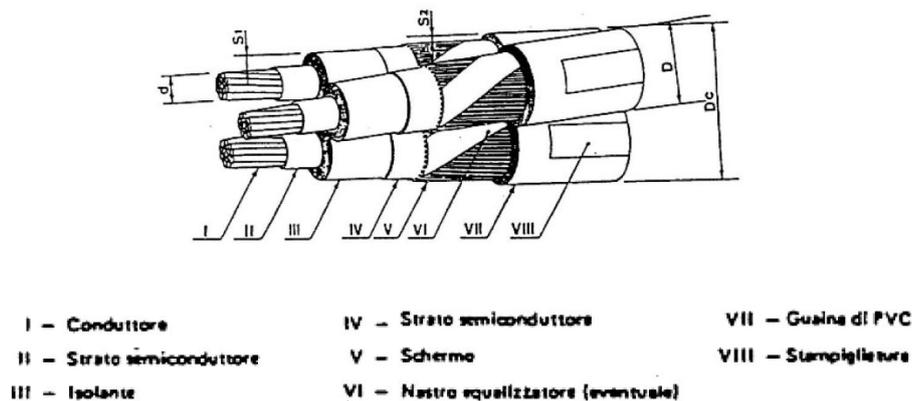


Figura 1 Caratteristiche cavi unipolari

L'isolamento sarà costituito da mescola in elastomero termoplastico con una temperatura di sovraccarico massima pari a 140° C.

La corrente prodotta dall'impianto e calcolata nella (1) è pari a  $I_b = 864$  A

#### 4.1.6 Calcolo della portata massima della linea MT

I cavi sono posati in trincee a cielo aperto senza protezione meccanica supplementare in tubazione.

Al momento a seguito di analisi a vista dello stato dei luoghi non sono stati rilevati lungo il percorso del cavo MT altri sottoservizi. Sono presenti attraversamenti in TOC. Ad ogni modo solo in corrispondenza degli attraversamenti in TOC i cavi saranno posati all'interno di tubazioni (diametro 225/250 mm). Tali condizioni di posa sono da considerare le più gravose dal punto di vista termico, poiché abbiamo due terne che viaggiano all'interno di due tubazioni fra loro affiancate.

Tuttavia, nel calcolo delle perdite che segue, atteso che i tratti in TOC qualora presenti saranno di lunghezza limitata, si farà riferimento alle modalità di posa prevalenti ovvero posa direttamente interrata ad intimo contatto con il terreno in tubazione.

Il calcolo delle portate dei cavi è stato calcolato facendo riferimento alle tabelle sotto riportate. In particolare, la portata è stata calcolata partendo dalla seguente tabella.

La portata di corrente espressa in Ampere è calcolata secondo il metodo della CEI UNEL 35026, ed i calcoli sono riferiti alle seguenti condizioni di riferimento:

- Temperatura ambiente per posa interrata: 20°C
- Nr. 1 circuito con distanza pari a 0;
- Profondità di posa per tensione di esercizio di 30 KV: 1 m
- La resistività termica 1°C Km/W per terreno o sabbia con normale contenuto di umidità

La portata effettiva del cavo è stata poi calcolata in relazione alle condizioni di posa effettive facendo riferimento ai coefficienti di correzione riportati dal costruttore nel documento [1], ed alla formula (norma CEI UNEL 35026):

$$I_z = I_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4$$

Dove

$I_0$  = portata del conduttore dichiarata dal costruttore

$k_1$  = coefficiente di correzione della temperatura ambiente

$k_2$  = coefficiente di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

$k_3$  = coefficiente di correzione per differenti valori di profondità di posa

$k_4$  = coefficiente di correzione per differenti valori di resistività del terreno



Il coefficiente  $K_1$ , stimando una temperatura del terreno a  $25^\circ\text{C}$ , con cavi in isolamento in EPR (XPLE), assumerà un valore pari a:

$$k_1 = 0.96$$

Il coefficiente  $K_2$ , avendo il tipo di posa in tubi direttamente interrati a contatto con nr. 3 circuiti, assumerà un valore pari a:

$$k_2 = 0.85$$

Il coefficiente  $K_3$ , avendo come profondità di posa pari a 1,1 m, assumerà un valore pari a:

$$k_3 = 0.97$$

Il terreno dell'area è in linea generale di tipo asciutto, considerando che il valore della resistività del terreno secco sia pari a  $2 \text{ km/W}$ ; pertanto, il coefficiente  $K_4$  sarà pari a:

$$k_4 = 0.90$$

In definitiva abbiamo che il coefficiente di riduzione totale è pari a:

$$k_{tot} = 0.96 \times 0.85 \times 0.97 \times 0.90 = 0.71$$

Si è scelto di utilizzare nr.3 terne di cavi, una sezione di  $400 \text{ mm}^2$  posati a trifoglio per cui si ha una portata complessiva pari a  $I_z = 1518 \text{ A}$ , e di ripartire la corrente calcolata, su 3 terne di cavi a  $30 \text{ kV}$ . Il cavidotto trasporterà quindi una corrente pari a  $864 \text{ A}$ .

Tenuto conto dei coefficienti  $k$  sopra calcolati, la portata effettiva della terna MT sarà pari a:

$$1518 \text{ A} \times 0.87 = 1081,4 \text{ A}$$

Dal confronto tra  $I_b$  e  $I_z$ , risulta che essendo  $I_b = 864 \text{ A}$  e  $I_z = 1081,4 \text{ A}$ , la sezione scelta, è idonea a trasportare la corrente data.



## 4.2 ELETTRODOTTI MT INTERNI (collegamento delle cabine di raccolta alla cabina di raccolta principale)

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici verrà convertita da c.c. a c.a. dagli inverter e poi trasformata da BT in MT dai trasformatori di Media Tensione STS. L'energia all'uscita dei trasformatori dei campi sarà convogliata in determinate cabine di raccolta dislocate all'interno dell'area dell'impianto e poi trasportata alla cabina di raccolta principale. Si formeranno così nr.6 campi fotovoltaici con nr. 3 cabine di raccolta e nr.1 cabina principale. Questa rete di collegamenti, tra le cabine di trasformazione dei vari campi e le cabine di raccolta, costituisce quello che in premessa abbiamo definito rete di cavidotti interni.

Nelle tabelle di seguito riportate il dettaglio di configurazione per ciascuna cabina di raccolta – cabina principale.

Cabine di Raccolta	P (MW)	N° Moduli	N° di Stringhe	N° di inverter
<b>R1 CABINA DI RACCOLTA PRINCIPALE</b>	<b>44</b>			
R2	11	21168	756	55
R3	12	23968	856	60
R4	7	14448	516	35
STORAGE	14	-	-	-

Cabina di raccolta	Campo Fotovoltaico	Potenza campo fotovoltaico (MW)	Potenza totale Cabina di raccolta (MW)
R2	Campo 4	11	11
R3	Campo 1	6.4	12
	Campo 2	3.2	
	Campo 3	2.4	
R4	Campo 5	2.2	7
	Campo 6	4.8	

**In fase di progettazione esecutiva potranno essere adottate soluzioni/configurazioni impiantistiche differenti in ragione delle disponibilità delle componenti sul mercato, fermo restando la potenza complessiva dell'impianto.**



### 4.2.1 Caratteristiche tecniche delle linee

Nello specifico ogni linea sarà costituita da cavi unipolari in alluminio.

La tabella sotto riportata, indica le principali caratteristiche delle linee dette, e le lunghezze stimate per ognuna di esse. Le lunghezze si riferiscono al tratto terminale che raccoglie tutte le cabine di ciascun sottocampo.

<b>Linee MT interne all'impianto</b>								
<b>Cabina raccolta</b>	<b>Potenza (kWp)</b>	<b>Tensione (kV)</b>	<b>Corrente (A)</b>	<b>Sezione (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Portata (A)</b>	<b>Lunghezza CAD (m)</b>	<b>Ingr. In Cabina (m)</b>	<b>Stima finale (m)</b>
R2	11	30	223	240	283.52	824	10	834
R3	12	30	243	240	283.52	860	10	870
R4	7	30	142	240	283.52	1500	10	1510
Storage	14	30	284	300	319.14	100	10	110
<b>Totale</b>	<b>44</b>							

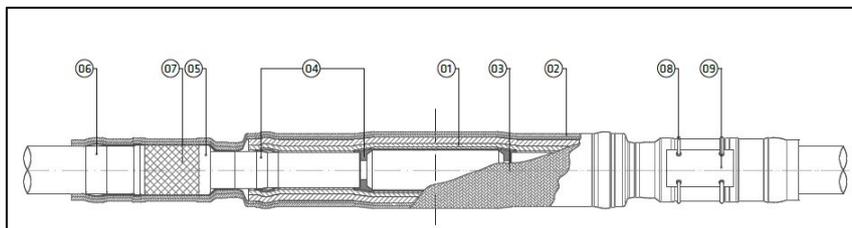
Si rileva facilmente, confrontando la  $I_b$  con la  $I_z$ , relativa a ciascuna sezione, che le sezioni scelte sono bene in grado di trasportare le potenze generate dai vari campi. La perdita di tensione risulta inferiore al 2%.

### 4.3 Giunti cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile (circa 1.000 m), si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

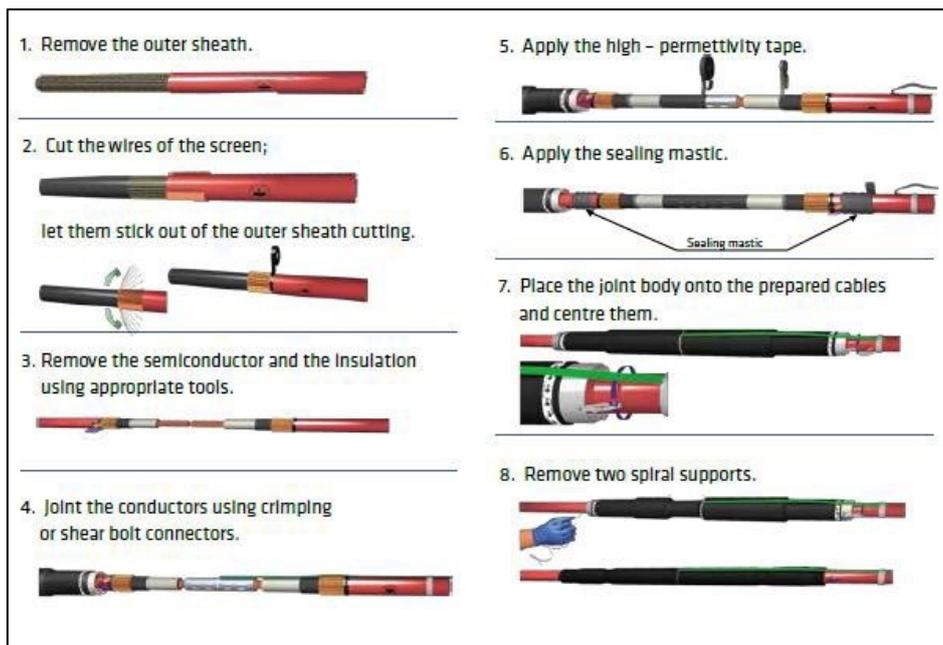
In linea generale definiamo "giunzione" la giunzione tripolare delle tre fasi del conduttore più la messa a terra dello schermo. Quindi la giunzione sarà costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche saranno realizzate 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.

Per il cavidotto interno di collegamento fra i campi fotovoltaici interni, la messa a terra degli schermi sarà eseguita solo sui terminali, dal momento che i tratti sono relativamente brevi; 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.

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.



## 5 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLA RETE DI TERRA

### 5.1 Rete di terra di impianto

L'impianto di terra sarà costituito da:

- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mm<sup>2</sup>, posata ad una quota non inferiore a 0,50 m da piano di campagna;
- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mm<sup>2</sup> posizionato sul perimetro di ciascuna cabina di campo e della cabina di raccolta principale, collegato poi all'anello perimetrale di cui al punto precedente;
- una rete di corda di rame 50 mm<sup>2</sup> 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 alle vie cavi BT, quindi seguirà il suo stesso schema.

#### 5.1.1 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.

#### 5.1.2 Efficienza dell'impianto di terra per tensioni di contatto

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

$$UE < UTp$$

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:

$$UT < UTp$$



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.

## 5.2 Rete di terra cabina di raccolta r

La realizzazione dell'impianto di terra dei fabbricati cabine elettriche 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 mm<sup>2</sup> per la messa a terra dei pannelli mobili (ante di celle ed armadi);
  - 70 mm<sup>2</sup> per la messa a terra delle parti mobili tipo aste di manovra.
- Posa e collegamento, con doppio cavo in rame da 70 mm<sup>2</sup>, 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 mm<sup>2</sup> a 7 fili elementari posata a quota -0,65 m, con sviluppo totale LP del conduttore perimetrale pari a:  
LP = 40 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).



## 6 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'Impianto in progetto sarà dotato di un impianto di illuminazione perimetrale costituito da:

- Tipo lampada: Proiettori LED, Pn = 250W
- Tipo armatura: proiettore direzionabile
- Funzione: illuminazione interno impianto notturna e antintrusione;
- Distanza tra i pali: circa 40 m.

Il suo funzionamento sarà esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto. Ciò significa che qualora dovesse verificarsi una intrusione durante le ore notturne, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori a led, installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre, la direzione di proiezione del raggio luminoso sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

Da quanto appena esposto si può evincere che detto impianto di illuminazione **è conforme a quanto riportato all'art.6 della L.R. N.15/05 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", ed in particolare al comma 1, lettere a), b), e) ed f).**

Come detto, l'Impianto sarà costituito da proiettori a Led montati su pali zincati di altezza massima 6,10 m. Dalle cabine di trasformazione, partiranno le linee di alimentazione in BT. Ogni cabina alimenterà quindi un certo numero di proiettori tramite un massimo di 3 linee elettriche trifase a 400 V.

Ogni linea sarà dotata di 1 interruttore magnetotermico. Le linee elettriche saranno costituite da cavi del tipo FG16OR16 da 10 mm<sup>2</sup>. Avremo per ogni proiettore luminoso da 250 W, una corrente necessaria pari a:

$$I = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\varphi} = \frac{250}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,92} = 0,4 \text{ A}$$

Le linee saranno dimensionate in modo tale da avere una Caduta di Tensione CdT contenuta sotto il 4%.

Il conduttore scelto da 10 mm<sup>2</sup> ha una portata nominale (per cavo interrato in tubo) pari a: 55 A.

Tale sezione è stata scelta per sopperire alle perdite di carico dovute alla lunghezza delle linee di alimentazione.



**FG160R16**

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) 30 °C in tubo in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C			raggio minimo di curvatura	
conductor cross-section	approximate conductor diameter	average insulation thickness	maximum outer diameter	approx. weight	maximum DC resistance at 20 °C	in open air at 30 °C	in duct in air at 30 °C	permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C			minimum bending radius	
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	(mm)

**4 conduttori con giallo/verde / 4 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318**

1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	121
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26,0	26	25	40	36	131
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35,0	33	32	51	45	144
6,0	3,0	0,7	17,6	420	3,30	54	44,0	43	42	65	56	167
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60,0	59	55	88	78	178
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80,0	76	72	114	101	202
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105,0	100	93	148	130	241
35+1G25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128,0	122	114	178	157	263
50+1G25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154,0	152	141	211	185	292
70+1G35	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	246	194,0	189	174	259	227	333
95+1G50	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233,0	226	206	311	274	378
120+1G70	14,2	1,2	46,9	4700	0,161	346	268,0	260	238	355	311	422

**6.1.1 Protezioni contro i contatti diretti e indiretti**

La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata dall’installazione di apparecchiature elettriche, in particolare i corpi illuminanti, con un grado di protezione non inferiore a IP44.

Una ulteriore protezione per i contatti indiretti è garantita dalla presenza di interruttori con modulo differenziale ad alta sensibilità.

**6.1.2 Caduta di tensione**

Secondo norma CEI 64-8 sez.525 la caduta di tensione nel circuito non deve superare il 4%, e viene stimata utilizzando la relazione:

$$\Delta U = K \times I \times L \times (R \cos\phi + X \sin\phi)$$

con:

K = 2 per linee monofase (230 V);

K = 1.73 per linee trifase (400 V);

I = corrisponde alla corrente di impiego del circuito (I<sub>b</sub>);

L = lunghezza della linea;

R = è la resistenza del conduttore per unità di lunghezza (per km) e varia in relazione alla sezione del conduttore stesso

X = è la reattanza del conduttore per unità di lunghezza (per km) e varia in relazione alla sezione del conduttore stesso



Nei calcoli si assumerà un valore per il fattore di potenza, pari a  $\cos\phi = 0.90$ . Inoltre, per semplificare il calcolo ed essere conservativi si farà l'ipotesi che tutto il carico sia concentrato a 2/3 della lunghezza della linea. Il carico ovviamente dipenderà dal numero di lampade che sono alimentate dal circuito.

La caduta di tensione percentuale sarà ottenuta con la formula

$$\Delta U\% = \Delta U / U \times 100$$

Dove U è la tensione di linea, ovvero 400 V.

Come detto le linee saranno dimensionate in modo tale da contenere la caduta di tensione sulla singola linea di alimentazione al di sotto del 4%.

### 6.1.3 Impianto di terra

L'apparecchio illuminante scelto per l'illuminazione è un proiettore IP66 in doppio isolamento (classe II) con lampade a LED ed ottica asimmetrica posto sulla sommità del palo e con inclinazione parallela al terreno. Quindi, la morsettiera a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe II e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra. Il corpo illuminante per l'illuminazione delle strade interne sarà di tipo a LED in alluminio pressofuso idoneo per pali diametro da 60mm.

### 6.1.4 Protezione da sovraccarichi e cortocircuiti

La protezione delle condutture rispetto a fenomeni di sovraccarico oppure di corto circuito viene espressamente richiamata dalla norma CEI 64-8 alla sezione 433 e seguenti. In esse viene prescritto che l'impianto soddisfi le seguenti due condizioni:

$$I_b < I_n \quad I_f < 1.45 I_z$$

Dove

$I_b$  = corrente di impiego del circuito;

$I_z$  = portata della conduttura in regime permanente;

$I_n$  = corrente nominale della protezione;

$I_f$  = corrente di sicuro funzionamento della protezione.

La tipologia di protezione richiesta viene assicurata da interruttori di tipo magnetotermico e di tipo magnetotermico differenziale, scelti in modo tale da avere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione e garantire un tempo di intervento inferiore a quello che condurrebbe la conduttura al limite termico. La condizione che definisce l'energia specifica passante ammessa dalle protezioni viene esplicitata tramite la relazione:



$$I^2 t < k^2 S^2$$

### 6.1.5 Cavidotti e pozzetti

Il cavidotto per la posa dei cavi sarà realizzato con tubazioni corrugate a doppia parete in PE ad alta densità con superficie interna perfettamente liscia, a bassissima emissione di fumi e gas tossici, autoestinguente, con resistenza allo schiacciamento superiore a 450 N, del diametro di 63 mm e comunque almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi, conforme alle Norme CEI 23-55 - CEI 64-8/5, art. 522.8.1.1.

La tubazione sarà posta all'interno di trincee predisposte ad una profondità non inferiore a 0,6 m dal piano di campagna, il rinterro sarà effettuato con materiale vagliato rinvenente dagli stessi scavi, esente da pietre di grosse dimensioni. Il raggio di curvatura sarà tale da non danneggiare i cavi in esso contenuti (circa tre volte il diametro esterno dei cavi).

Alla base di ciascun palo e lungo il percorso dei cavidotti (ad una distanza massima di 40 m circa) saranno posizionati dei pozzetti realizzati in cemento prefabbricato (40x40x60) cm, provvisti di chiusura in plastica, carrabile. Dovranno essere murati a terra con coperchio posto al livello del piano di calpestio senza sporgenze; dovranno essere raccordati al cavidotto e al sostegno per consentire il passaggio dei conduttori.

Da pozzetto verrà prolungato il cavo di alimentazione fino all'asola con portello di chiusura, dove verranno effettuate le giunzioni fra le linee interrate e le alimentazioni dei corpi illuminanti con idonei morsetti.

#### **Cavi**

Saranno utilizzati conduttori multipolari con isolamento e guaina in EPR non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di fumi e gas tossici, con tensione nominale di riferimento 0,6/1 kV, norme di riferimento CEI 20-11 - CEI 20-14 - CEI 20-22 II - CEI 20-35 - CEI 20-37 parte I - tabelle UNEL 35752-55-56-57 - non propaganti l'incendio secondo le norme CEI 20- 22.

I cavi saranno e posati nelle tubazioni predisposte, sopra descritte, che assicureranno idonea protezione meccanica. Le tubazioni faranno capo a pozzetti d'ispezione e di infilaggio con fondo perpendicolare di adeguate dimensioni.

Le condutture dovranno essere generalmente a tratti rettilinei orizzontali e verticali. Nel caso in cui le linee elettriche di potenza e le linee a tensione diversa da quella di rete abbiano lo stesso percorso, si dovrà provvedere ad installarle in modo da non generare disturbi reciproci. Le giunzioni e le derivazioni saranno realizzate con idonei morsetti in policarbonato in corrispondenza del portello per asola d'ispezione sul palo.



### 6.1.6 Quadro elettrico – interruttori di protezione

Gli interruttori di protezione delle linee di alimentazione dell'impianto di illuminazione saranno installati all'interno del Quadro BT Ausiliari delle Cabine. Saranno interruttori quadripolari 4x16A magnetotermici differenziali con potere di interruzione minimo di 6 kA,  $I_d=0,3$  A, curva C. Per permettere l'azionamento automatico comandato dall'impianto di antintrusione saranno dotati di contattore.

## 6.2 Corpi illuminanti

Saranno utilizzati proiettori a doppio isolamento, grado di protezione IP 66, classe energetica A++, con led modulari per complessivi 250 W, per permettere la sostituzione dei singoli moduli led. Completo di staffa di orientamento, sarà installato su appositi pali ad un'altezza massima di 6,10 m circa dal piano campagna. Le caratteristiche dell'ottica con fascio di 60° e l'orientamento verso il basso limiteranno l'inquinamento luminoso.

### 6.2.1 Pali di sostegno

I pali di sostegno saranno in acciaio a sezione circolare conica. Equipaggiati con staffe testa palo per l'installazione e sostegno di due proiettori per ciascun palo, di altezza fuori terra massima pari a 6,10 m. Saranno dotati di morsettiera con asola di ispezione ad un'altezza di 1,4 m circa. In alternativa saranno utilizzati pali in pvc aventi stesse caratteristiche. Si adotteranno fondazioni con plinto prefabbricato.

### 6.2.2 Caratteristiche illuminotecniche

L'obiettivo dell'impianto di illuminazione è quello di assicurare un adeguato livello di sicurezza antintrusione dell'impianto, questo il motivo per cui l'installazione dei corpi illuminanti è limitata al perimetro dell'impianto stesso. Come detto l'impianto si attiverà automaticamente in caso di allarme generato dall'impianto antintrusione.

L'impianto di illuminazione potrà essere utilizzato, qualora attività di manutenzione straordinaria si protraggano eccezionalmente nelle ore serali.

Il livello di illuminamento nella parte centrale dell'impianto anche in considerazione dell'ombreggiamento prodotto dagli stessi moduli fotovoltaici sarà molto scarso (pochi lux), nella parte periferica potranno essere raggiunti valori medi intorno ai 20 lux.

La scelta di lampade led ad alta efficienza con temperatura di colore superiore a 4.500 K farà sì che la luce emessa sarà del tipo bianca e fredda.



## 7 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELL'IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un Sistema integrato Antintrusione composto da:

- telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 40 m circa. Queste saranno installate su pali in acciaio zincato dell'impianto di illuminazione;
- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggirato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo *alfa* sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

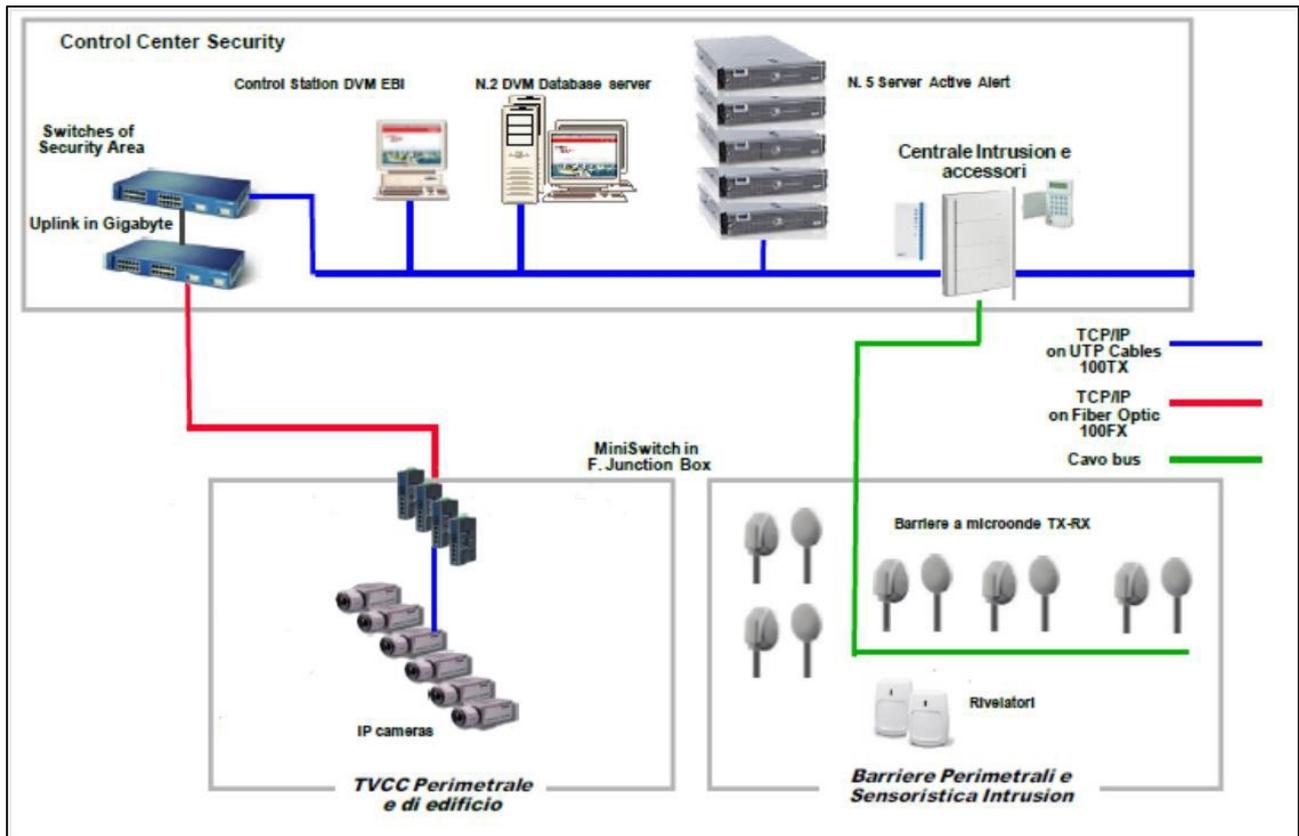
Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna gsm.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrebbe automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.





## 8 STORAGE

### 8.1 Scopo

Di seguito si definiscono le caratteristiche tecniche del sistema di accumulo di energia a batterie (da qui in avanti indicato come BESS – Battery Energy Storage System) destinato ad essere installato nell'area dell'impianto fotovoltaico.

Il trend di crescita degli ultimi anni del settore delle energie rinnovabili ha richiesto l'integrazione con sistemi di regolazione costituiti da sistemi di stoccaggio dell'energia, fra i quali i BESS.

L'integrazione dei sistemi di accumulo (BESS) con i grandi sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili, eolico e solare, permette di garantire un'elevata qualità dell'energia immessa in rete, evitando in primis la possibile naturale oscillazione di potenza, intrinseca dei tali sistemi.

Di conseguenza i sistemi BESS integrati con i sistemi di produzione energia solare ed eolica, contribuiscono quindi a sostanziale incremento nella diffusione degli impianti di produzione energia da fonti rinnovabili, migliorandone le performance tecniche ed economiche.

Il sistema di stoccaggio di energia che si intende installare (BESS) fornirà servizi di regolazione primaria di frequenza, servizi di regolazione secondaria e terziaria e riduzione degli sbilanciamenti.

Il sistema BESS verrà collegato in rete attraverso un collegamento in MT 30KV in parallelo con l'impianto fotovoltaico.

Il sistema BESS avrà una potenza di 14 MW ed una capacità di 28 MWh e sarà costituito da batterie del tipo a litio. La stazione di accumulo è condivisa con un altro produttore.

La planimetria relativa allo storage, allegata al progetto, rappresenta la soluzione di ingombro con valori medi unitari di potenza e densità di capacità rappresentativi dei prodotti esistenti oggi sul mercato.

L'altezza dei container, di tipo standard (40'), sarà di circa 3 m e sollevati da terra tra i 30 e 50 cm.

### 8.2 Definizioni

BESS: Battery Energy Storage System – Sistema di accumulo di energia a batterie

- MSDS: Material Safety Data Sheet – Scheda tecnica di sicurezza
- MSD: Mercato dei Servizi di Dispacciamento
- PCS: Power Conversion System – Sistema di conversione della corrente (AC-DC e viceversa)
- BMS: Battery Management System – Sistema di controllo batterie
- SCI: Sistema di Controllo Integrato
- Plant SCADA Sistema Centrale di Controllo Integrato



- ES: Capacità nominale del sistema BESS
- SOC: Stato di Carica – rappresenta il rapporto tra energia immagazzinata nel sistema e la rispettiva energia nominale.
- SOH: State of Health – rappresenta in % le condizioni di una batteria/cella comparate alle condizioni ideali
- DOD: Profondità di Scarica – rappresenta la variazione subita dal SOC 100% durante una fase di scarica
- $\Delta Pe$ : Variazione della potenza elettrica [MW]
- THD: Total Harmonic Distortion – distorsione armonica totale
- MT: Media tensione
- BT: Bassa tensione
- AC: Corrente alternata
- DC: Corrente continua
- TSO: Transmission System Operator (TERNA)
- LPS: Lightning Protection System (sistemi protezione da scariche atmosferiche)
- RUP: Registro Unità Produttive
- SLMM: Sul Livello Medio Marino

### 8.3 Descrizione dei componenti del BESS

Il sistema BESS è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, ovvero un impianto costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia ed alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in media tensione.

La tecnologia di accumulatori (batterie al litio) è composta da celle elettrochimiche. Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente.

Ogni "assemblato batterie" è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema BMS.

Di seguito è riportata la lista dei componenti principali del sistema BESS:

- Sistema di accumulo (BESS) composto da:
- Celle elettrochimiche assemblate in moduli e racks (Assemblato Batterie)
- Sistema bidirezionale di conversione dc/ac (PCS)
- Trasformatori di potenza MT/BT



- Quadri Elettrici di potenza MT
- Sistema di gestione e controllo locale di assemblato batterie (BMS)
- Sistema locale di gestione e controllo integrato di impianto (SCI) - assicura il corretto funzionamento di ogni assemblata batteria azionato da PCS anche chiamato EMS (Energy Management System)
- Sistema di Supervisione Plant SCADA integrazione con l'impianto .....
- Servizi Ausiliari
- Sistemi di protezione elettriche
- Cavi di potenza e di segnale
- Container o quadri ad uso esterno equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria, sarà effettuata in funzione delle scelte progettuali che verranno condivise con il fornitore del sistema, così come il numero di PCS che saranno connessi al quadro MT.

## 8.4 Caratteristiche dei containers

La struttura dei containers sarà del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in profilati e pannelli coibentati.

La struttura consentirà il trasporto, nonché la posa in opera in un unico blocco sui supporti, con tutte le apparecchiature già installate a bordo e senza che sia necessario procedere allo smontaggio delle varie parti costituenti il singolo container. L'unica eccezione riguarderà i moduli batteria, che se necessario, saranno smontati e trasportati a parte.

Nei container sarà previsto dove necessario, un impianto di condizionamento e ventilazione, idoneo a mantenere le condizioni ambientali interne ottimali per il funzionamento dei vari apparati.

Il grado di protezione minimo dei container sarà di IP54.

La verniciatura esterna dovrà essere realizzata secondo particolari procedure e nel rispetto della classe di corrosività atmosferica relativa alle caratteristiche ambientali del sito di installazione.

Sarà previsto un sistema antieffrazione con le relative segnalazioni.

La struttura sarà antisismica, nel rispetto delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008) NTC 2018.

Tutti i container batterie, convertitori, quadri elettrici saranno dotati di rivelatori incendi. I container batterie saranno inoltre equipaggiati con relativo sistema di estinzione automatico specifico per le apparecchiature contenute all'interno.

Estintori portatili e carrellati saranno, inoltre, posizionati in prossimità dei moduli batterie, dei convertitori di frequenza e dei quadri elettrici.



Le segnalazioni provenienti dal sistema antiincendio vengono inviati al sistema di controllo di impianto e alla sala controllo.

## 8.5 Caratteristiche delle batterie

Le batterie sono costituite da celle agli Ioni di Litio (Li-Ion) con chimica Litio Ferro Fosfato (LFP) o NMC assemblate in serie/parallelo in modo da formare i moduli. Più moduli in serie vanno infine a costituire il rack.

## 8.6 Collegamento sistema conversione in MT

In riferimento al paragrafo precedente relativo al sistema di conversione mediante valvole IGBT da corrente continua a corrente alternata in Bassa Tensione, si è menzionata la necessità di elevare, mediante trasformatori, la tensione in Media Tensione. Tali trasformatori saranno collegati tra di loro in configurazione entra esci e avranno il compito di distribuire la potenza erogata/assorbita dalle batterie verso i quadri di media tensione. Da un punto di vista funzionale i quadri avranno quindi il compito di:

- Dispacciare la totale potenza erogata/assorbita dal sistema di stoccaggio mediante un pannello dedicato che, in assetto classico, viene identificato come “montante di generazione”.
- Alimentare i servizi ausiliari di tutti i container che alloggiavano le batterie e i PCS mediante un pannello dedicato che, in assetto classico, viene identificato come “distributore”.
- Garantire la funzione di misura e protezioni per il sistema BESS.

## 8.7 Funzionalità del sistema BESS

Il sistema BESS potrà fornire servizio per la regolazione primaria di frequenza, secondaria e terziaria di rete ed altri servizi ancillari di rete, oltre a coprire e ridurre gli sbilanciamenti dell'impianto fotovoltaico

Il PCS comprende l'insieme dei dispositivi e delle apparecchiature necessarie alla connessione delle batterie assemblate al punto di connessione AC, installati in apposito container.

Il sistema risulterà equipaggiato con i seguenti componenti principali:

- Trasformatori MT/BT isolati
- Ponti bidirezionali di conversione statica dc/ac
- Filtri sinusoidali di rete
- Filtri RFI
- Sistemi di controllo, monitoraggio e diagnostica
- Sistemi di protezione e manovra

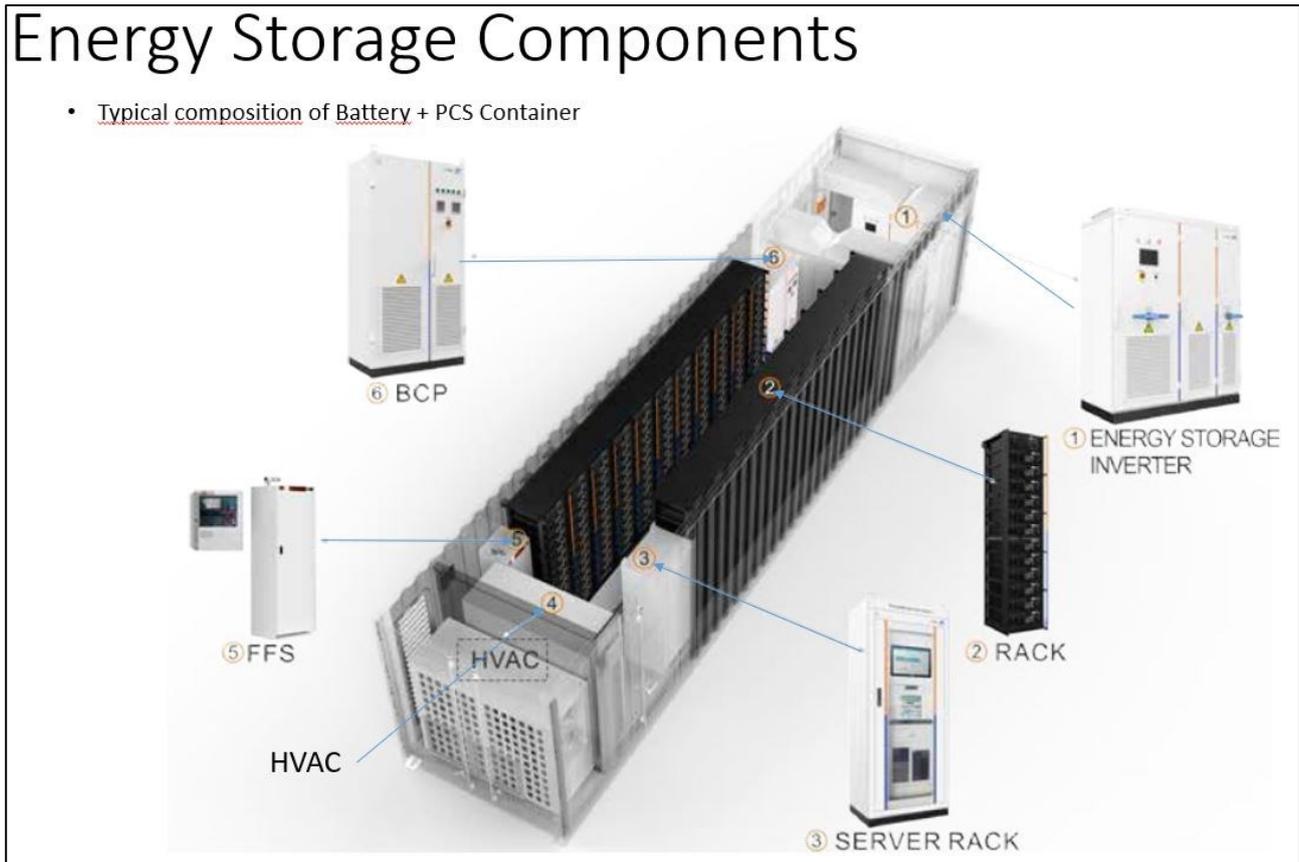


- Sistemi ausiliari (condizionamento, ventilazione, etc.)
- Sistemi di interfaccia assemblati batterie.

La tensione denominata "BT" sarà determinata in base alla proposta del fornitore del sistema BESS.

I convertitori statici dc/ac saranno di tipologia VSC (Self-Commutated Voltage source Converter) con controllo in corrente, di tipo commutato. Essi saranno composti da ponti trifase di conversione dc/ac bidirezionali reversibili realizzati mediante componenti total-controllati di tipo IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor).

Il PCS sarà dotato di un sistema di supervisione con funzioni di protezione, controllo e monitoraggio, dedicato alla gestione locale dello stesso e delle batterie assemblate da esso azionati.



Le principali funzioni del BMS (Battery Management System) saranno:

- Monitoraggio e gestione del SoC e del SoH;
- Monitoraggio e gestione del bilanciamento delle celle;
- Monitoraggio e diagnostica delle batterie assemblate;
- Gestione dei segnali di allarme/anomalia;

- Supervisione e controllo delle protezioni con eventuale azione di disconnessione/connesione delle batterie in caso di necessità;
- Gestione dei segnali di sicurezza delle batterie con il monitoraggio fino alle singole celle dei valori quali tensioni, temperature, correnti disperse;
- Invio segnali di soglia per la gestione delle fasi di carica e scarica;
- Elaborazione dei parametri per la gestione delle fasi di carica e di scarica;
- Elaborazione dei parametri necessari ad identificare la vita utile residua delle batterie;
- Elaborazione dei parametri necessari alla stima dello Stato di Carica delle batterie;

Le principali funzionalità del sistema di monitoraggio del BMS saranno:

- Calcolare ed inviare ai sistemi locali (SCI) lo stato di carica (SOC)
- Fornire ai sistemi locali (SCI) i parametri di valutazione dei programmi di produzione e erogazione ammissibili
- Fornire ai sistemi locali (SCI) i segnali di allarme/anomalia
- Confermare la fattibilità di una richiesta di potenza in assorbimento o in erogazione.

Le principali funzioni di competenza del sistema di controllo del PCS saranno:

- Gestione della carica/scarica delle assemblate batterie
- Gestione dei blocchi e interblocchi delle assemblate batterie
- Protezione delle assemblate batterie
- Protezione dei convertitori.

Le principali funzioni di competenza del sistema integrato SCI saranno:

- Consentire l'esercizio in locale dei singoli moduli batteria, mediante funzioni di protezione, comando e interblocco
- Operare l'esercizio remoto dell'impianto

Comunicazione con il Plant Scada che, che coordina le attività di gestione del BESS in interazione con le funzionalità e la produzione di energia dell'impianto fotovoltaico.

## 8.8 Smaltimento a fine vita impianto

Il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema BESS verrà attuato in conformità alle leggi nazionali, europee ed internazionali vigenti (tra le quali European Directive on batteries and accumulators 2006/66/EC), assicurandone il rispetto anche nel caso di modifiche e/o integrazioni di quest'ultime dal momento in cui l'impianto verrà messo in esercizio.



Il fornitore del sistema BESS fornirà idonea documentazione nella quale verranno descritte le modalità gestionali e gli aspetti di sicurezza.

Dal 1° gennaio 2009, in virtù del D.Lgs. 188, datato 20 novembre 2008, è stato esteso in Italia l'obbligo di recupero alle pile e agli accumulatori non basati sull'uso di piombo bensì sull'impiego di altri metalli o composti. Tale decreto recepisce e rende effettiva la direttiva europea 2006/66/CE.

A fine vita il sistema di accumulo sarà disassemblato e, in conformità alle leggi vigenti, trasportato verso un centro autorizzato di raccolta e riciclaggio.

## **9 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE DI PRIMA PIOGGIA.**

Di seguito si intendono fornire le prime indicazioni e calcoli preliminari per il dimensionamento del sistema di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia derivanti dal dilavamento del piazzale asfaltato (avente superficie pari a circa 700 m<sup>2</sup>) della Sottostazione Elettrica Utente di nuova realizzazione. La Sottostazione Utente SSE sarà ubicata nel Comune di Cerignola (FG), ed in particolare sorgerà nei pressi della futura stazione Terna 380/150 kV di Cerignola, alla quale sarà connessa per la cessione dell'Energia prodotta dall'Impianto. L'impianto di accumulo elettrochimico occuperà invece un'area di 1734 m<sup>2</sup>.

Verrà quindi reso il calcolo e verifica sopra detto ai sensi dell'art. 15 comma 4 del Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013, "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. e ii.).

La sottostazione di trasformazione e l'area di accumulo saranno delimitate all'esterno da una recinzione realizzata a pettine aperta in elementi prefabbricati in cls su trave di fondazione in cls armato gettato in opera. 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. Il fabbricato sarà dotato di sistema di raccolta delle acque meteoriche (pluviali), che saranno convogliate verso il piazzale asfaltato prima detto. L'area destinata alle apparecchiature AT sarà finita con ghiaietto.

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

- sottofondo in misto di cava;
- base in misto stabilizzato;
- binder;
- tappetino d'usura debitamente rullato;
- cordonata in elementi di cemento vibrocompressso.



La sagoma trasversale del piazzale sarà realizzata con pendenza verso i pozzetti di raccolta delle acque meteoriche. La posa in opera del materiale sarà effettuata con una corretta umidificazione ed un adeguato costipamento, preceduto, se necessario, da un mescolamento per evitare la segregazione. La posa in sottofondo sarà preceduta da accurata costipazione del terreno in sito.

Alla luce del Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013, è necessario provvedere allo smaltimento delle acque meteoriche, poiché l'attività svolta nell'area sopra descritta è sprovvista di fognatura separata, in conformità a quanto indicato dall'articolo 5 del Capo I del R.R. n.26/2013.

## 9.1 Riferimenti Normativi

### Leggi Nazionali:

- D. Lgs n. 152/06 e s.m.i., Parte III "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche".

### Leggi Regione Puglia:

- Piano di Tutela delle Acque, Decreto Commissariale n. 209 del 19 dicembre 2005, adottato con Delibera di Giunta n. 883 del 19 giugno 2007, approvato dal Consiglio Regionale il 20 ottobre 2009;
- Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013 Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia;
- Norme UNI-EN 858-1/2

In base alle disposizioni del Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013, per la definizione del presente elaborato, relativo al trattamento delle acque meteoriche incidenti sulla SSE di trasformazione e consegna a servizio del Parco e sull'area dell'impianto di accumulo elettrochimico di si sono adoteranno i criteri di seguito indicati.

L'art.3 del suddetto R.R., definisce:

- Acque meteoriche di dilavamento: le acque di pioggia che precipitano sull'intera superficie impermeabilizzata scolante afferente allo scarico o all'immissione;
- Acque di prima pioggia: le prime acque meteoriche di dilavamento, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:
  - di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila)mq;
- Acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- Acque di lavaggio: acque non meteoriche utilizzate per operazioni di lavaggio di aree esterne impermeabili o per altre operazioni diverse da quelle di processo;



- e. Suolo: corpo naturale composto da sostanze minerali ed organiche, generalmente in orizzonti di spessore variabile, differenziato dalle formazioni geologiche sottostanti per la composizione chimico fisica ed i caratteri biologici;
- f. Sottosuolo: l'intera zona in profondità sottostante il suolo;
- g. Strato superficiale del sottosuolo: corpo naturale immediatamente sottostante il suolo o una sua parte, posto ad una distanza di sicurezza dal livello di massima escursione della falda; tale distanza è definita come franco di sicurezza;
- h. Franco di sicurezza: lo strato di suolo e sottosuolo posto al di sopra del livello di massima escursione delle acque sotterranee che, per sua natura e spessore, garantisce la salvaguardia qualitativa delle stesse. Il suo spessore minimo deve essere di 1,5 (uno virgola cinque) m valutato e verificato in funzione delle effettive caratteristiche del sottosuolo;
- i. Vasca di prima pioggia: manufatto a tenuta stagna adibito alla raccolta ed al contenimento del volume delle acque di prima pioggia. La medesima vasca può essere adibita, se dimensionata e/o equipaggiata con apparecchiature idonee, al trattamento delle stesse acque;
- j. Superficie scolante: l'insieme di strade, cortili, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra superficie scoperta, alle quali si applicano le disposizioni sullo smaltimento delle acque meteoriche di cui al presente regolamento;
- k. Tempo di ritorno: l'intervallo medio di tempo all'interno del quale un evento di precipitazione sarà uguagliato o superato;
- l. Evento meteorico: una o più precipitazioni atmosferiche, anche tra loro temporalmente distanziate, che, ai fini delle corrispondenti acque di prima pioggia, si verificano o si susseguono a distanza di almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto da un analogo precedente evento;
- m. Dissabbiatura: trattamento per la rimozione di "particelle solide sospese" di dimensioni superiori a 0,20 (zero virgola venti) mm;
- n. Bacino endoreico: bacino idrografico in cui il reticolo idrografico non sfocia a mare o in altro corpo idrico superficiale sfociante a mare, ma recapita in una zona depressa interna al bacino stesso;
- o. Recapito finale di bacino endoreico: zona più depressa di un bacino endoreico.
- p. Immissione di acque meteoriche: rilascio delle acque meteoriche di dilavamento in rete fognaria.

## 9.2 Impianto di trattamento acque di prima pioggia

### 9.2.1 Descrizione rete di captazione ed impianti di trattamento

Il funzionamento dell'impianto prevede che a seguito delle precipitazioni atmosferiche, le acque meteoriche di dilavamento del piazzale della sottostazione e dell'impianto di accumulo vengano convogliate in canalette grigliate di raccolta, da cui poi vengono canalizzate alla vasca per il trattamento depurativo di: grigliatura, accumulo, dissabbiatura e disoleazione.



In seguito a tale trattamento, le acque saranno recapitate mediante subirrigazione.

L'acqua depurata scorre in dei tubi, in PEAD, interrati disperdenti, per consentire la sua distribuzione lungo il percorso. L'acqua viene spinta nel collettore principale (mandata), tramite un'elettropompa sommersa, attualmente ubicata nella sezione finale della vasca depurativa.

Per il trattamento delle acque di lavamento del piazzale, in riferimento al Regolamento Regionale n.26/2013, art.5 punto 1 e 3, si ritiene opportuno utilizzare il seguente schema di raccolta e trattamento delle acque:

1. pozzetto scolmatore (di by-pass),
2. vasca deposito temporaneo 1^ pioggia,
3. sedimentatore,
4. disoleatore,
5. pozzetto d'ispezione.

### 9.2.2 Caratteristiche costruttive e di funzionamento

La vasca di trattamento delle acque di prima pioggia verrà dimensionata per un volume di invaso pari al prodotto della superficie impermeabilizzante per 5 mm di altezza pioggia.

L'ingresso di questa vasca sarà dotato di una valvola antiriflusso che si chiuderà nel momento in cui l'acqua avrà raggiunto il livello massimo, passando dal pozzetto scolmatore al sistema di trattamento delle acque di seconda pioggia.

Successivamente, le acque di prima pioggia, attraverso un'elettropompa sommersa, vengono rilanciate con portata controllata alla sezione di disoleazione dove, per i tempi di stazionamento e per particolari apparecchiature in esso contenute, avviene la separazione della massima parte degli oli e/o idrocarburi eventualmente presenti.

Il ciclo di funzionamento della pompa impostato in modo tale che dopo 48 ore, in accordo con quanto definito dal R.R. del 09/12/13 del n°26, il settore di accumulo sia vuoto e pronto a ricevere un nuovo evento meteorico. Le acque così trattate verranno poi inviate in un pozzetto di ispezione prima del recapito finale in subirrigazione.

Le acque di seconda pioggia saranno convogliate dal pozzetto scolmatore, tramite un by-pass al pozzetto di ispezione e successivamente al recapito finale (sub-irrigazione).

L'interno delle vasche sarà trattato con rivestimento epossidico, in quanto dovrà accogliere acque inquinate. Tale rivestimento è una vernice collaudata ed utilizzata su territorio nazionale, che rende la superficie interna dei manufatti resistente ai liquidi leggeri, come: carburanti, gasolio, kerosene, oli minerali e vegetali, acidi organici e minerali, alcali e ai sali acidi e alcalini.

In fase di progettazione esecutiva verranno dimensionate i volumi di ciascuna vasca.

