



**REGIONE SICILIA**

**PROVINCIA DI ENNA**



**Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da 45,0996 MW sito nel Comune di Enna (EN)**

**Località "Calderari" denominato Enna 1**



**COMMITTENTE**

**Enna 1 PV s.r.l.**

Via Alessandro Manzoni, 43 - 20121 Milano  
p.iva 16644821007

**PROGETTAZIONE**



**HORUS Green Energy Investment**  
Viale Parioli n. 10  
00197 Roma



**FDGL s.r.l.**  
Via Ferriera n. 39  
83100 Avellino  
www.fdgl.it

*Progettista:*  
*Ing. Fabrizio Davide*



*Collaboratori:*  
*Ing. Mario Lucadamo*  
*Ing. Angelo Mazza*

**PROGETTO DEFINITIVO**

*Elaborato:*

**DEF.REL.06 - Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici**

SCALA

-

DATA

**11/2022**

FORMATO STAMPA  
**A4**

REDATTO

APPROVATO

DESCRIZIONE E REVISIONE DOCUMENTO

DATA:

REV.N°

**COMUNE DI ENNA**

## SOMMARIO

1. Introduzione .....	2
2. Le opere da realizzare.....	2
3. Modulo fotovoltaico .....	2
4. Strutture di sostegno .....	4
5. Gruppo di conversione e trasformazione.....	5
6. Sistema di Accumulo e conversione "Power Station" .....	7
Descrizione tecnica e funzionalità dell'impianto BESS .....	7
Principali componenti dell'impianto BESS .....	7
7. Cavidotti .....	8
8. Pozzetti e camerette.....	9
9. Messa a terra dei rivestimenti metallici.....	10
10. Coesistenza fra cavi elettrici ed altre condutture interrato .....	10
11. Cabine elettriche .....	13
12. Impianto di consegna.....	13
Apparecchiature AT, macchinario e componenti di stazione .....	16
Edifici ed opere civili .....	20
Bobine di sbarramento e dispositivi di accoppiamento .....	22
Sostegni per apparecchiature di stazione .....	22
Isolatori portanti e isolatori per linee elettriche aeree.....	23
Impianto di terra.....	23
Servizi ausiliari.....	24
Servizi generali .....	24
Composizione dello schema di alimentazione degli S.A. in c.a. ....	25
Composizione dello schema di alimentazione dei S.A. in c.c. ....	25
Disposizioni di sicurezza.....	26
Collegamenti 36/0,4 kV .....	26
Sistemi di protezione comando e controllo .....	26
Sala controllo locale.....	27

## 1. Introduzione

Il disciplinare descrittivo e prestazionale riporta, sulla base delle specifiche tecniche, i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto.

Il disciplinare contiene, inoltre, la descrizione delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e dei componenti previsti nel progetto. A tale scopo sono individuate e descritte le varie opere da realizzare, secondo quanto previsto sia nella relazione di Studio di Impatto Ambientale, sia negli elaborati specifici facenti parte del progetto definitivo.

## 2. Le opere da realizzare

Gli elementi da realizzare e/o modificare per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, corretto esercizio, messa in sicurezza e rispetto dell'ambiente sono così raggruppate:

- Modulo fotovoltaico.
- Strutture di sostegno dei tracker
- Gruppo di conversione.
- Cavidotti.
- Cabine elettriche.
- Impianto di consegna per trattamento energia (raccolta/innalzamento 36/150kV) del Gestore della Rete Elettrica.

## 3. Modulo fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico è l'elemento base dell'impianto che converte l'energia solare in energia elettrica, sfruttando l'effetto fotovoltaico. Più moduli fotovoltaici vengono raggruppati insieme per formare le stringhe, che vengono poi installati fisicamente sulle strutture di sostegno e collegati elettricamente ai vari gruppi di conversione/trasformazione.

Il modulo fotovoltaico scelto per l'installazione del progetto è il modello **JW-HD132N** della **Jolywood**, in grado di generare una potenza nominale pari a 700 W.

Il modulo è di tipologia a celle monocristalline, bifacciale, formato da 132 celle, coperte da un vetro sottoposto a trattamento termico.

Il modulo così formato ha le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Lunghezza: 2384 mm
- Larghezza: 1303 mm
- Peso: 38 kg
- Spessore 35 mm
- Area: 3,106 m<sup>2</sup>

Nella parte posteriore del modulo è presente il cavo di collegamento per la configurazione dei pannelli con sezione pari a 4,0 mm<sup>2</sup> e lunghezza pari a 140 mm, con connettori di tipo *MC4-EVO2*.

Le caratteristiche elettriche del modulo della **Jolywood** in condizioni standard di collaudo (1000/m<sup>2</sup>, AM 1.5, T = 25°C) sono riassunte nella seguente tabella:

<b>Potenza nominale</b>	700 W
<b>Tensione a P<sub>MAX</sub></b>	39,5 V
<b>Corrente a P<sub>MAX</sub></b>	17,73 A
<b>Tensione a vuoto</b>	47,1 V
<b>Corrente di cortocircuito</b>	18,82 A
<b>Coefficiente termico di V<sub>OC</sub> (T&gt;25° C)</b>	-0,26%/°C
<b>Coefficiente termico di I<sub>SC</sub></b>	+0.046%/°C

Le caratteristiche elettriche ad 800W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 e T = 45°C sono riportate di seguito:

<b>Potenza nominale</b>	530 W
<b>Tensione a P<sub>MAX</sub></b>	37,0 V
<b>Corrente a P<sub>MAX</sub></b>	14,29 A
<b>Tensione a vuoto</b>	45,0 V
<b>Corrente di cortocircuito</b>	15,17 A

Il modulo fotovoltaico è certificato in base agli standard ISO 9001/2005, ISO 14001/2005 e OHSAS 18001/2007; il modulo è dotato di marchio CE ed è in classe di protezione II fino a 1500V e rispetta tutte le normative vigenti in Europa sia dal punto di vista elettrico che strutturale.

Per qualsiasi ulteriore dettaglio si rimanda alla scheda tecnica allegata.

#### **4. Strutture di sostegno**

I moduli fotovoltaici saranno installati su dei tracker monoassiali (inseguitori Est-Ovest) della Convert, modello PVH, in configurazione 2x14.

I suddetti tracker raggiungono un'altezza di 3,47 m con inclinazione pari a 0°, ossia nel caso in cui si trovano in posizione perfettamente orizzontale.

Essi possono raggiungere un'inclinazione massima di +/- 55°; in questa configurazione i tracker raggiungono un'altezza massima di 5,33 m con una distanza dal terreno fino a 1,40m.

La struttura di supporto è garantita per 10 anni con una protezione dalla corrosione di 25 anni. Dovrà essere previsto un programma di manutenzione degli inseguitori con cadenza biennale.

I vantaggi ottenuti dalla struttura utilizzata sono i seguenti:

- Alto grado di prefabbricazione.
- Montaggio facile e veloce.
- Componenti del sistema perfettamente integrati.
- Materiale interamente metallico (alluminio/inox) con notevole aspettativa di durata.
- Materiali altamente riciclabili.
- Nessun tipo di fondazioni per la struttura.
- Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice.
- Possibilità di regolazione per terreni accidentati.
- Traverse rapportate alle forze di carico.
- Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi.

Le strutture, oltre al compito di ancorare il modulo fotovoltaico al suolo, forniscono al modulo la migliore esposizione alla radiazione solare (0° di Tilt e Azimuth variabile da est a ovest).

Tutta la struttura utilizzata sarà progettata, realizzata e collaudata in base ai principi generali delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018), nonché tenendo conto della legge 1086/71 (Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica) e, della legge 64/74 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche) e del DPR 380/2001 (Testo Unico dell'edilizia).

In particolare devono essere calcolate per resistere alle seguenti sollecitazioni di carico:

**1. Carichi permanenti:**

a) *Peso proprio*: dipende dalle strutture adottate.

b) *Peso moduli*: circa 38 kg per modulo.

**2. Sovraccarichi:**

a) *Spinta del vento*: il vento, la cui direzione si considera di regola orizzontale, esercita sulle strutture usuali forze che sono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti che si traducono in pressioni o depressioni agenti normalmente alle superfici degli elementi che compongono la struttura. Per strutture o elementi strutturali ravvicinati e di analoga forma il vento può dare luogo ad azioni statiche, dinamiche ed aeroelastiche la cui valutazione richiede l'uso di metodologie di calcolo e sperimentali adeguate allo stato dell'arte.

b) *Effetti sismici*: vanno valutati mediante analisi statica e le risultanti delle forze orizzontali e verticali devono essere distribuite sulla struttura proporzionalmente alle singole masse presenti.

c) *Azioni della neve*: il carico della neve dipende dalle condizioni locali di clima ed esposizione.

Le verifiche delle strutture di sostegno devono essere effettuate combinando le precedenti condizioni di carico nel modo più sfavorevole al fine di ottenere le sollecitazioni più gravose, sia per la struttura che per la superficie su cui viene appoggiata. Tali verifiche devono essere effettuate con una relazione apposita firmata da tecnico abilitato nel settore delle civili costruzioni.

**5. Gruppo di conversione e trasformazione**

Il modulo fotovoltaico genera energia elettrica in bassa tensione ed in corrente continua. Per poter essere trasportata e consegnata alla RTN l'energia deve essere convertita in corrente alternata e trasformata ai livelli di tensione previsti e infine in AT (alta tensione) per il collegamento alla RTN. Allo scopo, nei pressi di ogni campo fotovoltaico, saranno installati inverter e trasformatori, dimensionati opportunamente.

L' inverter scelto per la realizzazione del progetto è il modello **SG1100UD** della **SUNGROW**, installato in cabinati prefabbricati. Gli inverter eseguono l'inseguimento del punto di massima potenza delle stringhe fotovoltaiche, per ottimizzare la potenza prodotta

dalle celle fotovoltaiche.

Il funzionamento in MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) avviene nel range compreso tra 895 V e 1500 V. La massima corrente di stringa è pari a 18,76 A, mentre in uscita ogni "subcombiner" fornisce un voltaggio in continua pari a 1014 V (valutazione al NOCT) ed una corrente continua pari a circa 1426 A (valutata per un massimo di 76 stringhe in parallelo per "subcombiner").

L'inverter ha una potenza nominale lato AC di 1100 kVA (come da scheda tecnica allegata al progetto).

L'inverter converte la corrente da continua in alternata e fornisce in uscita, alla frequenza di 50 Hz, una tensione nominale pari a 400 V ed una corrente fino a 1160 A (a seconda del sottocampo). L'efficienza di picco è pari al 98%. Le dimensioni dell'inverter sono le seguenti:

- **SG1100UD** 2140x700x1690 mm ed ha un peso pari a 1500 kg.

Le apparecchiature della SUNGROW sono certificate IEC 62109-1/2, EN 62109-1/-2, IEC 62116 come da scheda tecnica allegata.

Il numero di inverter ed il loro collegamento sarà, come da progetto, dimensionato in maniera opportuna.

L'inverter, come mostrato, fornisce energia elettrica in bassa tensione; per evitare forti perdite di energia per effetto Joule durante il trasporto dell'energia l'ente distributore impone un collegamento in AT ed è quindi necessario l'utilizzo di un trasformatore elevatore, che elevi la tensione al valore scelto per il trasporto, pari a 36kV. Pertanto l'impianto sarà dotato di trasformatori, collegati in uscita agli inverter di un sottocampo tale da supportare le grandezze elettriche in uscita da esso e fornire il minor numero possibile di perdite. Nel nostro caso sono stati scelti 40 trasformatori con rapporto di trasformazione 36/0,4kV, prodotto a norme CEI-UNEL.

Il trasformatore avrà anche il compito di isolare galvanicamente la parte in continua dell'impianto dalla rete elettrica dell'ente distributore.

I trasformatori saranno installati all'interno delle cabine elettriche, opportunamente predisposte come da progetto.

## **6. Sistema di Accumulo e conversione "Power Station"**

### *Descrizione tecnica e funzionalità dell'impianto BESS*

Il sistema BESS (Battery Energy Storage System) in oggetto, è costituito da dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionali ad assorbire e rilasciare energia elettrica ed alla conversione bidirezionale della stessa al livello di tensione della rete. Tale sistema è previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete con obbligo di connessione di terzi.

L'impianto BESS sarà del tipo elettrochimico agli ioni di litio, con potenza nominale di scarica pari a 16,5 MVA (a 45°C), prodotta da n° 3 unità di accumulo BESS (Battery Energy Storage System) di taglia pari a 5,5 MVA e tensione nominale 36 kV. Ciascuna unità sarà interconnessa in modalità entra-esci a partire da una cella 36 kV presente in cabina parallelo e smistamento.

L'energia accumulata sarà pari a 66,048 MW/h impiegando 24 moduli da 2,752 MWh.

### *Principali componenti dell'impianto BESS*

La tecnologia di accumulatori elettrochimici (batterie) è composta da celle agli ioni di litio. Di seguito è riportata la lista dei componenti principali del sistema BESS:

- Celle agli ioni di litio assemblati in moduli e armadi (Assemblato Batterie)
- Sistema bidirezionale di conversione DC/AC (che insieme al trasformatore elevatore va a costituire la PCS)
- Trasformatori di potenza
- Quadro Elettrico di sezionamento 36 kV
- 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 unità azionata da PCS
- Sistema Centrale di Supervisione (SCCI)
- Servizi Ausiliari
- Sistemi di protezione elettriche
- Cavi di potenza e di segnale
- Container equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi

Il sistema BESS è in grado di fornire diversi servizi di regolazione di frequenza e bilanciamento alla rete elettrica nazionale. Eventualmente potrà effettuare altri servizi ancillari di rete, solo su richiesta del TSO (Transmission System Operator) nel punto di connessione.

La modularità del sistema di accumulo in termini energetici varia in base al fornitore del sistema scelto, ma in linea generale prevede l'incremento (o decremento) della quota di armadi rack batteria e container installati di dimensioni indicative 12,9 x 2,438 m; la modularità del sistema in termini di potenza immettabile in rete prevede l'incremento (o decremento) delle unità di conversione e trasformazione PCS.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria e containers dipenderà dal fornitore dello stesso e sua densità di potenza, oltre che dalla capacità di accumulo prevista. Tipicamente gli impianti BESS sono dimensionati in termini di ore di autonomia rispetto alla potenza nominale dello stesso, indicativamente da 1 a 8 h, secondo l'esigenza.

La tecnologia di installazione nell'impianto integrato prevede unità aventi una potenza unitaria di circa 5,5 MW (a 45°C).

Le singole unità combinate tra loro attraverso una distribuzione interna di impianto a 36 kV costituiranno l'intero sistema di accumulo. Ogni unità sarà costituita dai principali componenti quali trasformatori elevatori e inverter (che costituiscono l'unità di trasformazione e conversione PCS), a cui sono abbinati un certo numero di moduli batteria dimensionati rispetto al valore di autonomia di progetto (attraverso opportuni collegamenti serie e parallelo dei singoli moduli).

## **7. Cavidotti**

Dell'impianto fotovoltaico fa parte anche un complesso sistema di cavidotti, che esplica diverse funzioni: i cavi che uniscono i moduli per formare le stringhe, i cavi che collegano le stringhe ai quadri di campo e poi all'inverter, i cavi di collegamento tra inverter e trasformatore ed i cavi in media tensione che vanno alla cabina di consegna e alla trasformazione 36/150 kV del RTN.

In primo luogo, i cavi tra i moduli a formare le stringhe, inseriti già dal produttore all'interno dei moduli fotovoltaici, in rame e di sezione nominale pari a 4 mm<sup>2</sup>, saranno posati opportunamente fissati alla struttura di sostegno, tramite fascette, o canalizzati.

I cavi che connettono le stringhe agli inverter e/o ai quadri di campo saranno cavi del tipo FG21M21 (cavo solare, adatto per installazione interna o esterna resistente all'ozono e ai raggi UV), di sezione nominale pari ad almeno 6 mm<sup>2</sup> o 10 mm<sup>2</sup>, saranno alloggiati all'interno di canalizzazioni o fascettati anch'essi alle strutture metalliche; qualora ne fosse richiesto si utilizzeranno anche interramenti di questi cavi nell'area del campo fotovoltaico.

I cavi che connettono gli inverter ai quadri saranno di sezione nominale pari ad almeno 95 mm<sup>2</sup> in alluminio e verranno posti in opera interrati in corrugati e con guaina di protezione.

All'interno della cabina elettrica i cavi di collegamento tra inverter e trasformatore saranno posati in canaline con guaine di protezione ed avranno una sezione nominale di almeno 240 mm<sup>2</sup> per ogni terna.

I cavidotti per il trasporto dell'energia con sigla RG16H1R12 26/45kV (CEI 20-13, CEI 20-35), saranno posati in canalizzazione interrata come riportato negli allegati tecnici (a seconda del numero di conduttori per posa e se posati in terreno agricolo o strada carrabile).

Gli scavi per i cavidotti sono effettuati con sezione obbligata a fino a 1,5 m di profondità e fino ad 1 m di larghezza, con posa di cavi tripolari con sezione da almeno 120 mm<sup>2</sup> e di un cavo di segnale in tubo di PVC, affogati in sabbia per un'altezza di 0.5 m e segnalati con degli appositi nastri di segnalazione. Segue il riempimento della parte superiore dello scavo con lo stesso terreno di scavo ed il ripristino della superficie a manto stradale, ove previsto. Tutti i cavi sono stati dimensionati in modo da contenere le perdite totali di energia al di sotto del 1% per la parte in corrente continua ed al di sotto del 4 % per la parte in corrente alternata.

## **8. Pozzetti e camerette**

I pozzetti e le camerette vengono realizzati sulla rete di cavidotti per contenere le giunzioni fra le varie tratte, al fine di proteggere e rendere ispezionabile il giunto stesso.

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono poter introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura;

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi a 36kV deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione.

In particolare occorre:

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

### **9. Messa a terra dei rivestimenti metallici**

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziale le masse metalliche che ricoprono il cavo, ponendole tutte a potenziale zero; dato l'elevato valore di tensione del conduttore (36kV), il materiale isolante (dielettrico) che ricopre il conduttore sarà sede di correnti di spostamento che dal conduttore fluiscono verso il rivestimento metallico; per effetto di queste correnti la massa metallica esterna (armatura) si troverà sotto tensione, ad un valore pericoloso per il corpo umano; qualora nella trincea fossero posati più cavi o coesistano cavi e altre condotte (telecomunicazioni, gas, acquedotti) il fenomeno può estendersi ad altre parti metalliche presenti; pertanto la messa a terra delle masse metalliche annulla questo fenomeno, evitando sollecitazioni dannose per l'isolante del cavo e offrendo maggiore sicurezza al personale tecnico ed elementi di altre reti.

Lo schermo dei cavi a 36 kV deve essere messo a terra ad entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto. Ai sensi della CEI 11-27, gli schermi dei cavi saranno sempre aterrati alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.

### **10. Coesistenza fra cavi elettrici ed altre condutture interrato**

#### *Parallelismi e incroci fra cavi elettrici*

I cavi aventi la stessa tensione nominale, possono essere posati alla stessa profondità, ad una distanza di circa 3 volte il loro diametro. Tali prescrizioni valgono anche per incroci di cavi aventi uguale o diversa tensione nominale.

### *Parallelismi e incroci fra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione*

#### *Parallelismi*

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione, i cavi di energia devono, di norma, essere posati alla maggior e possibile distanza, e quando vengono posati lungo la stessa strada si devono dislocare possibilmente ai lati opposti di questa. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra, è ammesso posare i cavi in vicinanza, purché sia mantenuta fra i due cavi una distanza minima non inferiore a 0.30 m.

Qualora detta distanza non possa essere rispettata, è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- Cassetta metallica zincatura a caldo
- Tubazioni in acciaio zincato a caldo;
- Tubazione in materiale plastico conforme alle norme CEI.

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posto alla profondità maggiore quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0.15m.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata, in appositi manufatti (tubazione, cunicoli ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi.

Nel caso che i cavi siano posati nello stesso manufatto, non è prescritta nessuna distanza minima da rispettare, purché sia evitata la possibilità di contatti meccanici diretti e siano dislocati in tubazioni diverse.

#### *Incroci*

La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore a 0.30 metri ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, mediante un dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi. Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

- Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente.
- Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei

due cavi è posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione, senza necessità di effettuare scavi.

#### *Parallelismi ed incroci fra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrate*

La distanza in proiezione orizzontale fra i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, adibite al trasporto e alla distribuzione dei fluidi (acquedotti, oleodotti e simili), posate parallelamente ai cavi medesimi non deve essere inferiore a 0.30 metri.

Si può tuttavia derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti quando:

- la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0.5 metri;
- tale differenza è compresa fra 0.30 e 0.50 metri, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni adibite ad altro uso tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra i soggetti interessati, purché il cavo di energia e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro. Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse. Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio. Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi e di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a 0.50 m.

Tale distanza può essere ridotta fino a un minimo di 0.30 metri, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0.30 metri per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio, lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter

coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0.30 metri di larghezza ad essa periferica. Le distanze sopraindicate possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo fra i soggetti interessati, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul di stanziamento.

#### *Coesistenza fra cavi di energia e gasdotti*

Le distanze da rispettare nei parallelismi e incroci fra cavi elettrici e tubazioni di cui al precedente paragrafo sono applicabili, ove non in contrasto con il D.M. 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0.8", ai cavi direttamente interrati con le modalità di posa "L" (senza protezione meccanica) e "M" (con protezione meccanica) definite dalle Norme CEI 11-17 (art. 2.3.11 e fig.1.2.06).

### **11. Cabine elettriche**

Le cabine elettriche 36/0,4 kV sono dislocate all'interno del campo fotovoltaico, in numero proporzionato al numero di sottocampi realizzati; si realizzeranno ulteriori cabine di sezionamento, denominate "Cabine MT" per il sezionamento delle linee interrate verso l'impianto di consegna. Ogni cabina di trasformazione ha la funzione di ospitare i trasformatori e le relative apparecchiature.

Le dimensioni saranno tali da permettere la corretta installazione di tutte le apparecchiature necessarie allo scopo e verrà realizzata in struttura prefabbricata, come da documentazione progettuale allegata.

### **12. Impianto di consegna**

L'impianto di consegna, che sarà realizzato dal Gestore della RTN (come da STMG), ha una duplice funzione: immettere in rete l'energia prodotta dal campo fotovoltaico e la conversione della stessa energia da 36kV a 150kV.

La sottostazione sarà suddivisa in due parti principali:

- Area 1: necessaria per l'installazione apparecchiature a 150kV;
- Area 2: da utilizzare per l'installazione di tutte le apparecchiature elettriche occorrenti sul "lato 36 kV".

L'area a 36kV sarà ricavata in adiacenza all'area "150 kV" ed avrà dimensioni tali da permettere la corretta installazione di tutte le apparecchiature di condizionamento dell'energia e di misurazione, di trasformazione/adequamento di tensione ed isolamento degli impianti.

L'impianto di consegna viene quindi realizzato secondo i disciplinari tecnici dell'ente Gestore della RTN, in particolare si farà riferimento a :

- Specifica tecnica "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" di TERNA s.p.a.;
- Guida tecnica "Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120kV" N° DRRPX04042;
- Guida tecnica "[2] Guida agli schemi di connessione" N° INSIX.1000 REV00;
- Norma CEI 99;
- Norma CEI 17-11.

L'impianto di consegna è costituito da:

1. Un trasformatore elevatore 36/150kV
2. Tre trasformatori di tensione capacitivi per la misura, protezione e controllo
3. Tre trasformatori amperometrici per la misura protezione e controllo
4. Tre interruttori in Sf6 da 170kV
5. Un sezionatore tripolare lato linea

Vengono di seguito elencati alcuni criteri generali circa la disposizione elettromeccanica dell'impianto, in aggiunta a quanto previsto dalla Norma CEI 99-2/3.

Gli interruttori e le altre apparecchiature AT (sezionatori, trasformatori di misura, ecc.) saranno disposti dallo stesso lato del rispettivo arrivo linea e/o di installazione del trasformatore elevatore.

Per motivi inerenti la sicurezza (durante le operazioni di manutenzione sui sezionatori di sbarra), la chiara visibilità dell'impianto nonché di risparmio di spazi in senso longitudinale, viene scelta la tipologia dei sezionatori di sbarra verticale.

L'impianto sarà dotato di strade interne, larghe almeno quattro metri, opportunamente

delimitate al fine di evitare il transito e/o la sosta di mezzi di trasporto nelle immediate vicinanze delle parti in tensione. Le strade saranno a loro volta essere opportunamente distanziate dalle parti in tensione, al fine di rispettare le distanze di vincolo (dv) e di guardia (dg) , di cui alla Norma CEI99-2. La viabilità interna sarà comunque realizzata al fine di consentire tutte le normali operazioni di esercizio e manutenzione dell'impianto.

Per l'ingresso in stazione saranno previsti un cancello carrabile di tipo scorrevole ed un cancello pedonale.

Per quanto possibile, a meno di vincoli particolari, l'edificio/i servizi ausiliari e comando/controllo sarà/saranno collocato/i in prossimità dell'ingresso principale in modo da evitare che in caso di emergenza il personale autorizzato sia costretto a passare in vicinanza della zona apparecchiature e macchinario. E' opportuno posizionare l'edificio servizi ausiliari a non meno di 10 metri da qualsiasi parte in tensione, purchè siano rispettati i limiti di emissioni dei campi elettrici e magnetici previsti dalle Leggi in vigore.

Dovrà essere sempre preventivamente consultata TERNA in merito agli spazi da riservare per l'ampliabilità futura della stazione elettrica.

Al fine di ridurre il rischio d'estensione dei danni causati da incendio od esplosione di seguito sono riportate le distanze minime di progetto consigliate (SPECIFICA TECNICA TERNA tabella 7), anche al fine di ridurre al minimo le indisponibilità per manutenzione.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico sito nel Comune di Enna (En) in loc. "Calderari" e relative opere di connessione - denominato Enna 1

PROGETTO DEFINITIVO – Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

PRINCIPALI DISTANZE DI PROGETTO	Sez.380 kV (m)	Sez.220 kV (m)	Sez.132/150 kV (m)
Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori in sorpasso (se del caso)	5,50	3,20	2,20
Distanza tra le fasi per l'amarro linee	6,25	3,50	3
Larghezza degli stalli	22	14	11
Larghezza dello stallo dell'interruttore di parallelo (del tipo ad U senza sorpasso sbarre)	44	28	22
Distanza tra le fasi adiacenti di due sistemi di sbarre	11	7,60	6
Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra)	6,50	5,30	4,50
Quota asse sbarre	11,80	9,30	7,5
Quota amarro linee (ad interruttori "sfalsati")	14	12	9
Sbalzo sbarre per i TV di sbarra (***)	5,50	4,00	3,30
Sbalzo senza TV di sbarra	4,00	3,00	2,00
Distanza tra l'asse del TV di sbarra ed il cordolo della strada	4,70	3,00	2,00
<b>DISTANZE LONGITUDINALI TRA LE PRINCIPALI APPARECCHIATURE AT DI STALLO</b>			
Distanza tra le sbarre e l'interruttore	10	7	6,50
Distanza tra l'interruttore ed il TA (*)	10	8	7,50
Distanza tra il TA ed il sezionatore di linea (*)	5,10	5	3,50

Nel nostro caso specifico faremo riferimento alla sezione 132/150kV.

### Apparecchiature AT, macchinario e componenti di stazione

Le apparecchiature AT, il macchinario ed i componenti di stazione saranno conformi a quanto indicato nella SPECIFICA TECNICA TERNA Rev. 01:

#### Interruttori

SPECIFICA TECNICA TERNA Rev. 01 Tabella 3:

#### 3. Interruttori a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m <sup>3</sup> ) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	2000	1250
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	40-31.5	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	100-80	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	5
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico sito nel Comune di Enna (En) in loc. "Calderari" e relative opere di connessione - denominato Enna 1

PROGETTO DEFINITIVO – Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

### Sezionatori

Sono previsti tutti i sezionatori indicati dalla SPECIFICA TECNICA TERNA, ed in particolare:

- Sezionatori terra-sbarre a tensione nominale 132-150kV;
- Sezionatori orizzontali a tensione nominale 132-150kV senza lame di messa a terra;
- Sezionatori orizzontali a tensione nominale 132-150kV con lame di messa a terra;

SPECIFICA TECNICA TERNA Rev. 01 Tabella 15, 16, 13

<b>15. Sezionatori terra sbarre a tensione nominale 132-150 kV</b>	
GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	40-31.5
- valore di cresta (kA)	100-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale trasversale (N)	600
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15

<b>16. Sezionatori orizzontali a tensione nominale 132-150 kV senza lame di messa a terra</b>	
GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale commutazione di sbarra (A)</b>	1600
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	40-31.5
- valore di cresta (kA)	100-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	250
- verticale (N)	1000
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico sito nel Comune di Enna (En) in loc. "Calderari" e relative opere di connessione - denominato Enna 1

PROGETTO DEFINITIVO – Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

<b>13. Sezionatori orizzontali a tensione nominale 132-150 kV con lame di messa a terra</b>	
GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	40-31.5
- valore di cresta (kA)	100-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	250
- verticale (N)	1000
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15
<b>Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra</b>	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV, A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

*Isolatori passanti*

SPECIFICA TECNICA TERNA Rev. 01 Tabella 35:

<b>35. Isolatore passante per esterno a tensione nominale a 150 kV</b>			
Tipo		A condensatore	
Tipo di isolamento		Ved. par.6.1 doc. INEPI01031	
Applicazione		per Autotrasform. RTN (DOC. INEPI01012)	
Frequenza nominale		Hz	50
Tensione massima di fase terra		kV	170/√3
Tensione di tenuta sotto pioggia e a secco a frequenza di esercizio		kV	325
Tensione di tenuta a secco ad impulso atmosferico		kV	750
Prova di tensione nominale di lunga durata indotta (FILD) per l'ATR		kV	Ved. doc. INEPI01013
Corrente nominale		A	800      1250
Corrente termica nominale di breve durata	Valore efficace della componente simmetrica	kA	20      31
	Valore di cresta del primo picco	kA	51      80
Durata ammissibile di corrente termica nominale di breve durata		s.	2
Carico di prova alla flessione(**)		N	4000 (**)
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV		g/l	Da 14 a 56 (*)
Temperatura massima olio di immersione dell ATR		°C	115
Angolo di montaggio rispetto alla verticale			< 30°
Temperatura SF6			
Massima	°C		70
Media giornaliera	°C		40
Pressione SF6			
Minima	kPa		310
Massima	kPa		750

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*)Valori in base al livello II, Tab.1 Norma CEI EN 60137 (per gli isolatori passanti olio-olio/olio-SF<sub>6</sub> è sufficiente fare riferimento al livello I); il Costruttore dovrà concordare con il proprietario anche i valori di momento flettente da applicare sulla flangia degli isolatori olio-olio/olio-SF<sub>6</sub>.

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico sito nel Comune di Enna (En) in loc. "Calderari" e relative opere di connessione - denominato Enna 1

PROGETTO DEFINITIVO – Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

**Trasformatori di corrente (TA)**

SPECIFICA TECNICA TERNA Rev. 01 Tabella 19:

<b>19. Trasformatori di corrente a tensione nominale 150 kV</b>		
<b>GRANDEZZE NOMINALI</b>		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5-40
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
<b>Prestazioni(**) e classi di precisione:</b>		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m <sup>3</sup> )	da 14 a 56(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti</b>		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(\*\*) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

**Trasformatori di tensione (TV)**

SPECIFICA TECNICA TERNA Rev. 01 Tabella 27:

<b>27. Trasformatori di tensione induttivi a tensione nominale 150 KV</b>	
<b>GRANDEZZE NOMINALI</b>	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/√3
Tensione nominale secondaria (V)	100/√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

### **Edifici ed opere civili**

Le opere civili per la realizzazione dell'impianto saranno eseguite conformemente a quanto prescritto dalle Norme di riferimento vigenti, nel pieno rispetto di tutta la Normativa in materia antinfortunistica, e comprendono indicativamente:

- fondazioni per sostegni di apparecchiature, portali di linee ecc.;
- fondazioni per chioschi periferici;
- fondazioni per edificio servizi ausiliari (SA) e sala quadri (SQ);
- fondazioni per edificio arrivo linee a 36kV;
- edifici di stazione;
- cunicoli completi di coperture e tubazioni per cavi di collegamenti dagli edifici SA/SQ al campo;
- vasche raccolta olio (se previste);
- strade di circolazione e piazzali;
- recinzione esterna della stazione;
- sistema di drenaggio delle acque piovane (se previsto);
- altre opere varie.

#### *Servizi ausiliari e sala quadri (SA/SQ)*

Gli edifici che ospiteranno i servizi ausiliari e la sala quadri (SA/SQ), saranno riuniti in un unico edificio comprendente indicativamente:

1. sala quadri per il comando e controllo dell'impianto;
2. locale retroquadro per la collocazione degli armadi dei sistemi di protezione, comando e controllo;
3. locali teletrasmissioni (batteria t.t. e apparati t.t.);
4. locale quadri;
5. locale quadri BT in c.a. e c.c. e batterie di tipo ermetico;
6. locali vari (servizi igienici, ecc..).

Per quanto riguarda le dimensioni dei locali si rimanda agli allegati grafici. Diverse soluzioni possono essere comunque concordate con TERNA.

La suddivisione della superficie destinata all'edificio SA/SQ negli ambienti sopra indicati, tiene conto delle diverse esigenze d'impianto, fermo restando la necessità primaria di

destinare gli spazi principali agli armadi dei sistemi di protezione, comando e controllo e alle postazioni di comando e controllo: è anche possibile la soluzione con un locale separato dall'edificio principale per il gruppo elettrogeno. Nel considerare la cubatura e la suddivisione in locali, si dovrà comunque tenere conto dell'ampliabilità dei servizi ausiliari e dei sistemi di protezione, comando e controllo (quando richiesto).

Di norma, il locale retroquadro e la sala comando e controllo sono ambienti attigui ma separati. Per questi ambienti è previsto il pavimento modulare sopraelevato.

Nei locali quadri elettrici, tutti i quadri e componenti ridondanti (raddrizzatori, batterie.) saranno opportunamente separati tra loro da pareti e/o diaframmi resistenti al fuoco.

Tutti i locali sopra indicati prevedono un opportuno ingresso dall'esterno, dotato di serraglio antisfondamento; i locali principali saranno dotati di almeno due ingressi sulle pareti opposte.

L'edificio sarà realizzato completo degli impianti tecnologici necessari (quali ad esempio, l'impianto di riscaldamento e/o condizionamento, l'impianto rilevazione incendio, l'impianto anti-intrusione). Gli impianti tecnologici dovranno essere realizzati conformemente a quanto prescritto dalle Norme UNI, CEI e CEI EN di riferimento.

Nella realizzazione dell'edificio si terrà particolarmente conto dell'isolamento termico, utilizzando idonei materiali isolanti, nel rispetto dei massimi e minimi coefficienti di dispersione termica indicati dalle Leggi di riferimento vigenti. La copertura dell'edificio SA/SQ sarà a tetto piano.

#### *Edificio locali di consegna dell'utenza, chioschi per apparecchiature elettriche.*

L'edificio, del tipo in muratura (o prefabbricato in muratura), è destinato ad ospitare l'arrivo delle linee a 36kV per l'alimentazione dei S.A., alcune apparecchiature ed interfacce per le Teletrasmissioni; il locale è quindi adeguatamente dimensionato per contenere tali apparecchiature, in conformità rispettivamente alle prescrizioni dell'Impresa Distributrice territorialmente competente di energia elettrica e della TERNA.

L'edificio avrà dimensioni non inferiori a 11 x 3 mt. e sarà posizionato lungo la recinzione esterna della stazione, in modo da minimizzare la distanza tra il suddetto locale e l'edificio servizi ausiliari.

I chioschi dovranno ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici; essi saranno di dimensioni non inferiori a 2,40 x 4,80 x 3,10(h) mt. e potranno essere sia di tipo

prefabbricato metallico (soluzione questa da preferire) che di tipo in muratura.

### **Bobine di sbarramento e dispositivi di accoppiamento**

Il dispositivo di accoppiamento e gli organi di sbarramento consentono l'iniezione nella linea elettrica di segnali ad alta frequenza provenienti dall'apparato ad onde convogliate senza che ciò possa indurre rischi per il personale e per gli stessi apparati, nonché con le minime perdite possibili.

Per ogni stallo della RTN, almeno due fasi su tre saranno dotate del sistema di iniezione dei segnali ad alta frequenza (dispositivo di accoppiamento e bobina ad onde convogliate).

Gli apparati ad onde convogliate per la realizzazione delle comunicazioni ad alta frequenza (installati nell'edificio comando e controllo) saranno due, uno di riserva all'altro.

L'organo di sbarramento da installare sarà fornito completo di dispositivi di protezione e di dispositivi di accordo. E' opportuno dotare il suddetto organo (se di tipo aperto) di barriere di protezione antivolatile.

L'organo di sbarramento potrà essere installato sospeso (in amarro su traliccio) o su sostegno portante (trasformatore di tensione o isolatore dedicato). L'organo di sbarramento sarà rispondente alla Norma CEI 57-2.

Le bobine sono dimensionate in maniera tale da sopportare senza danni il passaggio della corrente permanente, della corrente transitoria e della corrente di corto circuito prevista nel nodo.

Le caratteristiche tecniche e funzionali dei dispositivi di accoppiamento dovranno essere rispondenti alla Norma CEI 57-3.

Il contenitore del dispositivo di accoppiamento sarà di tipo metallico reso resistente alla corrosione ed avere un grado di protezione non inferiore a IP 54 secondo la Norma CEI EN 60529.

### **Sostegni per apparecchiature di stazione**

I sostegni saranno del tipo tubolare per le apparecchiature e del tipo tralicciato per il sostegno portale (o traliccio di arrivo linea). L'altezza dei sostegni è determinata in base a quanto indicato nella disposizione elettromeccanica.

### **Isolatori portanti e isolatori per linee elettriche aeree**

Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per i colonnini portanti rompitratta saranno realizzati in porcellana in modo conforme alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168. Gli isolatori di linea saranno realizzati in vetro temperato in modo conforme alle norme CEI EN 60383-1 e 60383-2.

Tutti gli isolatori, nel loro dimensionamento, rispondono comunque a quanto indicato nel Documento tecnico. INSIX1016 *"Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT"* GRTN, ora denominato GSE. L'altezza degli isolatori da terra è determinata in base a quanto prescritto nella Disposizione elettromeccanica della presente relazione.

### **Impianto di terra**

L'impianto di terra sarà conforme alle prescrizioni del Cap. 9 della Norma CEI 99-2 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37: di seguito vengono illustrati alcuni aspetti generici.

La maglia di terra delle stazioni elettriche esistenti della RTN è di norma realizzata con conduttori di rame nudi di adeguata sezione, dimensionati termicamente, interrati ad una profondità di almeno 0,70 metri.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale (portali, TA, TV, scaricatori) le dimensioni della maglia di terra sarà opportunamente diminuite.

Precauzioni particolari saranno prese la dove i conduttori in rame possano venire a contatto con strutture d'acciaio.

Con riferimento alla Guida CEI 11-37, le funi di guardia di tutte le linee facenti capo alla stazione saranno collegate alla rete di terra; progettualmente è pertanto possibile considerare il contributo delle stesse, allo smaltimento delle correnti di guasto, fermo restando le verifiche delle tensioni di passo e contatto, che dovranno essere estese anche nel terreno limitrofo ai tralicci di arrivo delle linee in stazione elettrica.

Qualora, per la realizzazione dell'impianto siano previste opere di riempimento con terreno (per esempio per operare livellamenti), sarà opportuno che la misura della resistività del terreno stesso avvenisse dopo le suddette opere di riempimento; qualora ciò non fosse possibile, si terrà comunque sempre conto, in sede di calcolo, del fatto che la resistività del terreno di riempimento può essere diversa da quella locale, misurata preliminarmente.

Nel progetto dell'impianto di terra della stazione si tiene infine conto del fatto che dovrà

essere realizzata la maglia di terra anche nelle aree destinate alle espansioni future d'impianto, qualora richieste.

### **Servizi ausiliari**

Per i circuiti di alimentazione in c.c. e c.a., per i raddrizzatori e le batterie valgono i requisiti specificati al par. 8.2 della Norma CEI 99.

### **Servizi generali**

*Impianto luce e forza motrice (f.m.) di stazione.*

L'impianto di illuminazione sarà realizzato conformemente a quanto indicato nel par. 6.1.5 della Norma CEI 11-1 al fine di garantire:

- livelli di illuminazione medi tali da consentire operazioni di esercizio, pronto intervento e messa in sicurezza anche di notte;
- l'illuminazione dell'ingresso e delle aree esterne (ove necessario);
- illuminazione interna degli edifici di stazione;
- l'illuminazione di sicurezza delle strade interne e periferiche della stazione, nonché per i locali degli edifici con presidio previsto.

Ai fini della sicurezza, oltre all'illuminazione privilegiata deve essere prevista un'illuminazione di emergenza per gli edifici, comandi e servizi ausiliari e per le strade principali.

L'illuminazione di emergenza entrerà in funzione automaticamente al mancare dell'alimentazione normale.

*Servizi ausiliari (SA).*

Al fine di garantire la continuità dell'alimentazione dei servizi ausiliari anche in condizioni di funzionamento anomalo della stazione (blackout), il sistema potrà sempre assicurare almeno il funzionamento dei dispositivi di protezione, degli automatismi e la manovra degli organi di sezionamento e di interruzione.

L'alimentazione in corrente continua sarà realizzata mediante gruppi raddrizzatori-carica batteria.

In caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria/e sarà tale da

assicurare il corretto funzionamento dei circuiti alimentati almeno per il tempo necessario affinché il personale possa intervenire.

### **Composizione dello schema di alimentazione degli S.A. in c.a.**

Lo schema di alimentazione dei S.A. in c.a. sarà composto da:

- n. 2 linee di alimentazione ridondanti al 100%, allacciate a fonti indipendenti, sempre disponibili, rialimentabili (almeno una delle due) in caso di blackout entro 4 ore ed escluse dal piano d'alleggerimento di carico;
- n. 1 quadro (costituito da due semiquadri) di distribuzione opportunamente dimensionato;
- n. 1 gruppo elettrogeno (G.E.) di potenza adeguata e con un'autonomia non inferiore a 10 ore, munito di serbatoio di servizio e di stoccaggio;
- n. 1 quadro BT (costituito da due semiquadri) di distribuzione opportunamente dimensionato ed equipaggiato con dispositivo di scambio automatico delle fonti d'alimentazione.

Di norma è prevista l'alimentazione ad "anello" per i motori degli interruttori e per i motori dei sezionatori (se previsti in c.a.), mentre le restanti utenze vengono alimentate in modo tradizionale ("radiale").

### **Composizione dello schema di alimentazione dei S.A. in c.c.**

L'alimentazione dei S.A. in c.c. è, di norma, 110 V con il campo di variazione compreso tra +10%,-15%. Lo schema di alimentazione dei S.A. in c.c. sarà composto da:

- n. 2 complessi raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionati in modo tale da poter svolgere ognuno funzione di riserva in caso di avaria di un complesso (previa commutazione automatica). Ogni raddrizzatore avrà la capacità di erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente della batteria in fase di ricarica (sia di conservazione che rapida); la batteria assicurerà la manovrabilità dell'impianto, in assenza d'alimentazione in c.a., per un'autonomia di 4 ore e sarà in grado di erogare eventuali picchi di corrente richiesti dal carico c.c. durante il normale funzionamento dei raddrizzatori; le batterie saranno del tipo ermetico.

- n. 1 quadro BT (suddiviso in due semiquadri) di distribuzione opportunamente dimensionato ed equipaggiato di dispositivo di scambio automatico delle fonti di alimentazione.

Si precisa che le protezioni elettriche “principali” e le protezioni elettriche “di riserva” sono alimentate da circuiti di alimentazione distinti; è prevista per tutte le utenze in c.c. l'alimentazione di tipo radiale con la possibilità (a livello di singolo chiosco) di “soccorso alimentazioni”.

### **Disposizioni di sicurezza**

La stazione elettrica sarà dotata, nelle aree di presidio o comunque a maggior rischio d'incendio, quali:

- edificio/i SA/SQ;
- cunicoli cavi;
- locale gruppo elettrogeno;
- chioschi e locali con particolare macchinario elettrico, dell'impianto di rilevazione incendio, realizzato secondo la normative e le leggi vigenti.

### **Collegamenti 36/0,4 kV**

Le caratteristiche tecniche, i materiali ed i metodi di prova relativi a tutti i cavi BT per circuiti di potenza e controllo, cavi unipolari per cablaggi interni dei quadri, cavi a 36 kV e per impianti luce e f.e.m. sono rispondenti alle Norme CEI e alle tabelle CEI UNEL di riferimento in materia. Tutti i cavi sono del tipo non propaganti l'incendio secondo quanto indicato dalla Norma CEI 20-22; i cavi per i collegamenti interni agli edifici saranno rispondenti anche alle Norme CEI 20-37. I cavi di comando e controllo saranno di tipo schermato, con lo schermo opportunamente collegato a terra. I cavi di comando e controllo ed i cavi di potenza, durante i loro percorsi, saranno sempre tra loro segregati.

### **Sistemi di protezione comando e controllo**

L'impianto sarà dotato di una sala quadri locale e di un adeguato automatismo, tali da poter governare l'impianto stesso sia “in locale” che “in remoto”.

La conduzione locale sarà sia manuale che automatizzata e inoltre, è predisposta la

manovrabilità degli organi sul campo.

Per sistema di protezione comando e controllo si intende il complesso degli apparati e circuiti predisposti a fini di comando degli organi di protezione, di registrazione locale, di misura, di rilevazione di segnali di stato, di anomalia, di perturbazione, di sintesi degli stessi, di segnalazione sui quadri locali di comando. Il sistema di protezione comando e controllo è fornito in tecnologia digitale.

### **Sala controllo locale**

La sala di controllo locale consentirà di operare in autonomia per la messa in sicurezza dell'impianto, e sarà possibile attuare manovre opportune in situazioni di emergenza, nonché di completare le azioni delle protezioni.

La parte del sistema di controllo riguardante le protezioni sarà conforme al documento di riferimento DRRPX04042 *"Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV"* del GRTN, ora GSE.