

Regione Puglia






Provincia di Brindisi



Comune di Brindisi

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO  
E OPERE CONNESSE  
(Potenza Impianto Fotovoltaico 25MW)**

**BR\_AS\_AUR 2 – RELAZIONE SPECIALISTICA**

<b>Committente:</b>		<b>Engineering:</b>	
<b>ACEA SOLAR s.r.l.</b> Piazzale Ostiense n.2 00154 Roma (RM)		 ACEA SOLAR SRL	
			
<b>Il Tecnico</b>		Revisioni	DATA
			
			Iter Autorizzativo
Descrizione	<b>Relazione Specialistica</b>		
Commessa	<b>BR-AGRIAIA</b>		

## Indice

1.	PREMESSA .....	4
1.1	Inquadramento dell'area di Impianto Agrivoltaico e della connessione.....	4
1.1	Oggetto e scopo .....	7
1.2	Criteri adottati per le scelte progettuali.....	8
2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	9
2.1	Caratteristiche principali.....	9
2.2	Moduli fotovoltaici .....	9
2.3	Configurazione Stringhe - Box distribuzione/parallelo CC .....	9
2.4	String box Combiner .....	10
2.5	Inverter per la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata .....	11
2.6	Dati tecnici Inverter .....	11
2.7	Cabina conversione CC/AC e trasformazione BT/MT .....	12
2.8	Caratteristiche dei locali.....	13
2.9	Cabina di raccolta MT area impianto.....	14
3	SISTEMA DI CONNESSIONE ALLA RTN .....	16
4	DOTAZIONE IMPIANTISTICA CABINA PRINCIPALE IN SSE.....	26
4.1	Aree di servizio del locale cabina.....	26
4.2	Ventilazione e condizionamento .....	27
4.3	Cavi unipolari in MT .....	27
4.4	Dispositivo generale .....	28
4.5	Sistema di protezione Interfaccia-Generale (PG-SPI) .....	28
4.6	Trasformatori di misura .....	30
4.7	Trasformatori Amperometrici TA di fase.....	30
4.8	Trasformatori Voltmetrici TV Misure e Protezioni .....	30
4.9	Dispositivo di Interfaccia .....	31
4.10	Rincalzo alla mancata apertura del dispositivo di interfaccia.....	32
4.11	Sistema di telecontrollo.....	32
4.12	Impianto di terra di cabina.....	32
4.13	Quadri elettrici ed interruttori automatici.....	33
4.14	Cablaggi elettrici e cavidotti .....	33
4.15	Impianto di terra e protezione delle persone dai contatti elettrici .....	34
5	PROGETTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	35
5.1	Protezione delle condutture dalle sovracorrenti.....	35
5.2	Verifica del dimensionamento delle condutture.....	36
5.3	Protezione dai contatti diretti.....	36

5.4	Protezione dai contatti indiretti .....	37
5.5	Rete in c.a. ....	37
5.6	Rete in c.c.....	37
5.7	Condizioni di Posa dei Cavi .....	38
5.8	Posa dei cavi in corrente continua – cavi di collegamento alle String Box.....	38
5.8.1	Posa dei cavi in corrente continua – cavi di collegamento String Box - Inverter.....	38
5.9	Posa dei cavi MT .....	39
6	DESCRIZIONE LINEA DI CONNESSIONE.....	40
7	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	41
8	DATI TECNICI E DESCRIZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE .....	43
9	APPARECCHIATURE AT .....	46
9.1	Interruttore ibrido AT .....	46
9.2	Trasformatore AT/MT.....	46
9.3	Scaricatori AT .....	48
9.4	Carpenteria metallica per apparecchiature AT .....	48
10	OPERE CIVILI.....	49
10.1	Area di stazione ed edificio elettrico.....	49
10.2	Vie di transito e piazzale .....	49
11	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA.....	50
12	SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE .....	50
13	CAVIDOTTI.....	51
14	SERVIZI AUSILIARI E IMPIANTI SPECIALI.....	51
14.1	Sistema alimentazioni di continuità .....	51
14.2	Quadri di distribuzione 400/230 Vca e 110 Vcc.....	52
14.3	Impianto d’illuminazione.....	52
14.4	Impianto antincendio.....	53
14.5	Impianto di condizionamento e ventilazione dei locali .....	53
14.6	Sistema di protezione, controllo e misura.....	53
15	COLLAUDO .....	55
16	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO GENERALI .....	56
17	CONCLUSIONI .....	60

## 1. PREMESSA

### 1.1 Inquadramento dell'area di Impianto Agrivoltaico e della connessione

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Brindisi in Località Masseria Restinco, posizionata ad una distanza di circa 4,5 km in direzione Ovest rispetto al nucleo urbano di Brindisi, a nord della Strada Statale n. 7, ad ovest rispetto alla Strada Provinciale n. 43 e ad una distanza di ca. 5 Km dalla Stazione Elettrica RTN 150/380 kV di Brindisi.

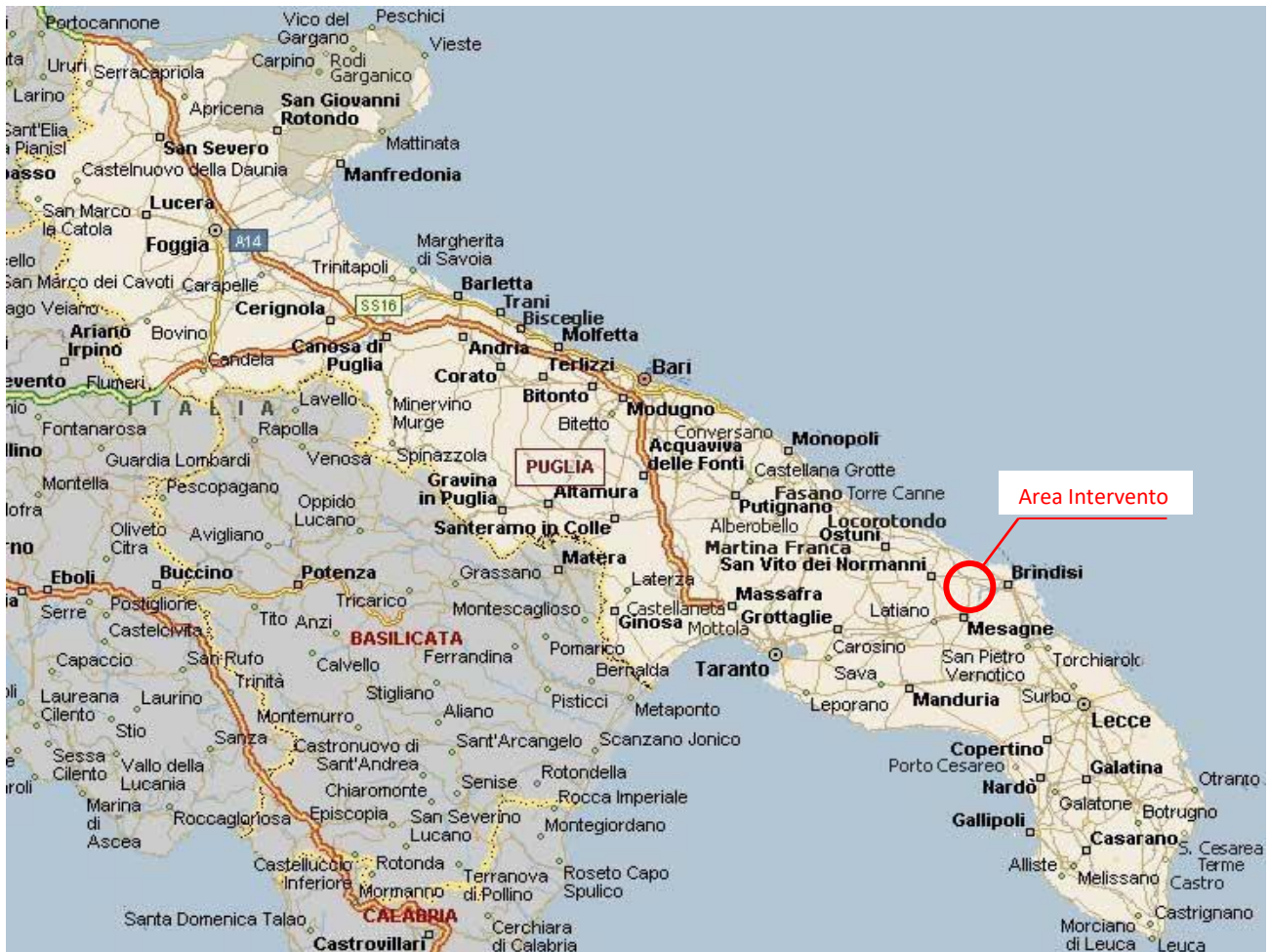
L'area di studio ricade amministrativamente all'interno del territorio di Brindisi (BR), ovvero, più in dettaglio, nel settore ovest del territorio comunale.

Cartograficamente questa area è all'interno della tavoletta I.G.M. alla scala 1:50.000 denominata "Laterza" Foglio IGM 473. Alla scala 1:5.000 il sito di interesse ricade nelle sezioni Brindisi n° 476154 – Masseria Marmorelle, n° 476153 Masseria Casignano della Carta Tecnica Regionale della Puglia.

L'area interessata dal progetto è raggiungibile grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona; tra queste l'arteria di collegamento più importante è costituita dalla Strada Provinciale n. 43 accessibile a nord dal raccordo con la Strada Statale n.16 Adriatica e a sud dal raccordo con la Strada Statale n. 7 per Mesagne. La effettiva strada di accesso al campo FV è rappresentata dalla SP 43.

Il progetto di connessione, associato al codice pratica 201900287 prevede il collegamento in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Brindisi.

Il preventivo per la connessione è stato accettato in data 08/10/2019.



Inquadramento regionale



LEGENDA	
AREE INTERESSATE DAL PARCO AGRIVOLTAICO	
INTERCONNESSIONI ELETTRICHE INTERRATE E OPERE DI CONNESSIONE	
STAZIONE ELETTRICA UTENTE / CONDOMINIO TERNA AMPLIAMENTO STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE DELLA RTN 380/ 150 KV DI BRINDISI	

Stralcio Ortofoto

**Coordinate Geografiche Sito:**

**Lat. 40,626042° - Long. 17,859954°**

La porzione di area ove sarà realizzata la sottostazione è ubicata in prossimità dell'ampliamento della Stazione Elettrica RTN di Brindisi.

La nuova sottostazione occuperà una superficie di circa 4400mq (76x58m) e sarà essenzialmente costituita di un edificio elettrico con struttura prefabbricata, un trasformatore 150/30 kV e un dispositivo interruttore compatto AT con incorporati terminali per arrivo in cavo.

La linea di connessione sarà interrata ed avrà una lunghezza di circa 5,7 km.

## 1.1 Oggetto e scopo

Lo scopo del presente documento è definire dal punto di vista elettrico – tecnologico l'impianto di produzione elettrica da fonte rinnovabile solare attraverso conversione fotovoltaica.

In generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. impatto visivo);

Le opere elettromeccaniche constano in:

- fornitura e posa delle strutture metalliche di sostegno dei moduli;
- fornitura e posa dei moduli fotovoltaici, compresi i collegamenti elettrici;
- fornitura e posa delle apparecchiature per la conversione ed il controllo dell'energia fotovoltaica prodotta;
- fornitura e posa dei quadri di parallelo, protezione stringhe;
- fornitura e posa delle condutture interrate in corrente continua e in corrente alternata, in bassa e media tensione;
- fornitura e posa delle apparecchiature di protezione e comando per le cabine elettriche della tipologia a skid outdoor;
- fornitura e posa degli impianti di terra delle cabine elettriche;
- realizzazione stazione elettrica MT/AT 30/150 kV e opere di connessione MT/AT dell'impianto agrivoltaico.

L'impianto sarà realizzato a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n.186 del 1° Marzo 1968 e ribadito dal DM 37/08. Per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro, sarà naturalmente rispettato quanto prescritto dal Testo unico sulla Sicurezza Dlgs 81/08.

Le caratteristiche dell'impianto, nonché di tutte le componenti l'impianto, saranno in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare saranno conformi:

- alle prescrizione di autorità locali;
- alle prescrizione ed indicazioni del Gestore di Rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## 1.2 Criteri adottati per le scelte progettuali

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto agrivoltaico in progetto sono:

- soddisfazione di massima dei requisiti di base richiesti dalla committenza;
- rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettoniche o ambientali;
- impianto collocato a terra con moduli orientati su struttura della tipologia tracker su file distanziate in modo tale da garantire il minimo ombreggiamento reciproco;
- disposizione dei moduli fotovoltaici e formazione delle stringhe dettate, oltre che dal rispetto dei dati elettrici dei singoli componenti, anche dall'esigenza di ottimizzare la produttività del generatore agrivoltaico e dalla volontà di garantire un'ideale uniformità estetica in unione al massimo irraggiamento possibile.



## 2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

### 2.1 Caratteristiche principali

La potenza nominale complessiva del generatore agrivoltaico sarà di 25 MWp.

Il generatore agrivoltaico sarà costituito da 41.675 moduli fotovoltaici da 600 Wp. Si è scelto di utilizzare di n° 4 Stazioni di potenza complessiva in media tensione di circa 24.000 kVA che provvederanno alla trasformazione dell'energia elettrica prodotta dai moduli, da continua in alternata trifase, ed inoltre alla trasformazione del livello di tensione da 0,65 kV a 30 kV.

TRASFORMATORE BT/MT.

Ogni unità riceve in ingresso agli inverter interni e in modo distribuito, in sottocampi con potenza nominale pari a circa 6,25 MWp, che svolgerà le seguenti funzioni:

- convertire della tensione da continua ad alternata e da 0,65 kV a 30 kV;
- ospitare i dispositivi di protezione e comando;
- alimentare i servizi ausiliari, anche con alimentazione di sicurezza mediante gruppi di continuità (UPS).

Le unità di potenza Power Station saranno collegate alla cabina di raccolta MT posta all'ingresso dell'impianto che sarà connessa alle celle di arrivo della cabina di raccolta MT situata nella stazione elettrica 150/30 kV dell'impianto agrivoltaico.

L'intera produzione netta di energia sarà riversata in rete con allaccio in AT a 150 kV attraverso un collegamento in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica a 380/150 kV denominata Brindisi.

Le tavole elettriche allegate al progetto definitivo riportano gli schemi unifilari lato CC, AC, gli schemi degli string monitor e gli schemi di cabina, attraverso i quali è possibile evidenziare le principali funzioni svolte dai vari sottocampi e dalle apparecchiature che compongono l'impianto stesso.

### 2.2 Moduli fotovoltaici

I moduli utilizzati per la realizzazione del progetto sono in silicio monocristallino con potenza nominale  $P = 600$  Wp (potranno cambiare in fase di progettazione esecutiva a seconda delle disponibilità del mercato).

### 2.3 Configurazione Stringhe - Box distribuzione/parallelo CC

Il generatore, come già indicato, si compone di 41.675 moduli fotovoltaici, suddivisi in 4 sottocampi per un totale di 1.667 stringhe da 25 moduli fotovoltaici ciascuna.

Le stringhe di cui prima, sono collegate in parallelo attraverso l'utilizzo di String Box, che svolgono la funzione di monitoraggio/parallelo CC.

La configurazione lato CC relativa al campo agrivoltaico di potenza pari a 25 MWp richiede l'utilizzo di:

- N° 105 String Box;
- N° 4 Power Station.

In particolare le 105 String Box riceveranno in ingresso circa n.16 stringhe ciascuna.

## 2.4 String box Combiner

Le String box di parallelo CC svolgeranno le seguenti funzioni:

- connessione in parallelo delle stringhe CC;
- sezionamento e protezione delle stringhe attraverso l'ausilio di dispositivi opportuni;
- controllo e monitoraggio delle stringhe.

Il box previsto, sarà disposto in posizione rialzata dal terreno su apposito sostegno, protetto dall'aggressione degli agenti atmosferici e sarà costituito da un armadietto in vetroresina con le seguenti caratteristiche:

- grado di protezione IP65, autoestinguente e resistente ai raggi UV, alla corrosione ed alle atmosfere saline,
- dotato di elementi componibili preforati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello cieco provvisto di serratura con chiave, pannelli e guarnizioni di tenuta.

Il quadro sarà completo di tutte le apparecchiature di protezione, comando e controllo.

Tra le apparecchiature che costituiranno il box ci saranno:

- fusibili protezione stringhe di potenza nominale fino a 20 A;
- sezionatore di potenza lato CC con  $I_n = 315$  A;
- scaricatori di tensione di categoria II;
- possibilità di dispositivo di controllo stringhe.

Gli ingressi e le uscite dei cavi di cablaggio dal quadro sono predisposti nella base inferiore mediante pressacavi di diametro compatibile con il diametro esterno dei cavi di cablaggio.

Nella parte bassa del quadro saranno posizionate le morsettiere e gli scaricatori di sovratensione.

## 2.5 Inverter per la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata

La conversione da CC in CA, dell'energia prodotta dalle stringhe di moduli fotovoltaici, verrà realizzata mediante un'apposita apparecchiatura destinata a tale tipologia di impiego.

Il gruppo di conversione sarà conforme alla normativa vigente, applicabile sia all'eventuale connessione alla rete che alla compatibilità elettromagnetica. Saranno inoltre previste tutte le protezioni contemplate dalla normativa vigente.

I gruppi di conversione sono installati nelle Power Station BT/MT, nel seguito descritti nelle loro caratteristiche principali.

Si tratta di stazioni di potenza in media tensione, altamente innovative, ad alte prestazioni, caratterizzate da massima affidabilità in elevata densità di potenza.

Gli inverter contenuti nella Power Station da 6.000 kVA sono n.2 macchine di conversione statiche, entrambi da 3.000 kVA, adatti per l'uso in impianti fotovoltaici fino ad una potenza di ingresso pari a 6 MVAp ad una temperatura di utilizzo ottimale di 25°C. Essi raggiungono un'efficienza del 98,7%. La classe di protezione massima pari ad IP65 li rende adatti per condizioni operative severe.

Di seguito le caratteristiche tecniche degli inverter previsti in progetto.

## 2.6 Dati tecnici Inverter

### **Dati Caratteristiche 3000kVA:**

#### Valori di ingresso

Potenza nominale CC 3000kVA

Potenza FV max consigliata nominale CC 3000 kVAp

Range di tensione CC, MPPT UCC 956 - 1425V a 25°.

Range di tensione CC esteso, MPPT UCC 956 – 1500 V

Corrente max CC I<sub>max</sub> CC 3200 A;

Numero ingressi in CC: 32.

#### Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 3000 kVA a 35°;

Corrente CA nominale CA 2624 A;

Frequenza f 50 / 60 Hz

Fattore di potenza Range 1 a 0,85

#### Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %

Europeo grado di efficienza 98,6 %

#### Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2780W x 1588D x 2318H

Peso ca. 3400 kg;

Temperatura Ambiente ammessa -25°C ..... + 45 °C

Classe di protezione IP34 condotto aria e zona connessioni, IP65 Elettronica.

## **2.7 Cabina conversione CC/AC e trasformazione BT/MT**

La tipologia di cabina conversione 6.000 kVA e trasformazione dell'energia elettrica prodotta, denominata Power Station, relativa ad ogni sottocampo, sarà equipaggiata nel seguente modo.

- N. 2 convertitori CC/CA 3.000 kVA;
- contatore certificato MID per la misura dell'energia prodotta e incentivata;
  - dispositivi di protezione e comando;
  - misura della tensione e della corrente;
  - quadro MT 30kV costituito da:
    - Stallo arrivo linea MT da TR con interruttore, sezionatore tripolare e sezionatore di terra, indicatori capacitivi;
    - Stallo ripartenza per altra cabina, costituito da interruttore, sezionatore tripolare e sezionatore di terra, indicatori capacitivi;
    - Stallo di arrivo da altra cabina, con risalita cavi e indicatori capacitivi
- N. 1 trasformatore BT/MT in olio, di potenza nominale pari a 6.000 kVA (2 avvolgimenti da 3000 kVA cad.), aventi primario 0,65kV e secondario 30kV;
- N. 1 trasformatore BT/BT, di potenza nominale 30kVA, per i servizi ausiliari, avente primario 0,65kV e secondario 0,4kV.
- N. 1 quadro BT 400V di distribuzione energia per servizi ausiliari.

Le cabine in campo saranno 4, dislocate come indicato nel Layout, facente parte della presente progettazione.

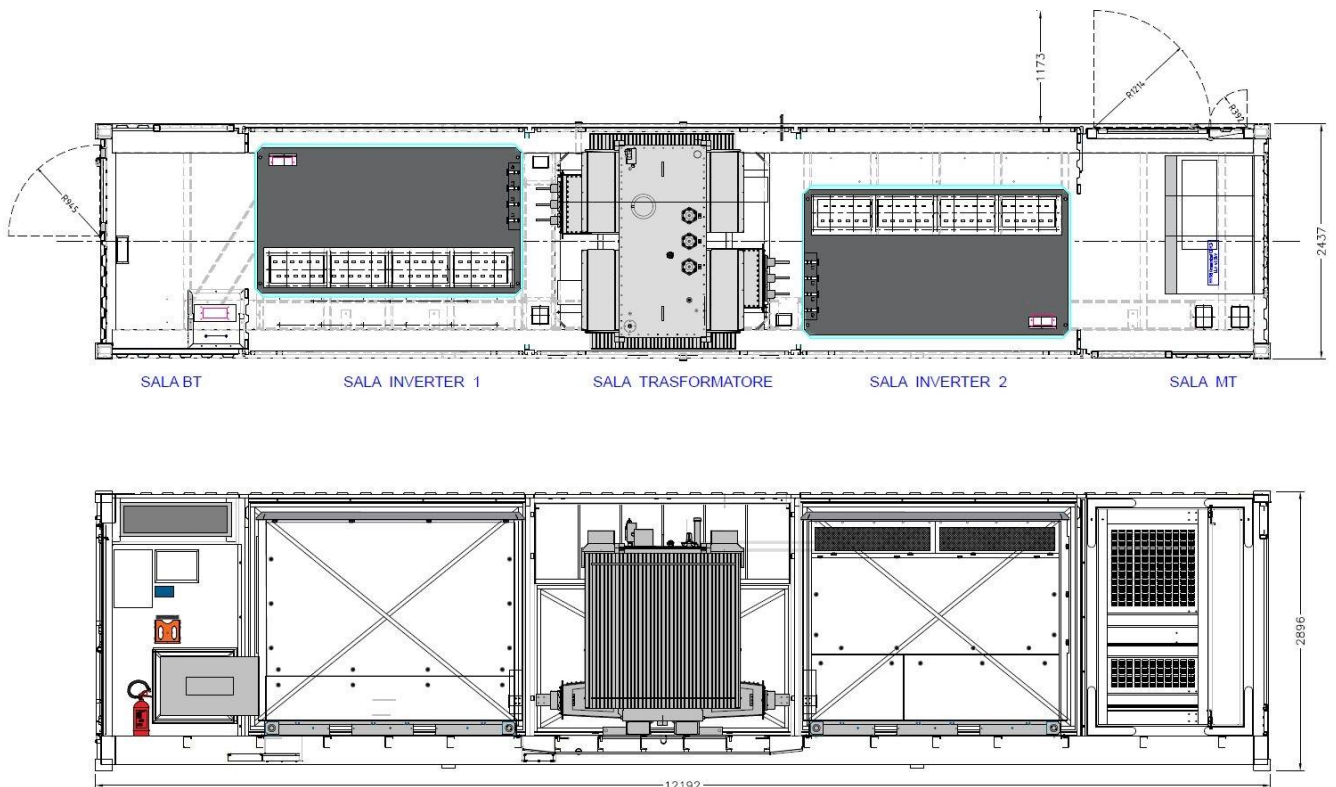
L'energia elettrica così trasformata sarà quindi convogliata, tramite distribuzione ad anello, ossia entra-esce seriale tra le 4 Power Station, mediante cavidotti interrati a 30 kV, alla cabina di arrivo MT, denominata Main station.

## 2.8 Caratteristiche dei locali

Le Power Station proposte nella presente progettazione sono concepite come struttura plug & play, con drastica riduzione delle opere civili meccaniche ed elettriche da compiere in loco.

Sono altresì concepite per garantire una massima affidabilità ed un facile accesso a tutti i componenti per velocizzare le operazioni di commissioning e future attività di manutenzione. Progettate per resistere a condizioni ambientali difficili, hanno elevata flessibilità installativa ed elevata facilità nel trasporto su strada.

Le cabine di conversione, come indicato nel layout e nel prospetto laterale sotto, si compongono di uno skid da 40 piedi.



Gli elementi strutturali di fondazione dello skid sono dei plinti puntali che fungono da struttura portante.

Gli impianti elettrici a servizio dei vani, in particolare l'illuminazione e l'impianto di forza motrice, saranno realizzati dal fornitore delle Power Station, e certificati secondo i loro standard produttivi. Tutti i vani tecnici dovranno comunque rispettare per caratteristiche dimensionali e costruttive quanto prescritto dalla vigente specifica Enel DK 5600, ove applicabile.

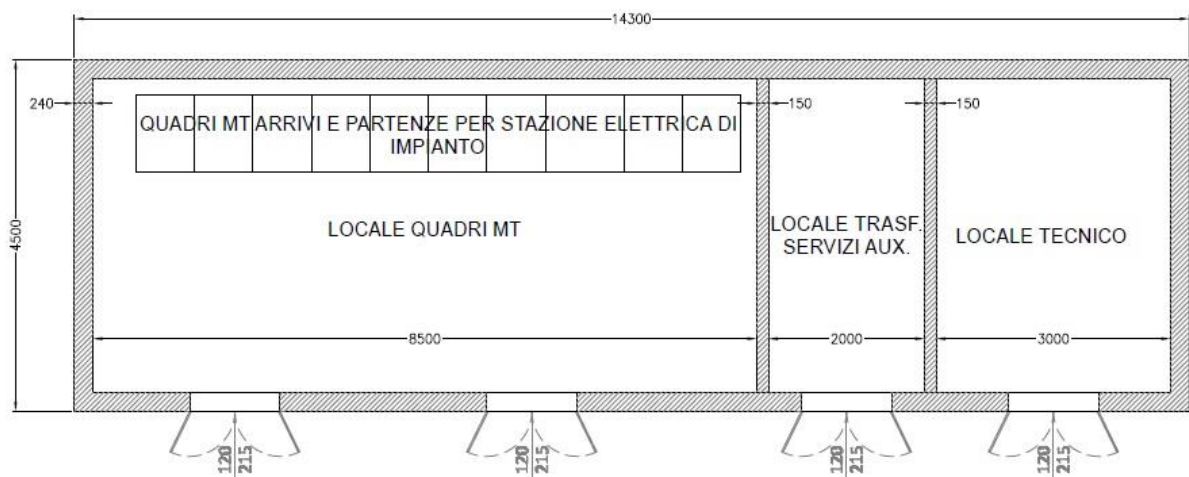
## 2.9 Cabina di raccolta MT area impianto

In prossimità dell'ingresso all'area di impianto verrà realizzata una cabina di raccolta MT alla quale convergeranno le linee MT interne di collegamento della cabine di trasformazione/skid inverter e dalla quale partirà la linea MT di collegamento alla SE utente MT/AT da realizzare in prossimità del futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Brindisi.

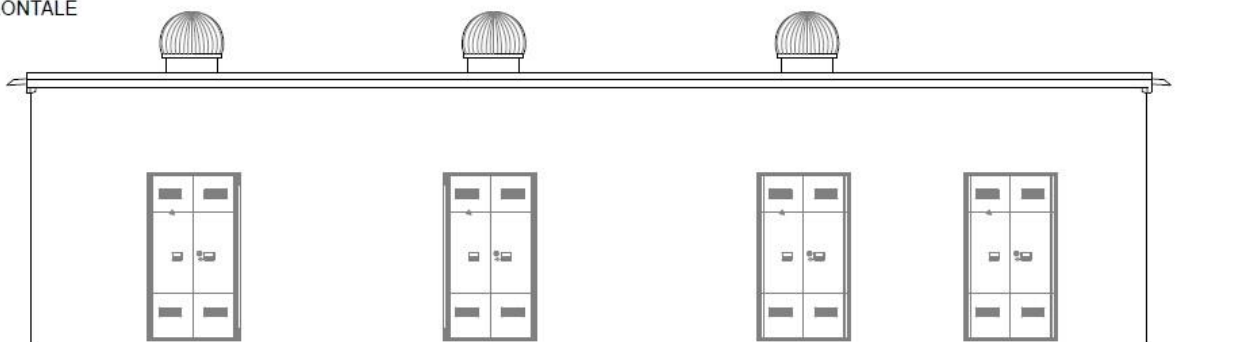
### Disegni tipologici cabina di raccolta MT

PARTICOLARI CABINA DI RACCOLTA MT

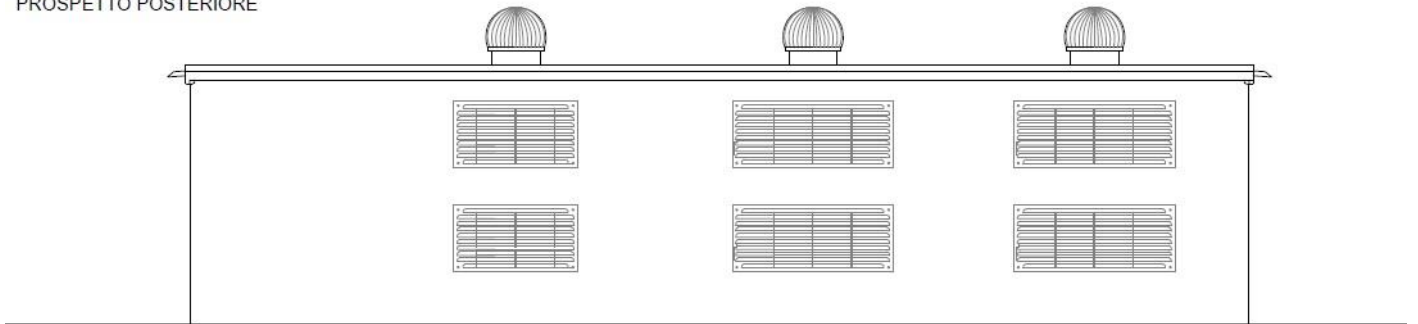
PIANTA



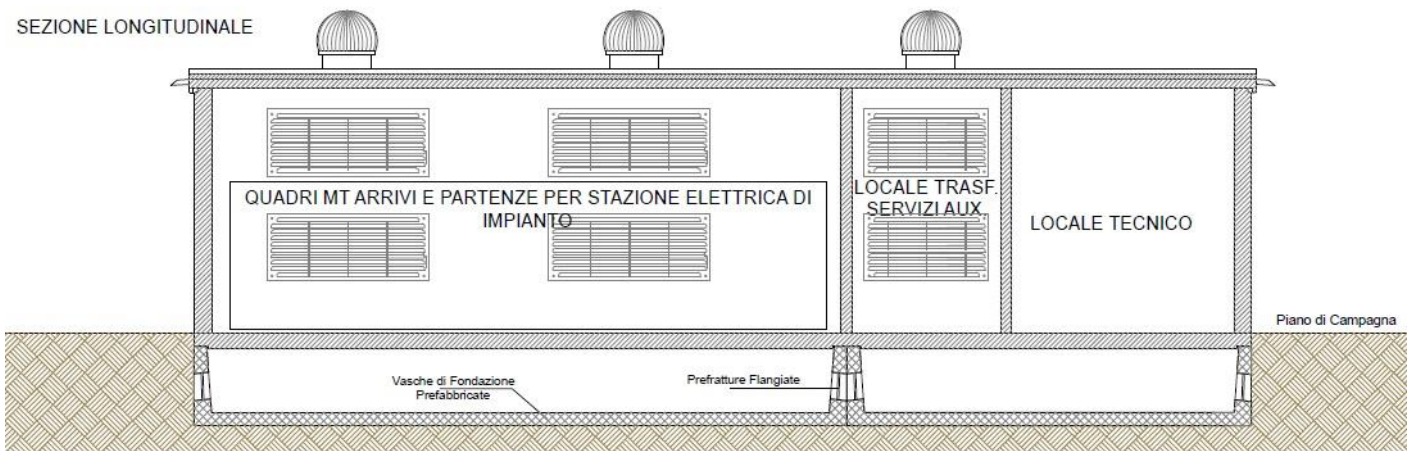
PROSPETTO FRONTALE



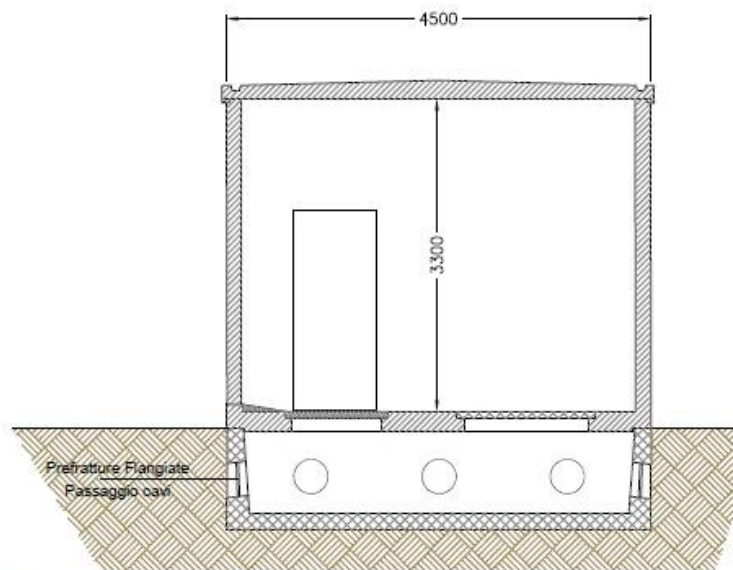
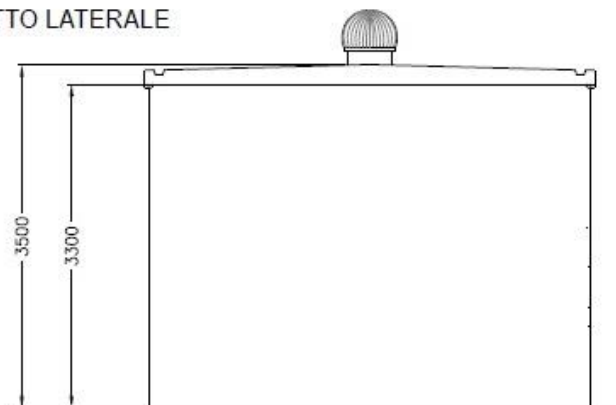
PROSPETTO POSTERIORE



SEZIONE LONGITUDINALE



PROSPETTO LATERALE



SEZIONE TRASVERSALE

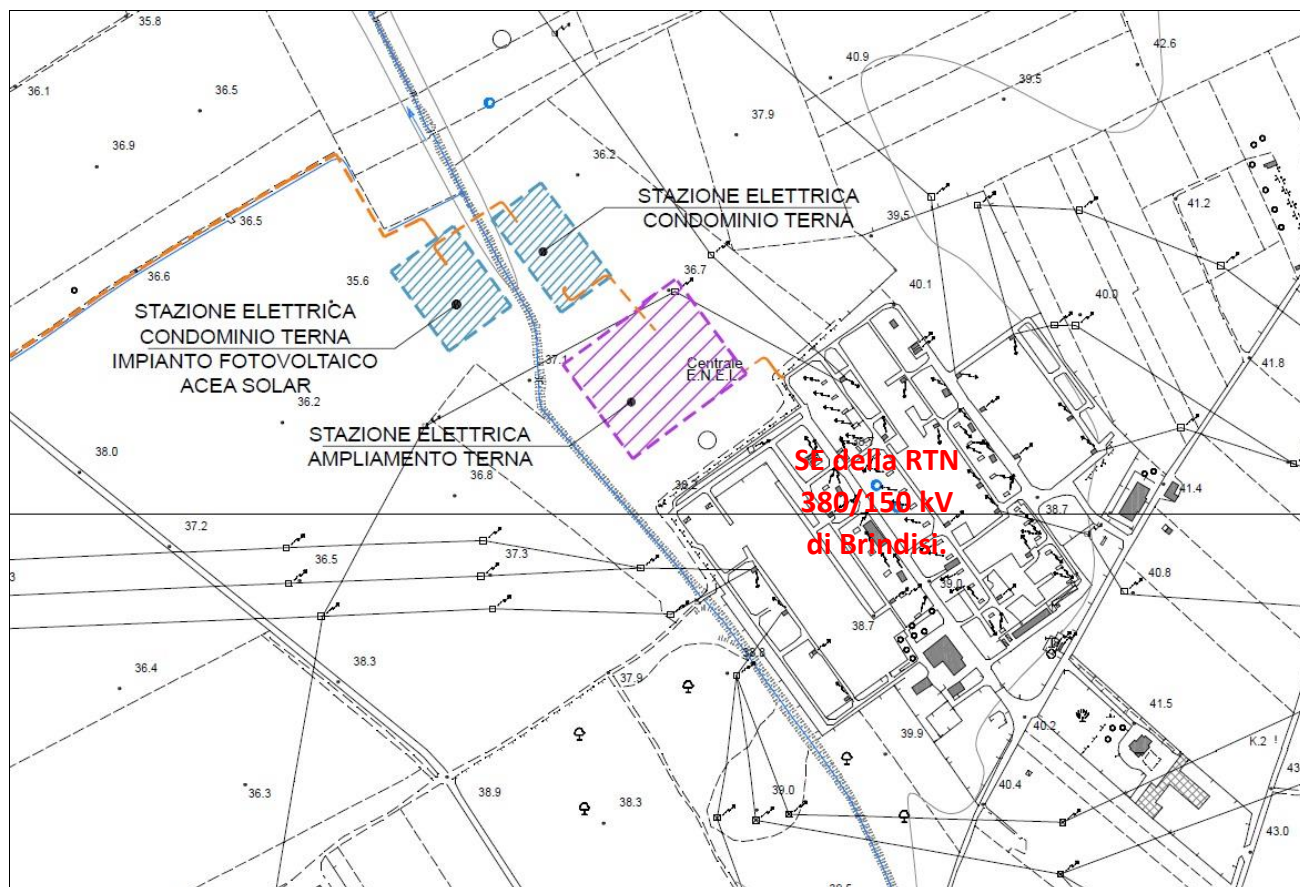
### 3 SISTEMA DI CONNESSIONE ALLA RTN




La soluzione Tecnica Minima Generale prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Brindisi.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, il Produttore è chiamato dal Gestore della Rete Elettrica (TERNA) a condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Per tale ragione Acea Solar è chiamata a sottoscrivere l'accordo di condominio con gli altri produttori al fine di condividere lo stallo indicato dal Gestore (TERNA) localizzato nell'ampliamento della SE di trasformazione della RTN di Brindisi.

La seguente planimetria descrive la configurazione del sistema di connessione alla RTN.

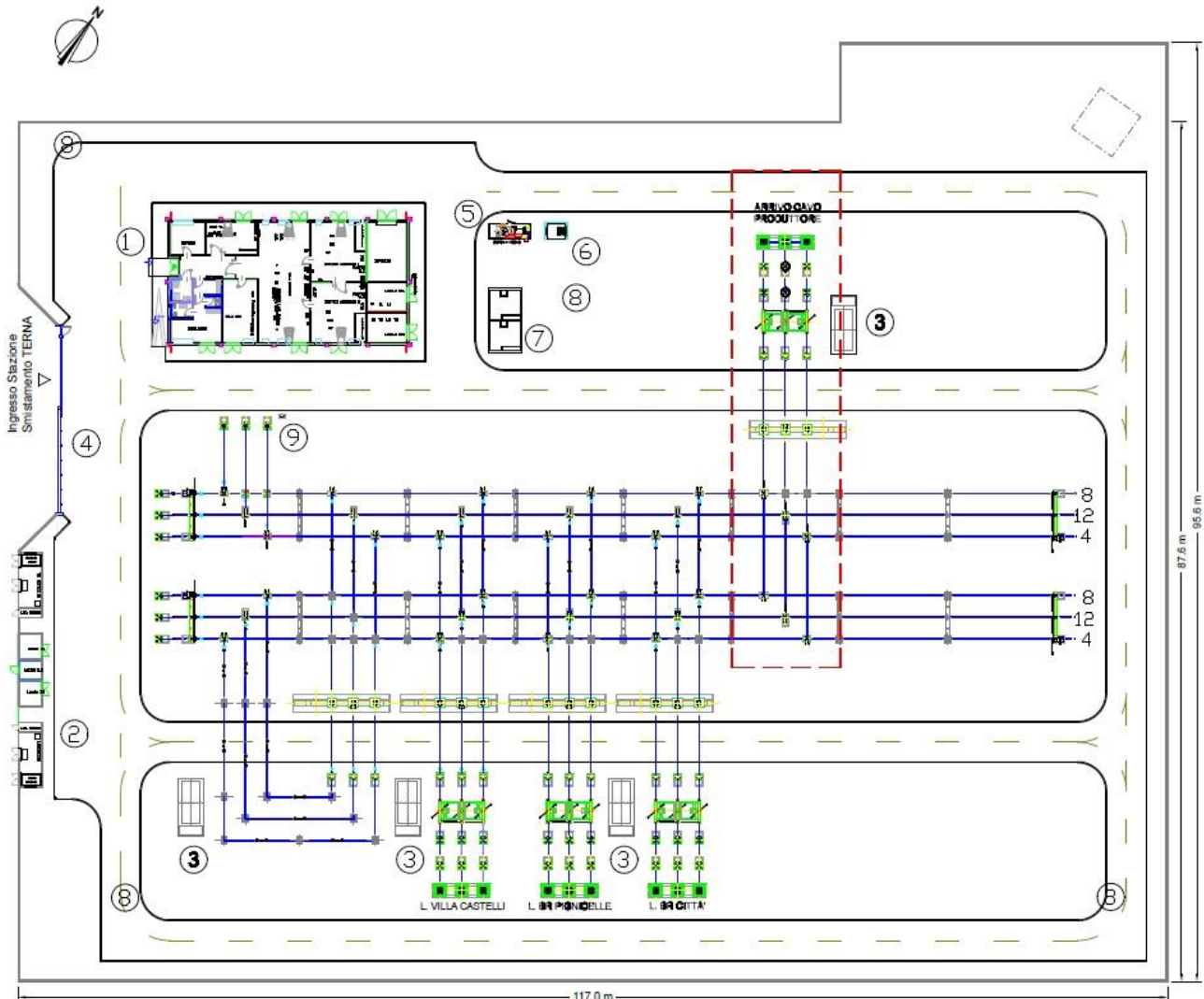


LEGENDA	
INTERCONNESSIONI ELETTRICHE INTERRATE E OPERE DI CONNESSIONE	
STAZIONE ELETTRICA UTENTE / CONDOMINIO TERNA	
AMPLIAMENTO STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE DELLA RTN 380/ 150 kV DI BRINDISI	

*Riferimento elaborato grafico "AU26\_Stazione Elettrica Inquadramento Intervento su CTR"*



Nell'ambito del Condominio con gli altri Produttori, la seguente planimetria descrive lo stallo assegnato al Produttore Acea Solar all'interno dell'ampliamento della Stazione Elettrica di Brindisi.



#### LEGENDA

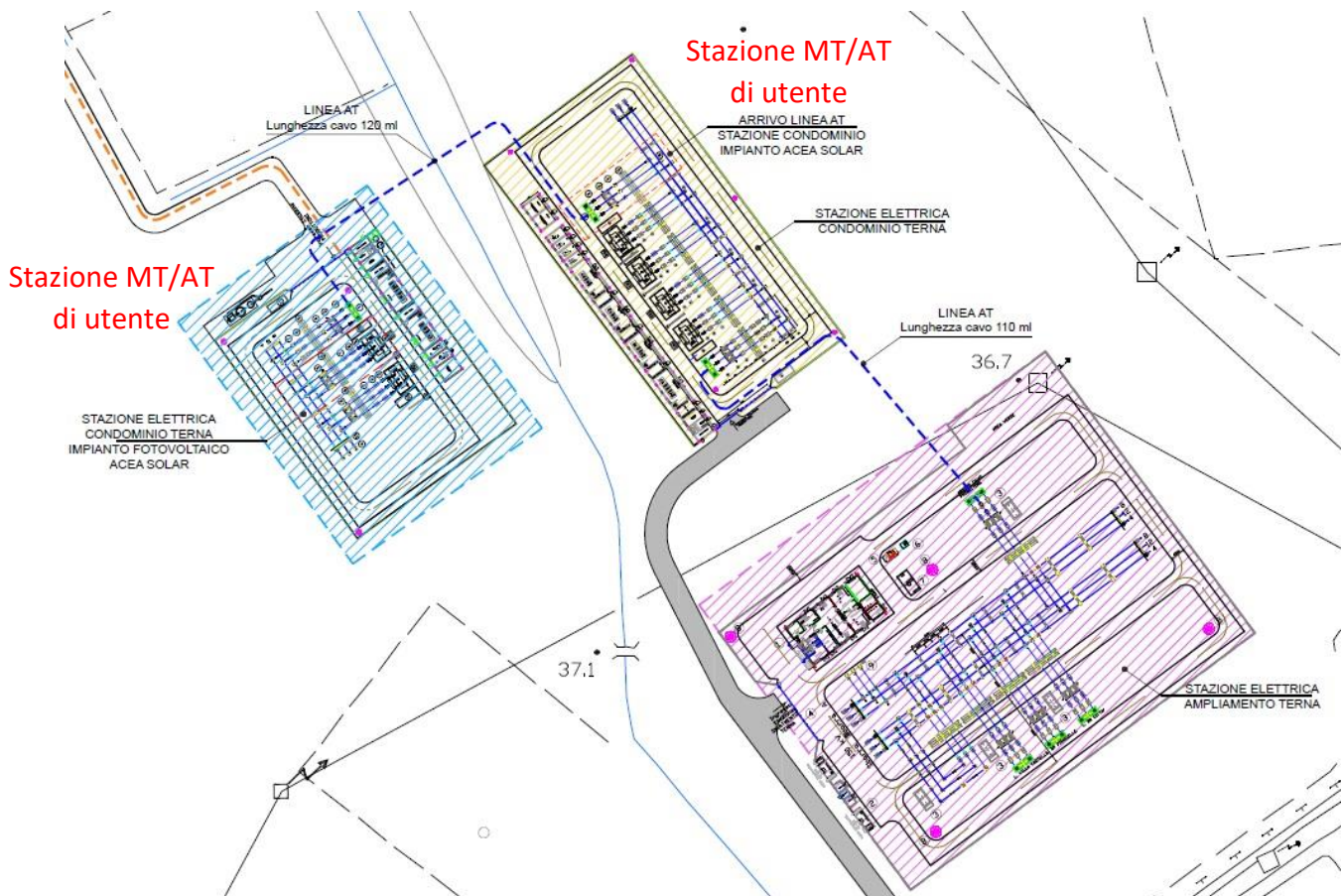
- 1 EDIFICIO INTEGRATO COMANDI E SERVIZI AUSILIARI
  - 2 EDIFICIO PUNTI DI CONSEGNA ALIM. MT S.A. (DG 2092)
  - 3 CHIOSCHI APP. PERIFERICHE SISTEMA DI CONTROLLO
  - 4 CANCELLO CARRABILE APRIBILE A DUE ANTE
  - 5 GE
  - 6 SERBATOIO GASOLIO INTERRATO
  - 7 FONDAZIONE TRASFORMATORI MT/bt (con copertura)
  - 8 TORRI FARO
  - 9 TRASFORMATORI INDUTTIVI DI POTENZA (TIP)
- RECINZIONE ESTERNA
- - - STALLO ASSEGNATO PRODUTTORE  
ACEA SOLAR 201900287

Riferimento Elaborato Grafico "AU36\_Layout Stazione di smistamento 150 kV - Ampliamento Terna"

L'ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN 380/150 kV di Brindisi e lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta Stazione costituiscono Impianto di Rete per la connessione.

Nell'ambito del Sistema di Connessione alla RTN, le opere di Utenza consistono nella realizzazione dell'elettrodotto in antenna a 150 kV e nella realizzazione delle Stazioni MT/AT di utente.

La planimetria seguente rappresenta il sistema di connessione alla RTN.



*Riferimento Elaborato Grafico "AU28\_Planimetria Stazione Elettrica Impianto Agrivoltaico"*

Le stazioni MT/AT utente sono rappresentate con campitura celeste (quella relativa ad Acea Solar) e con campitura gialla (Altri Produttori).

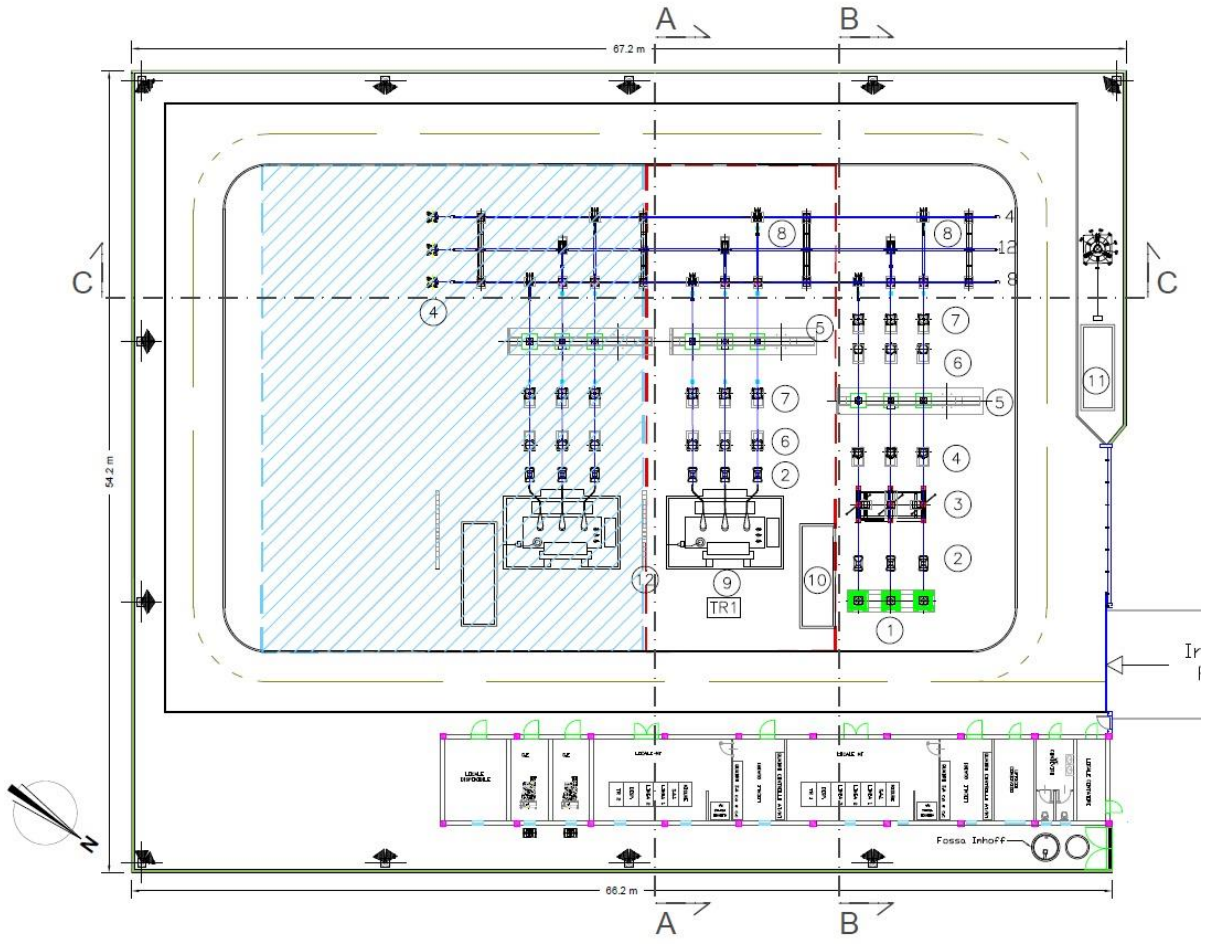
La configurazione delle Stazioni MT/AT Utente è tale da consentire una certa flessibilità e modularità nel rispetto delle parti comuni e private per consentire il corretto esercizio degli impianti nel rispetto della normativa specialistica in materia.



In generale la stazione MT/AT utente è accessibile dalla viabilità principale e prevede un arrivo linea MT presso i locali tecnici (Locali MT) equipaggiati con componenti elettromeccanici adeguati alla normativa vigente in materia.

La cabina prevede la realizzazione di un locale Contatori, Locale MT (per ogni Produttore), Locale Quadri (per ogni Produttore) e dei locali condivisi di servizio.



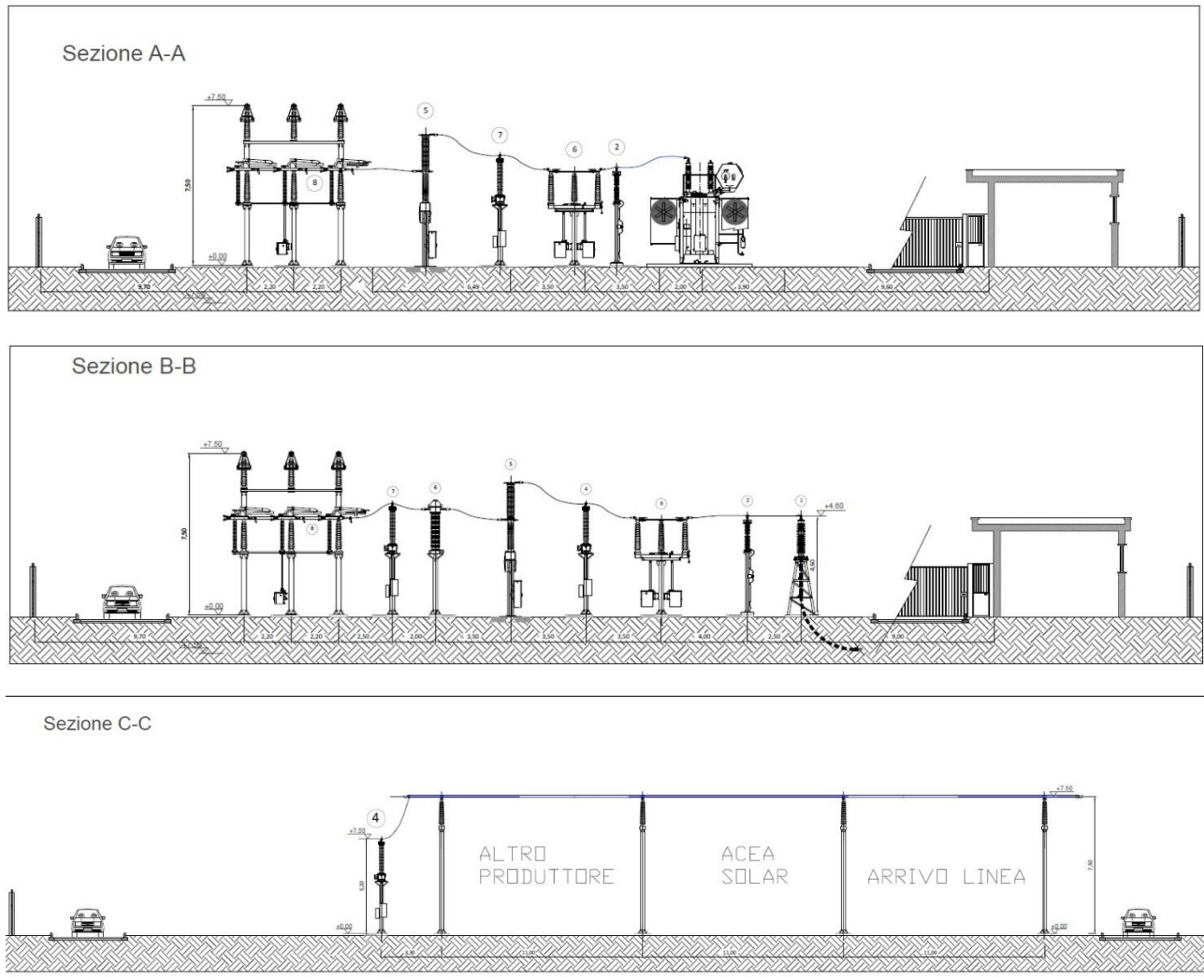
Nello stesso piazzale saranno installate le apparecchiature elettromeccaniche come rappresentato nella seguente planimetria.



LEGENDA APPARECCHIATURE ZONA AT	
① Terminale cavo AT 150kV	⑧ Sezionatore tripolare verticale 145-170kV 2000A
② Scaricatore	⑨ Trasformatore di potenza 30 MVA
③ Sezionatore tripolare orizzontale 145-170kV 2000A con lame di messa a terra e comando motorizzato	⑩ Vasca raccolta olio
④ Trasformatore di tensione capacitivo (PROTEZIONI)	⑪ Vasca acqua per VV.FF.
⑤ Interruttore tripolare 170kV 2000A 31.5kA	⑫ Muro taglia fiamma
⑥ Trasformatore di corrente TG 170 N°4 prestazioni (Misure e Protezioni)	⑬ Sezionatore tripolare con lame di messa a terra sbarre 150 kV - comando manuale
⑦ Trasformatore di tensione induttivo EMF 170 N°1 prestazione (Misure)	 Aoea Solar S.r.l.
	 Spazio per altro produttore

*Riferimento Elaborato Grafico "AU30\_Pianta e Sezioni Elettromeccaniche SE"*

La porzione delimitata dalla linea rossa tratteggiata è quella dedicata alle componenti elettromeccaniche in gestione del Produttore Aoea Solar (Stallo Utente).



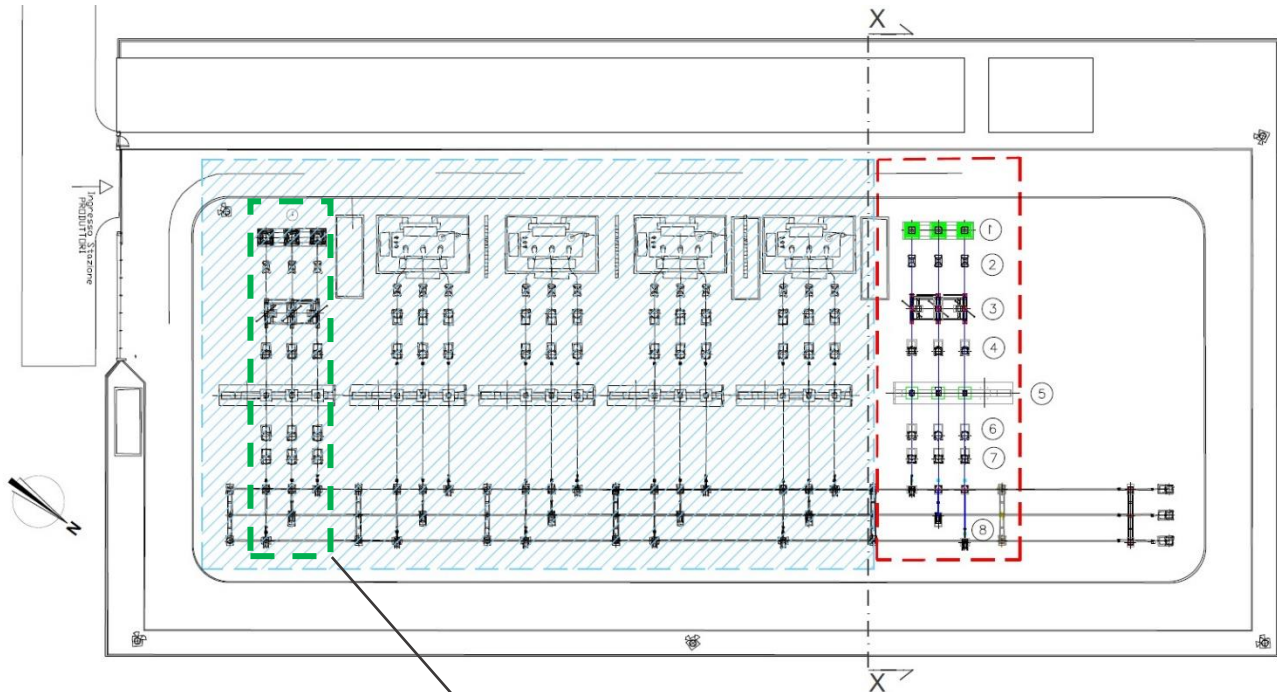
Sezioni Opere Elettromeccaniche –  
Riferimento Elaborato Grafico "AU30\_Pianta e Sezioni Elettromeccaniche SE"

Le aree campite sono a disposizione di altri Produttori. Nella configurazione di progetto è previsto uno stallo di trasformazione per altro Produttore e uno spazio a disposizione per arrivo linea AT da eventuale altra Stazione MT/AT Utente futura di condominio.

Le aree di servizio all'interno del perimetro della Stazione MT/AT Utente sono parti comuni.

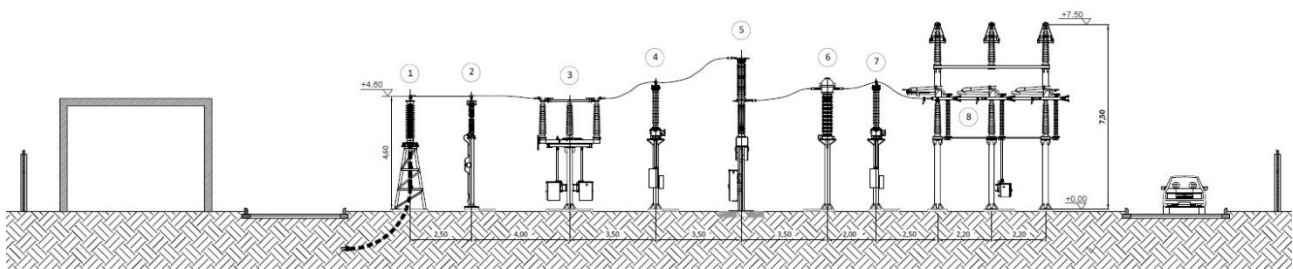
Le componenti elettromeccaniche si collegano alle barrature AT, dalle quali parte lo stallo per attestare il cavo AT 150 kV al terminale per il collegamento interrato con la Stazione MT/AT Utenti appartenente al condominio (Altri Produttori) rappresentata nella seguente planimetria.

### Planimetria Stazione MT/AT Utenti Condominio



Stallo terminale AT 150 kV per collegamento interrato con stallo produttore in stazione ampliamento TERNA

### Sezione X-X



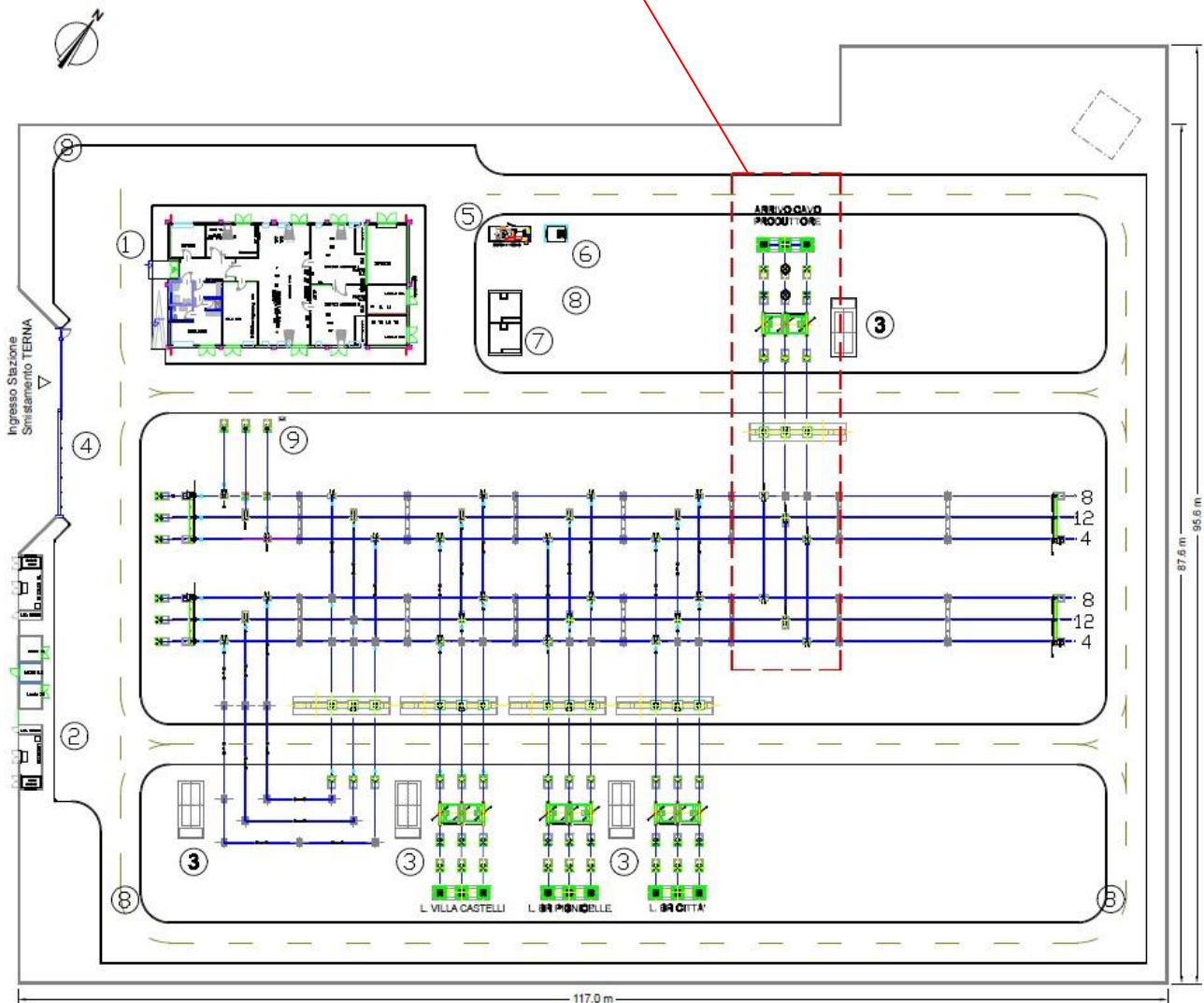
Riferimento Elaborato "AU28\_Planimetria Stazione Elettrica Impianto Agrivoltaico"

Nella planimetria sopra riportata è rappresentato in tratteggio rosso l'arrivo linea AT dalla Stazione MT/AT Utente (Acea Solar).

La configurazione della Stazione Utenti è la medesima quindi anche in questa le componenti elettromeccaniche si collegano alle barrature AT, dalle quali parte lo stallo (tratteggio verde) per attestare il cavo AT 150kV al terminale per il collegamento interrato con lo stallo arrivo produttore localizzato nell'ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN 380/150 kV di Brindisi.

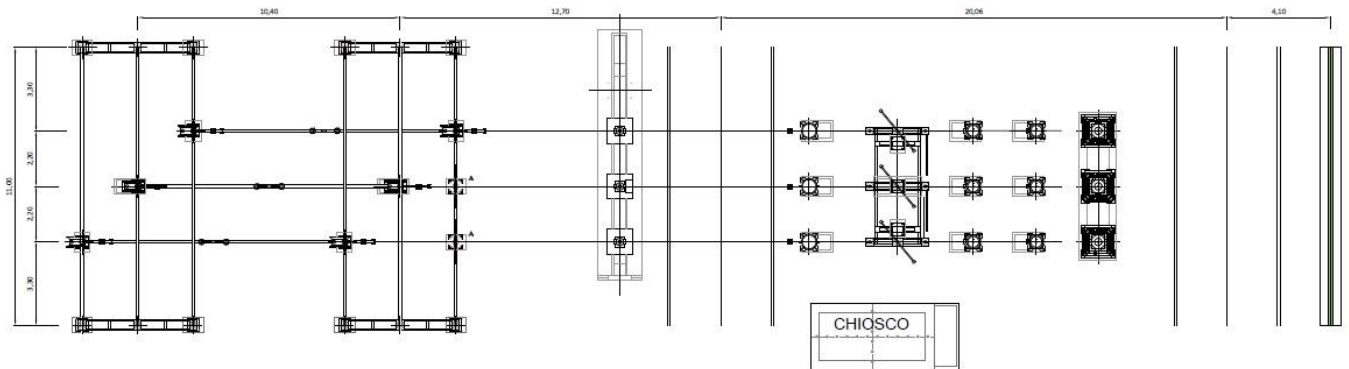
Ampliamento Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN 380/150 kV di Brindisi

Stallo arrivo produttore

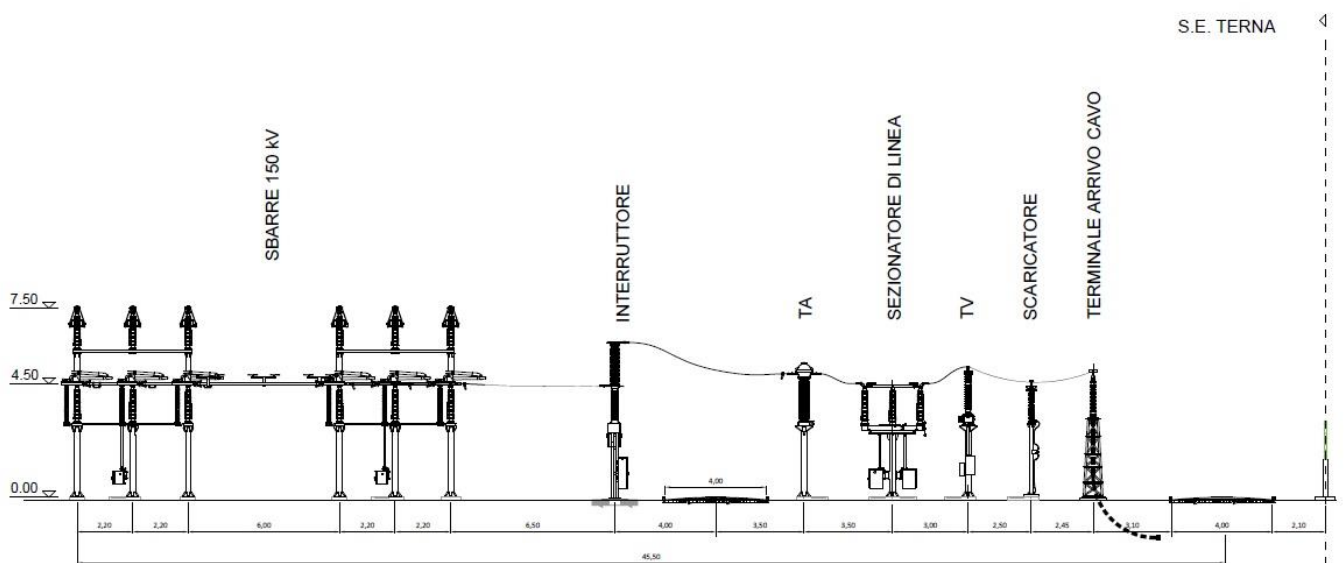


Riferimento Elaborato Grafico "AU36\_Layout Stazione di smistamento 150 kV - Ampliamento Terna"

I seguenti dettagli dello stallo arrivo produttore nell'Ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN 380/150 kV di Brindisi sono rappresentati nell'elaborato grafico "AU37\_Particolari Stallo in Stazione Elettrica RTN".



PIANTA STALLO ARRIVO CAVO PRODUTTORE 150 kV



Riferimento Elaborato Grafico "AU37\_Particolari Stallo in Stazione Elettrica RTN"

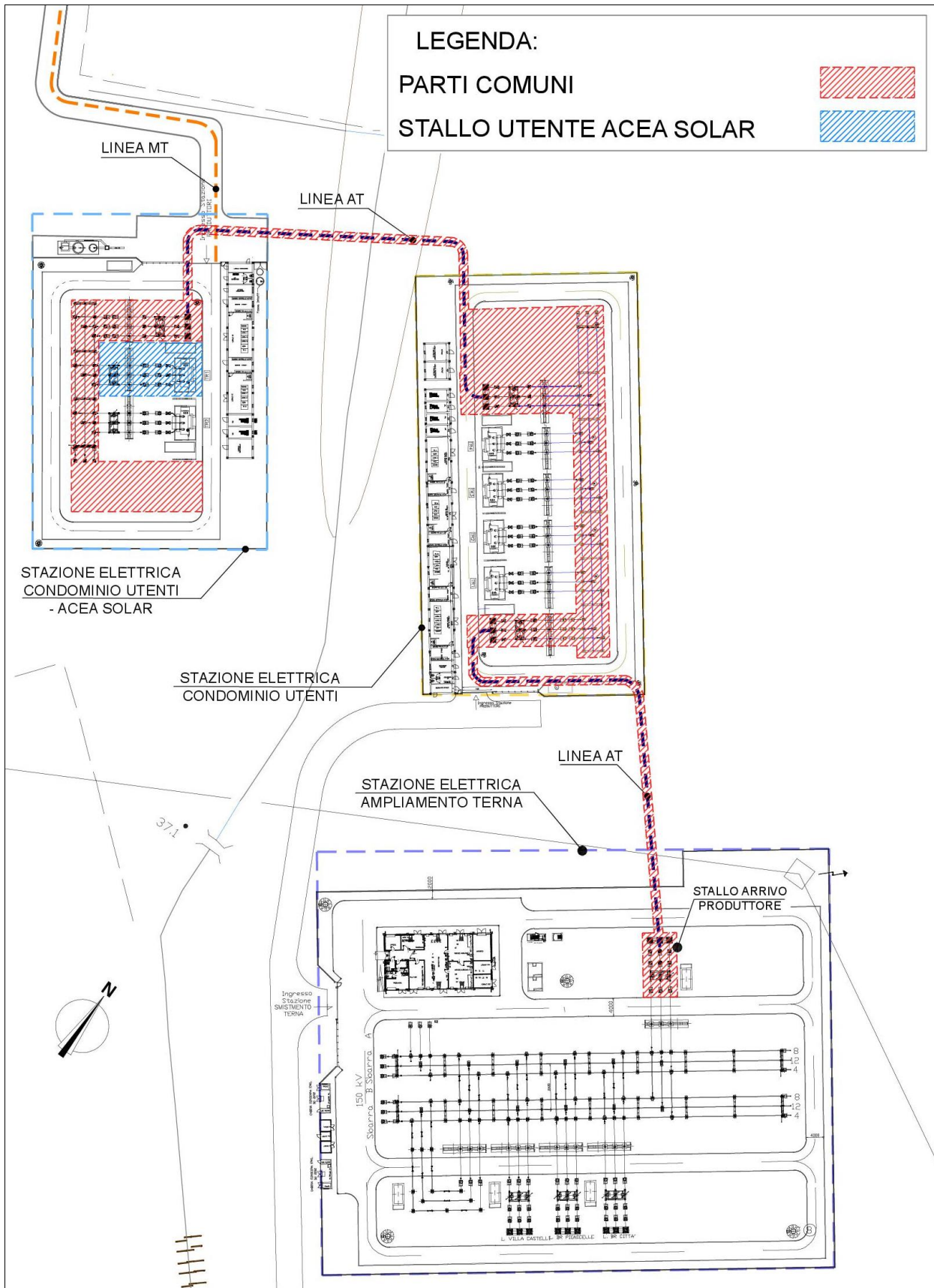
In linea generale il Sistema di Connessione alla RTN consente flessibilità ed ottimizzazione delle opere di connessione in quanto nell'ambito del condominio è concessa la connessione degli impianti sia in modo individuale che condominiale.

La realizzazione delle Opere di Rete tuttavia è necessaria al collegamento alla RTN per ciascun Produttore, mentre la realizzazione delle opere di Utente può essere flessibile e realizzata nel tempo in funzione delle singole autorizzazioni, consentendo in questo modo di allacciare ogni impianto in autonomia e secondo scenari temporali differenti.

Nel caso in cui fossero autorizzate le opere di rete e la sola Stazione MT/AT Utente relativa al progetto di Acea Solar Srl, quest'ultima sarà collegata allo stallo arrivo produttore direttamente con cavo AT interrato secondo il tracciato rappresentato in campitura rossa a definire le parti comuni lato Utenti (vedi figura pagina successiva).



La seguente planimetria rappresenta campite in rosso le parti comuni al condominio di connessione alla RTN.



## 4 DOTAZIONE IMPIANTISTICA CABINA PRINCIPALE IN SSE

La cabina principale è intesa come il locale prefabbricato da realizzare all'interno della futura SSE di step up 30-150kV. In essa troverà alloggio un quadro generale MT 30kV, composto da uno stallo di protezione trafo MT/AT, due stalli di protezione linea che saranno le 2 partenze per l'alimentazione ad anello delle 4 Power Station dell'impianto ed uno stallo per la partenza trafo relativa al trasformatore 30/0,4kV per i servizi ausiliari da 100kVA. Il suddetto quadro MT alimenta il TRAF0 MT/AT da 30MVA, il quale a sua volta attraverso il suo stallo AT, permetterà la connessione in antenna, alla rete di distribuzione Terna a 150kV, nella esistente SSE di Brindisi.

Nella SSE quindi troveranno luogo tutti i dispositivi e protezioni, di seguito indicate, così come richiesto da CEI 0-16, aventi nel funzionamento della centrale fotovoltaica, la mansione di alimentare, nonché proteggere gli impianti e le persone dalle situazioni anomale di funzionamento degli impianti elettrici:

- il Dispositivo e la Protezione Generale del Cliente;
- il Dispositivo e la Protezione di Interfaccia di impianto;
- le Protezioni MT ed AT del Trasformatore 150kV;
- il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS);
- il misuratore dell'energia scambiata.
- Il DG ed i DI coincidono e rappresentano il punto di confine tra la rete del Cliente produttore e la rete Terna.

I dispositivi automatici di interruzione posti a monte ed a valle del trasformatore proteggeranno macchine ed impianti dalle sovracorrenti, nonché le persone dai contatti elettrici. Il collegamento elettrico tra le apparecchiature contenute all'interno della cabina è riportato negli schemi di potenza e funzionali allegato al progetto.

Nei paragrafi che seguono si esplicitano le caratteristiche dei componenti su elencati, rimandando al capitolo dedicato all'impianto agrivoltaico per quanto attiene il DI, la PI ed il PCS.

### 4.1 Aree di servizio del locale cabina

Nel posizionare le apparecchiature all'interno di una cabina bisogna verificare che siano rispettate le distanze delle aree di servizio, come corridoi, passaggi, accessi, percorsi per il trasporto materiale e vie di fuga. In particolare:

- i passaggi devono avere una larghezza minima di 800 mm;
- lo spazio per l'evacuazione deve essere sempre almeno di 500 mm e libero da ostacoli. (sporgenze di apparecchiature, porte del quadro aperte, ecc);
- passaggi per montaggi e manutenzione, se posti dietro apparecchiature chiuse,

necessitano di 500 mm;

- lunghezze massime vie di fuga 20 m (per cabine alimentate dal Distributore in MT);
- numero di uscite in funzione alla lunghezza della via di fuga (una fino a 10m, due oltre).

È da sottolineare che l'accesso alla cabina è permesso solo al personale autorizzato ed addestrato (CEI 11-27) e tramite uso di attrezzi o chiavi (CEI 11-1).

## 4.2 Ventilazione e condizionamento

Il locale dovrà possedere delle caratteristiche tali da mantenere la temperatura interna entro i limiti stabiliti per le apparecchiature elettriche in esso contenute.

La ventilazione sarà sia naturale sia forzata.

### *Ventilazione naturale*

Nel locale sono previste:

- nella parte inferiore, uno o più prese d'aria con bordo inferiore sopraelevato rispetto al pavimento del locale (entrata aria fredda);
- nella parte superiore camini o finestre aperte verso l'aria libera (uscita di aria calda).

### *Ventilazione forzata*

Quando la ventilazione naturale è insufficiente allo smaltimento del calore prodotto si ricorre alla ventilazione forzata.

### *Condizionamento d'aria*

Anche se nei locali fuori terra è in genere sufficiente la ventilazione naturale, nel caso specifico, per maggior cautela ed al fine di garantire agli inverter le condizioni di lavoro ottimali, è prevista l'installazione di estrattori d'aria.

## 4.3 Cavi unipolari in MT

Per i cavi unipolari devono essere adottate ("Guida CEI 99-04 ex 11-35") le seguenti precauzioni:

- vanno posati in modo che non siano danneggiati dalle sollecitazioni dovute alle correnti di corto circuito (minima distanza);
- la schermatura, o armatura, deve essere di tipo amagnetico e in caso di tensione di contatto superiore a quella ammessa non deve essere accessibile;

- i cavi unipolari devono essere raggruppati in modo che i conduttori di fase siano inseriti nello stesso tubo (se di tipo metallico).

#### 4.4 Dispositivo generale

Il DG è costituito, situato nello stallo AT 150kV, a partire dal lato dell'alimentazione, da un sezionatore tripolare ed un interruttore fisso asservito alla protezione generale.

L'interruttore dovrà essere tripolare simultaneo ed avere potere d'interruzione adeguato alla corrente di cortocircuito della linea d'alimentazione TERNA, con un minimo di 12,5 kA. Deve, inoltre, disporre di bobina di apertura a mancanza di tensione comandata dalla PG. Per quanto non espressamente riportato nel presente paragrafo si rimanda alla norma CEI 0 - 16.

#### 4.5 Sistema di protezione Interfaccia-Generale (PG-SPI)

La linea AT TERNA che alimenta il Cliente è dotata in partenza di protezioni di massima corrente e contro i guasti a terra. TERNA non installa alcun dispositivo di protezione presso i Clienti.

Al fine di evitare che guasti interni all'impianto del Cliente abbiano ripercussioni sull'esercizio della rete di distribuzione TERNA, il Cliente deve installare un sistema di protezione generale di massima corrente e contro i guasti a terra; tale sistema di protezione non è finalizzato alla protezione delle apparecchiature del Cliente.

Il sistema di protezione generale coincidente con la protezione di interfaccia, è composto da relè alimentati da riduttori di corrente e di tensione. Esso, nella sua globalità, deve essere in grado di funzionare correttamente in tutto il campo di variabilità delle correnti e delle tensioni che si possono determinare nelle condizioni di guasto per le quali è stato previsto.

L'esercizio della rete di alta tensione di TERNA avviene con neutro connesso francamente a terra. Ciò al fine di evitare in caso di guasto verso terra, sovratensioni importanti sul sistema di distribuzione AT, avente tensioni nominali già elevate. Di conseguenza ciò determina correnti di guasto maggiori, il che comporta livelli di taratura adeguati che per intervento delle protezioni, portano ad interruzioni del servizio.

Tutti i clienti AT, dovranno quindi provvedere alle seguenti operazioni circa:

- il necessario adeguamento della PI/PG ed i relativi valori di taratura;
- il dimensionamento e la verifica degli impianti di terra, dopo aver conosciuto il valore di corrente di guasto monofase a terra con relativo tempo di eliminazione del guasto.

Come previsto dal Codice di Rete pubblicato sul sito Internet del gruppo TERNA ([www.terna.it](http://www.terna.it)) l'Utente produttore dovrà stipulare prima dell'entrata in esercizio

dell'impianto un Regolamento di Esercizio che conterrà la regolamentazione tecnica di dettaglio del collegamento del proprio impianto alla Rete AT, nonché dei rapporti di tutti i soggetti interessati al collegamento stesso.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato A17 del Codice di Rete saranno impostate le seguenti tarature della PI, salvo diverse indicazioni di TERNA, comunque specificate nel Regolamento di Esercizio:

- Massima tensione (59):  $1,2 V_n - 1 s$ ;
- Minima tensione (27):  $0,85 V_n - 2 s$ ;
- Massima frequenza (81>):  $51,5 \text{ Hz} - 1 s$ ;
- Minima frequenza (81< - soglia 1):  $47,5 \text{ Hz} - 4 s$ ;
- Minima frequenza (81< - soglia 2):  $46,5 \text{ Hz} - 0,1 s$ ;
- Massima tensione omopolare (59Vo – soglia 1):  $0,1 V_o \text{ max} - 2 s$ ;
- Massima tensione omopolare (59Vo – soglia 2):  $0,7 V_o \text{ max} - 0,1 s$ .

Le suddette determineranno l'apertura dell'interruttore lato AT (152 TR) del trasformatore.

Il coordinamento e la definizione delle tarature delle protezioni sarà definita di concerto con TERNA in sede di stesura del Regolamento di esercizio. Il Produttore sarà responsabile dei valori di taratura forniti e imposti da TERNA, ed in ogni caso varrà il principio che qualunque guasto e/o anomalia dell'impianto di produzione, che potrebbe avere ripercussioni pericolose sulla rete AT, dovrà provocare automaticamente l'esclusione dell'impianto o della sezione di impianto guasto, nel minimo tempo compatibile con gli automatismi di impianto. Inoltre in caso di cortocircuito sulla Rete AT i generatori del Produttore dovranno trovarsi predisposti con i loro sistemi di protezione in modo da separarsi dalla rete nei modi e nei tempi previsti dai piani di taratura.

Lo stato delle protezioni sarà periodicamente monitorato dal Produttore, allo scopo di garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature.

La PG sarà costituita da una protezione 51 (massima corrente ritardabile a due soglie) e da una protezione 51 N (massima corrente omopolare). Poiché una delle due soglie 51 viene di norma utilizzata senza ritardo intenzionale, nel seguito ci si riferirà a tale soglia come 50 ed a quella ritardata come 51.

La protezione di massima corrente deve essere realizzata mediante relè di tipo bipolare a due soglie di intervento (azionanti l'interruttore). Le protezioni di massima corrente e di massima corrente omopolare devono avere caratteristiche non inferiori a quelle riportate nella CEI 0-16, per quanto rispettivamente applicabile.

Il relè deve essere dichiarato conforme alla CEI 0-16 da un organismo certificato EN 45011 o EN ISO/CEI 17020. Tutte le suddette protezioni devono essere alimentate da trasformatori di corrente e tensione conformi a quanto riportato nel par. 6.3 della specifica

Enel.

La taratura della protezione generale dipende dalle caratteristiche dell'impianto del Cliente e della rete TERNA di alimentazione. I valori di taratura della protezione generale verranno comunicati da TERNA al Cliente.

#### 4.6 Trasformatori di misura

Per trasformatori di misura si intendono i trasformatori di corrente e tensione (TA e TV) dedicati all'alimentazione della PG/PI e la cui funzione principale, come già detto, è quella di proteggere, il più possibile in modo selettivo, la rete del Distributore in caso di guasto all'interno della rete del Cliente e non le apparecchiature elettriche del Cliente stesso.

I TA e TV utilizzati devono essere conformi alle norme CEI EN 61869-2 e CEI EN 61869-9. ed a quanto riportato negli allegati TA e TAT della stessa.

#### 4.7 Trasformatori Amperometrici TA di fase

I TA di fase devono poter alimentare con errori accettabili la protezione PG/PI nel campo di variabilità atteso per la corrente di guasto primaria. In particolare detti TA, per la protezione di massima corrente, devono consentire il corretto funzionamento delle protezioni stesse in caso di cortocircuito in rete a valle della PG e dei relativi riduttori di corrente, tenendo conto della massima asimmetria. Naturalmente, le caratteristiche dei TA sono calcolate tenendo conto del carico della protezione e dei relativi cavi di collegamento, nonché della sovraccaricabilità degli ingressi in corrente della PG.

Tipo: TAT

- Isolamento Resina;
- Tensione nominale 150 kV;
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso 750 kV;
- Corrente nominale primaria 200 A;
- Corrente nominale secondaria 1-1-1 A;
- Numero nuclei 3;

Prestazioni e classi di precisione:

- Nucleo misure 20VA-0,5;
- Nucleo protezioni 20VA-5P20;
- Nucleo UTF 20VA-0,2.

#### 4.8 Trasformatori Voltmetrici TV Misure e Protezioni

Sono previsti nella nuova SSE, l'installazione di n.2 terne di trasformatori voltmetrici TV, una a secondario singolo per le misure fiscali relative al contatore di scambio ed una a doppio

secondario, per le misure delle caratteristiche elettriche e per il segnale voltmetrico della protezione di interfaccia PI. Le caratteristiche principali dei trasformatori di tensione sono di seguito indicate.

N.° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi, con rapporto di trasformazione 150.000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$  20 VA cl. 0,2 (certificato UTF per misure fiscali):

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento 170 kV;
- Rapporto di trasformazione 150: $\sqrt{3}$ /0,1: $\sqrt{3}$  kV;
- Prestazioni nominali e classe di precisione 20VA-0,2;
- Fattore di tensione (funzionamento per 8 h) 1,9  $U_n$ ;
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV.

N.° 1 Terna di trasformatori di tensione capacitivi, con rapporto 150.000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ , 20VA cl. 0,5, 100VA cl. 3p:

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento 170 kV;
- Rapporto di trasformazione 150.000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ ;
- Prestazioni nominali e classe di precisione o Nucleo misure 20VA Cl. 0,5 o Nucleo protezioni 100VA Cl. 3p.
- Fattore di tensione (funzionamento per 8 h) 1,9
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV.

## 4.9 Dispositivo di Interfaccia

Ai fini della protezione della rete pubblica, la norma CEI 11-20 prescrive l'installazione dei relè di tensione ( $59 >V$  e  $27 <V$ ) e di frequenza ( $81 <f$ ) agenti sulla bobina di minima tensione dell'interruttore d'interfaccia.

Lo scopo di tali protezioni è:

- distacco del sistema dalla rete per guasti o funzionamenti anomali della rete pubblica, o per apertura intenzionale del dispositivo della rete pubblica (es. manutenzione);
- intervento coordinato del dispositivo di interfaccia con quelli del generatore e della rete pubblica per guasti o funzionamenti anomali durante il funzionamento in parallelo con la rete.

Il dispositivo di interfaccia deve essere un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione (oppure un contattore) a cui siano asservite le protezioni suddette.

La società elettrica (ENEL) prescrive che l'insieme delle protezioni debba essere contenuto

in un unico pannello d'interfaccia (pannelli soggetti ad omologazione) rispondente ai requisiti e conforme alle caratteristiche indicate nelle tabelle di unificazione DV 1606, per impianti monofasi e DV 1604 (oppure DV 1601) per impianti trifasi.

Il tutto deve essere certificato dal produttore conforme alla CEI 0 - 16. Le caratteristiche tecniche del dispositivo di interfaccia vengono riportate nella scheda in allegato.

#### **4.10 Rincalzo alla mancata apertura del dispositivo di interfaccia**

Per la sicurezza dell'esercizio della propria rete, nei casi in cui la produzione è realizzata mediante generatori sincroni viene richiesta al Cliente Produttore la realizzazione di un rincalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il rincalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s, che agirà a secondo dei casi concordati sul dispositivo generale o sul/i dispositivo/i di generatore. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia.

Nel caso specifico il rincalzo alla mancata apertura del DI 152T in AT, sarà eseguito tramite l'interruttore 52C generale del QMT in SSE.

#### **4.11 Sistema di telecontrollo**

È prevista l'installazione di un sistema di telecontrollo attraverso il quale il gestore dell'impianto agrivoltaico può:

- monitorare lo stato di efficienza dei principali elementi, quali moduli ed inverter;
- conoscere in tempo reale le grandezze elettriche principali del sistema, in particolare la produzione di energia elettrica e la potenza generata;
- essere avvisato per e-mail, sms o altra via, qualora si verificano guasti all'impianto.

All'interno dei quadri di campo saranno presenti dei sensori per il monitoraggio della corrente di stringa. Attraverso una linea di comunicazione con protocollo RS485 i su detti quadri comunicheranno con l'inverter di pertinenza che, attraverso il proprio data logger, memorizzerà lo storico degli eventi. In loco o da remoto, tramite un web server connesso a tutti gli inverter, il gestore potrà interfacciarsi con l'impianto.

#### **4.12 Impianto di terra di cabina**

Gli impianti di terra saranno progettati, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 99-3 (CEI EN 50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV, tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;



- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevati correnti di guasto prevedibili, determinate mediante calcolo;
- evitare danni a componenti elettrici e beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I parametri che saranno presi in considerazione per il dimensionamento degli impianti di terra saranno, quelli forniti da TERNA (valore della corrente di guasto, durata del guasto).

Poiché gli impianti di terra saranno comuni ad impianti con diversi livelli di tensione, le prescrizioni precedenti saranno soddisfatte per ciascuno dei sistemi collegati.

La SSE sarà dotata di un apposito impianto di terra, che servirà, fra l'altro, a collegare le masse di tutte le apparecchiature elettriche AT, MT e BT. Il dimensionamento dell'impianto sarà fatto in relazione ai valori della corrente di guasto monofase a terra e di tempo di eliminazione del guasto, forniti da TERNA per la AT e in conformità ai limiti imposti dalle norme CEI relative. In linea di principio, il dispersore sarà costituito da una maglia, disposta in modo tale da formare quadrati con lato di circa 5 m, realizzata in corda di rame 35 mmq, interrata a profondità di circa 0,7 m, mentre i collegamenti alle apparecchiature saranno in corda di rame da 70 mmq.

La maglia di terra sarà posata ad intimo contatto con il terreno, prima dello strato di fondazione ad una profondità, come detto, di circa 0,7 m. Tale quota è sicuramente inferiore alla linea di gelo e ad essa la temperatura del terreno è pressoché costante a 20°C. La maglia sarà collegata in più punti ai ferri di fondazione sia dell'edificio sia dei plinti di fondazione delle apparecchiature AT, al fine di migliorare l'efficienza di dispersione di eventuali correnti di guasto.

#### **4.13 Quadri elettrici ed interruttori automatici**

Il quadro elettrico generale dei servizi ausiliari di cabina principale, alimentato dal trafo 30/0.4 kV da 100 kVA, verrà installato all'interno della cabina prefabbricata e sarà costituito da una carpenteria metallica con grado di protezione minimo IP4X. Le dimensioni dell'involucro dovranno garantire un'adeguata dissipazione termica al fine di evitare il surriscaldamento dei componenti interni.

Tutti gli interruttori automatici e differenziali dovranno possedere potere di interruzione adeguato alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione ed essere dimensionati secondo le prescrizioni tecniche della norma CEI 64-8.

#### **4.14 Cablaggi elettrici e cavidotti**

I cavi elettrici che realizzeranno il collegamento serie in c.c. tra i moduli fotovoltaici della stessa stringa saranno posati in aria libera o all'interno di una canalina e saranno del tipo

“cavo solare”, caratterizzati da una guaina in policloroprene di qualità EM2, dotati di elevata resistenza alle sollecitazioni meccaniche, termiche ed atmosferiche (ozono in particolare). I suddetti cavi saranno comunque forniti dal costruttore dei pannelli.

I cavi che collegheranno le stringhe alle String Box, saranno per lo più posati anch’essi all’interno di un canale di materiale idoneo all’installazione all’esterno con elevata resistenza ad agenti atmosferici e raggi UV. Il cavo utilizzato sarà del tipo H1Z2Z2-K ex FG21M21, specifico per cablaggi di impianti fotovoltaici.

Il collegamento elettrico tra le String Box e l’inverter situati nelle Power Station, sarà effettuato attraverso tubazione interrata; il cavo da utilizzare sarà del tipo H1Z2Z2-K. Per il collegamento delle apparecchiature elettriche in cabina si adopereranno cavi FG7(O)- R, posati entro cavidotti interrati e/o vani prefabbricati.

Solo per i collegamenti in media tensione si farà uso di cavi elettrici del tipo ARP1H5RX isolati per la tensione di rete. I cavi elettrici dovranno essere dimensionati in accordo con le prescrizioni della norma CEI 64-8, così come la scelta dei canali e delle tubazioni dovrà rispettare quanto richiesto dalla norma in materia di dimensioni minime.

#### **4.15 Impianto di terra e protezione delle persone dai contatti elettrici**

Il sistema di alimentazione dell’impianto elettrico sarà del tipo TN. L’impianto di terra della Proprietà dovrà essere ampliato al fine di collegare a terra anche le masse facenti parte dell’impianto agrivoltaico. La protezione delle persone dai contatti elettrici indiretti, così come le caratteristiche dimensionali dell’impianto di terra, dovranno rispettare quanto prescritto dalle vigenti norme CEI 11-1 e CEI 64-8.

## 5 PROGETTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Il dimensionamento degli impianti elettrici in c.a. ed in c.c., nonché la scelta dei componenti e delle modalità di installazione, è stato effettuato con particolare attenzione a:

- la protezione dei cavi elettrici dalle sovracorrenti e dal cortocircuito;
- la protezione delle persone dai contatti elettrici diretti ed indiretti;
- il corretto funzionamento del generatore agrivoltaico;
- la massimizzazione dell'energia prodotta.

### 5.1 Protezione delle condutture dalle sovracorrenti

Le protezioni dal sovraccarico e dal cortocircuito saranno assicurate dall'installazione dei dispositivi di protezione automatici. Le due condizioni fondamentali da rispettare per una corretta scelta del dispositivo di protezione dal sovraccarico sono [64-8 art. 433.2]:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_z$$

In tali relazioni compaiono, oltre alla corrente di impiego ( $I_b$ ) e alla portata della conduttura ( $I_z$ ), la corrente nominale ( $I_n$ ) e la corrente di intervento ( $I_f$ ) del dispositivo di protezione corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

I dispositivi idonei alla protezione contro i corto circuiti devono invece rispondere alle seguenti condizioni [64-8 art. 434.2]:

a) avere un potere di interruzione ( $P_i$ ) non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione ( $I_{cc\ max}$ ) (tranne quando si effettua la protezione serie):

$$I_{cc\ max} \leq P_i \quad (1)$$

b) intervenire in modo tale che tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito siano interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile. Al fine di verificare tale condizione è necessario soddisfare, per ogni valore possibile di corto circuito, alla seguente condizione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2 \quad (2)$$

dove il termine ( $I^2 t$ ) è l'energia specifica lasciata passare dal dispositivo di interruzione (integrale di Joule).

## 5.2 Verifica del dimensionamento delle condutture

Le sezioni sono state verificate rispetto alla massima caduta di tensione a fondo linea ed alle perdite di potenza che per effetto Joule hanno luogo sui conduttori.

Per la rete in c.a. si è tenuto conto della sola caduta di tensione, controllando che questa risultasse inferiore al 2% della tensione nominale del sistema per il tratto che collega il punto di consegna dell'energia all'ingresso a.c. dei convertitori di potenza.

Per la rete in c.c. due sono stati gli obiettivi da conseguire:

- garantire all'ingresso dei raddrizzatori una tensione variabile entro il campo di funzionamento a MPPT del convertitore;
- limitare le perdite di potenza per effetto Joule.

Il secondo obiettivo riveste grande importanza in quanto la gestione dell'impianto di produzione prevede di massimizzare la quantità di energia elettrica generata ed immessa in rete. A tale scopo si è scelto un limite per le perdite del 3,1 % della potenza nominale dell'impianto.

Sulla rete in c.a la sezione del conduttore di neutro non sarà mai inferiore a quella del corrispondente conduttore di fase fino alla sezione di 16 mm<sup>2</sup>;

- per sezione del conduttore di fase compresa tra 16 e 35 mm<sup>2</sup> si potrà adoperare per il conduttore di neutro del cavo da 16 mm<sup>2</sup>;
- per sezioni del conduttore di fase superiori il conduttore di neutro potrà avere sezione pari almeno alla metà di quella di fase, a scelta tra quelle commercializzate.

Sulla rete in c.c. si utilizzerà la stessa sezione per i conduttori dei poli positivi e negativi del generatore.

## 5.3 Protezione dai contatti diretti

La protezione delle persone dai contatti elettrici diretti sarà garantita attraverso misure di protezione totali, ovvero mediante adeguato isolamento, involucri e barriere che ostacolino il contatto accidentale con le parti attive.

L'isolamento minimo dell'impianto elettrico sarà del tipo 07, ossia presenterà una tensione di isolamento verso terra pari a 450 V e tra le parti attive pari a 750 V, e dovrà essere asportabile solo mediante attrezzo. Vernici, smalti, lacche e similari non sono considerati idonei dalla norma come mezzo per l'isolamento delle parti attive.

Gli involucri e le barriere dovranno garantire un grado di protezione minimo pari ad IP4X (IP2X nel caso di superfici orizzontali a portata di mano); le barriere (quali ad es. i coperchi delle cassette di derivazione) dovranno essere asportabili solo mediante attrezzo.

## 5.4 Protezione dai contatti indiretti

La tecnica con la quale si proteggono le persone dai rischi dell'elettricità è anzitutto funzione del tipo di sistema con cui viene esercito l'impianto (TN, TT, IT), pertanto può variare per la rete in c.a. e per quella in c.c..

## 5.5 Rete in c.a.

La protezione contro i contatti indiretti verrà effettuata mediante la tecnica della "interruzione automatica dell'alimentazione", ottenuta dal coordinamento tra l'impianto di terra e le protezioni differenziali da predisporre nel quadro elettrico generale, secondo la relazione (1) indicata dall'articolo 413.1.4.2 della norma CEI 64-8 per gli ambienti ordinari dei sistemi TT.

$$RA I_{dn} < 50 \quad (1)$$

dove:

- RA è la resistenza del collegamento a terra della massa;
- $I_{dn}$  è la corrente differenziale nominale dell'interruttore.

Per attuare la protezione nei sistemi TN mediante dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali si richiede soltanto che sia soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito, la condizione (64-8 art. 4.1.3):

$$Z_s I_A \leq U_0$$

dove:

- $U_0$  è la tensione nominale verso terra dell'impianto, in volt;
- $Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto, in ohm, per guasto franco a massa;
- $I_A$  è il valore, in ampere, della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, entro il tempo di seguito definito:

## 5.6 Rete in c.c.

Occorre distinguere il caso in cui l'inverter contiene o è privo al suo interno di un trasformatore di isolamento.

Nel primo caso la rete in c.c. è esercita come sistema IT. La protezione dai contatti indiretti avviene per "separazione elettrica" ed è assicurata, dopo un primo guasto a terra, dal basso valore delle correnti di dispersione (elevata impedenza capacitiva di richiusura). Il secondo guasto a terra si configurerà come corto circuito, pertanto il primo guasto va rilevato e rimosso tempestivamente, adoperando a tal uopo dispositivi di monitoraggio e controllo del livello di isolamento della rete.

Nel secondo caso la porzione dell'impianto elettrico in bassa tensione, dall'uscita degli inverter sino ai moduli fotovoltaici, rappresenta un'estensione della rete in c.a.; in tale ipotesi valgono le prescrizioni riportate ai fini della sicurezza nella norma CEI 64-8, per i sistemi TT o TN ove applicabili.

Gli inverter adoperati nel presente progetto non sono muniti di trasformatore di isolamento, come evincibile dalle schede allegate, si ricade così nel primo caso descritto.

La rete in c.c. verrà pertanto inquadrata, ai fini della protezione dai contatti indiretti, come un sistema TN; occorre prendere a riferimento le medesime prescrizioni citate per la rete in c.a.

## **5.7 Condizioni di Posa dei Cavi**

In tale paragrafo si descriveranno le condizioni di posa dei cavi facenti parte dell'impianto; verrà fatta una distinzione tra cavi in corrente alternata e cavi in corrente continua, questi a loro volta saranno suddivisi tra cavi di stringa fino alle String Box e cavi di collegamento tra queste ultime fino alle Power Station. I percorsi dei cavi in corrente alternata saranno distinti da quelli per corrente continua, e in nessun caso sarà possibile posare cavi in corrente continua entro cavidotti per la corrente alternata e viceversa.

## **5.8 Posa dei cavi in corrente continua – cavi di collegamento alle String Box**

Tali cavi saranno posati in una canalina opportunamente ancorata alla struttura di sostegno dei pannelli, per quanto riguarda la raccolta dei conduttori stringa fino alla linea dorsale dove, sono posizionate le String Box. La canalina avrà dimensioni tali da garantire uno spazio libero al suo interno pari al 50% del proprio volume. Essa sarà realizzata da materiale idoneo a resistere ai raggi ultravioletti, per garantire una migliore protezione ai cavi posati al suo interno. Le canalizzazioni di dorsale, che conterranno oltre i cavi di stringa, anche i cavi di potenza tra le String Box e gli inverter, saranno invece realizzate in tubo corrugato in PVC rigido HDPE avente diametro Ø160. Nel caso la situazione lo richieda, si andranno a posare più tubi in parallelo. Le canalizzazioni faranno capo da fila a fila, a pozzetti prefabbricati in ca. Le condutture saranno del tipo H1Z2Z2-K ex FG21M21, PV20 - 6 mmq.

### **5.8.1 Posa dei cavi in corrente continua – cavi di collegamento String Box - Inverter**

Tali cavi saranno posati in un cavidotto interrato realizzato con tubo in pvc a doppia parete interrato ad una profondità minima di 60 cm. Le condutture saranno del tipo H1Z2Z2-K ex FG21M21, con varia formazione 2 x (1 x 70÷120 mmq). In particolari condizioni di distanza, al fine di contenere il livello di caduta di tensione, sarà eseguito anche collegamento con doppio conduttore, per singola fase.

Tale cavidotto si svilupperà lungo le dorsali di posizionamento delle String Box fino ad arrivare all'ingresso delle Power Station di riferimento, in adiacenza al posizionamento

degli inverter presenti.

## 5.9 Posa dei cavi MT

I cavi di collegamento delle cabine di conversione e trasformazione per la realizzazione del collegamento ad anello delle stesse, sono del tipo ARP1H5EX schermato 12/30kV – con formazione 2 x 3 x (1x240 mmq), (secondo CEI 0-16).

I cavi saranno posati all'interno del cavidotto in modo da garantire uno spazio libero all'interno del tubo pari al 50 % del proprio volume, questo per garantire la condizione di sfilabilità dei cavi stessi.

Per non interferire con altri servizi interrati (condutture dell'acqua, fogne, telecomunicazioni, ecc..) e con i cavi BT che vengono posati nella medesima fossa di scavo, si è scelto di posare i cavi MT ad una profondità di 1,1 m. I cavi BT devono essere opportunamente posizionati lateralmente e possibilmente a minore profondità. Il cavo deve essere posato su un letto di 5 – 10 cm di sabbia, o terra vagliata per impedire danneggiamenti del cavo da parte di ciottolo o asperità del terreno durante la posa, o a seguito del successivo assestamento del terreno sovrastante.

## 6 DESCRIZIONE LINEA DI CONNESSIONE

La nuova linea di connessione MT sarà dal tipo interrata e dopo aver percorso un tratto di circa 400 m dal confine dell'impianto agrivoltaico al confine catastale, percorrerà verso sud il lato destro della strada provinciale n.43, per un totale linea di circa 3 km, fino al cavalcavia intersezione con la strada ad alto scorrimento Brindisi-Mesagne. Qui sarà eseguito attraversamento della suddetta, con trivellazione orizzontale mediante macchina spingitubo, fino a raggiungere nuovamente la SP43, che dopo essere percorsa nuovamente per circa 1,2 km dal cavidotto, questi interesserà una strada vicinale di campagna, in direzione della SSE Terna Brindisi, fino alla costruenda stazione MT-AT, dove sarà eseguita elevazione di tensione da 30 a 150kV.

I cavi verranno posati a profondità non inferiore a 1100 mm (valore stabilito dalle norme tecniche vigenti) tenendo presente i valori di esposizione ai campi magnetici prescritti dal Decreto 29.5.2008 (cfr. cap. 9), che fissa valori di attenzione per i campi elettromagnetici in 10  $\mu$ T in località non destinate allo stazionamento delle persone. Il materiale di riempimento dello scavo sarà debitamente compattato e la finitura ultima superficiale sarà di tipo manto stradale con finitura a binder e bitume per una larghezza di 800 mm. La potenza erogabile dall'impianto agrivoltaico è di 25 MW. Il dimensionamento del cavo è stato effettuato in base ai parametri di corto circuito, assai più gravosi degli effetti di riscaldamento per normale esercizio. E' stato previsto un cavo tripolare in alluminio 2x3x(1x300) mmq, tipo ARP5H1RX.



## 7 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

La SSE parte integrante dell'impianto di connessione alla RTN del parco agrivoltaico, nel suo complesso e nei suoi singoli componenti, è stato progettato e dovrà essere realizzato in conformità alle seguenti norme, leggi, decreti e prescrizioni:

### NORMATIVA

CEI EN 50522	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
CEI EN 61936-1	Impianti elettrici con tensioni superiori a 1 kV in ca – Parte1:Prescrizioni comuni
CEI EN 60865-1 (CEI 11-26)	Correnti di cortocircuito - Calcolo degli effetti - Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo
CEI EN 60909-0 (CEI 11-25)	Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata – Parte 0: calcolo delle correnti
CEI EN 60909-3	Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata – Parte 3: Correnti in due corto circuiti fase-terra simultanei e distinti e correnti di corto circuito parziali che fluiscono attraverso terra
CEI 11-1 alternata	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 11-17 dienergia	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica  elettrica - Linee in cavo
CEI 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
CEI 11-37	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 Kv
CEI 64-8	Impianti elettrici con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti MT e AT delle imprese distributrici di energia elettrica

---

IEC 60479-1                      Effects of current on human beings and livestock - Part 1: General Aspects

---

IEC 60479-2                      Effects of current on human beings and livestock - Part 2: Special  
Aspects

---

**LEGGI**

---

Lgs 81/08                          Testo Unico della Sicurezza

---

**PRESCRIZIONI**

---

TERNA                              Codice di Trasmissione, Dispacciamento, Sviluppo e Sicurezza  
della

CODICE DI RETE                  Rete

---

ENEL

---

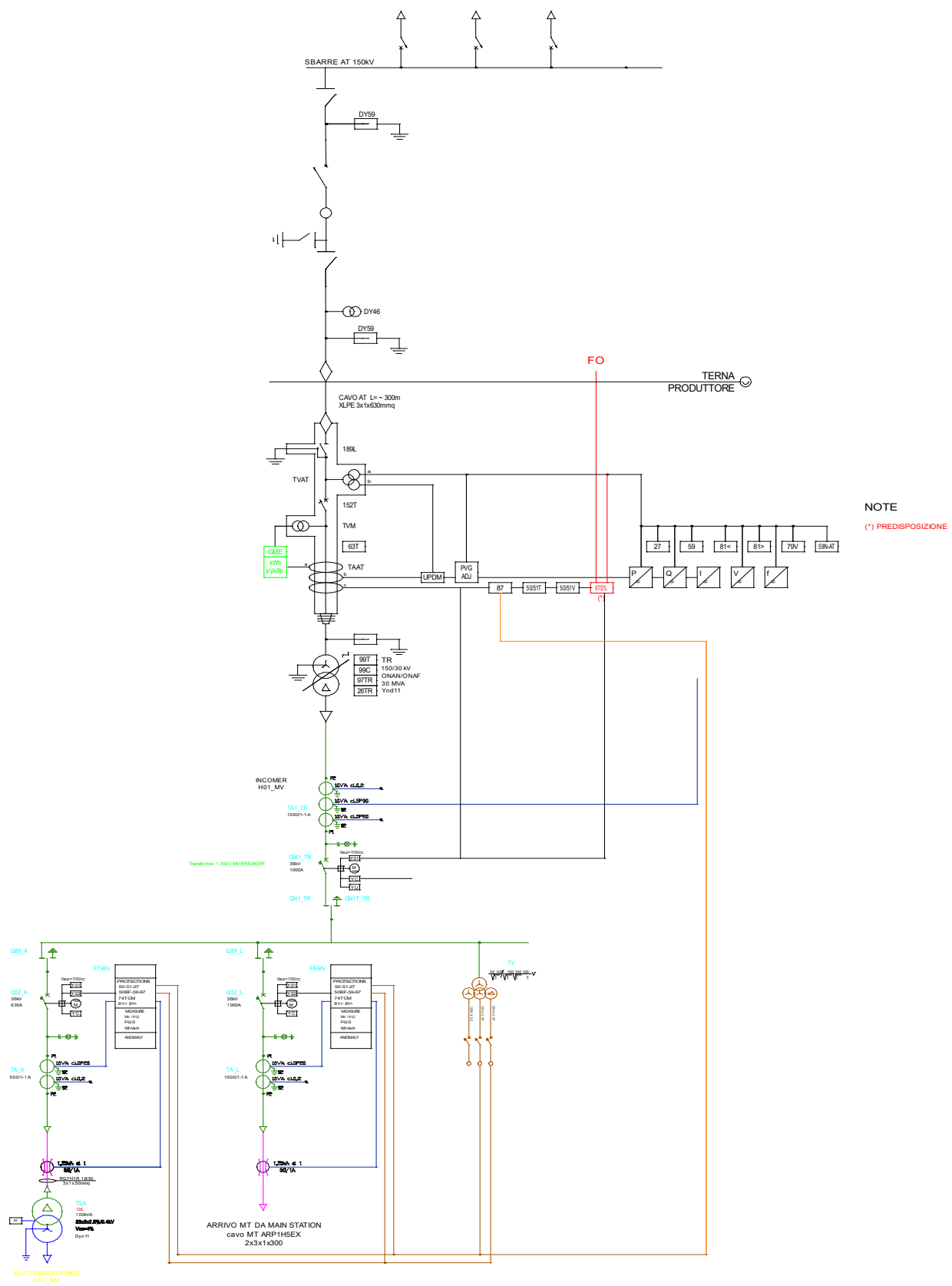
## 8 DATI TECNICI E DESCRIZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE

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

- tensione nominale AT 150 kV
- tensione massima AT 170 kV
- isolamento AT per impulso atmosferico 650 kV o 1050 kV (verso massa)
- tenuta AT a frequenza industriale 275 kV o 460 kV (verso massa)
- tensione massima MT 36 kV
- isolamento MT per impulso atmosferico 170 kV
- tenuta MT a frequenza industriale 70 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- tensione nominale circuiti voltmetrici 100 V
- corrente nominale circuiti amperometrici 1 A
- tensione di alimentazione ausiliaria in cc 110 V $\pm$ 10%
- tensione di alimentazione ausiliaria in ca 230/400V

La stazione elettrica essenzialmente sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- trasformatore AT/MT
- sezione a 150 kV costituita da apparecchiatura del tipo ibrido con integrati terminale arrivo in cavo, terna di TV e terna di TA
- edificio elettrico prefabbricato contenente i quadri di media e bassa tensione e tutte le apparecchiature necessarie per la misura, protezioni, controllo e monitoraggio dell'impianto.



**SCHEMA UNIFILARE GENERALE**

L'interruttore del QMT ove si attesta la linea proveniente dall'impianto permetterà la separazione dalla rete dell'impianto di produzione.

I servizi ausiliari in c.a. saranno alimentati da trasformatore MT/BT alimentati dalla rete AT mediante trasformatore AT/MT e integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza.

Le utenze relative ai sistemi di protezione e controllo saranno alimentate in c.c. tramite dedicata stazione di energia costituita da raddrizzatore caricabatteria e batteria.

## 9 APPARECCHIATURE AT

### 9.1 Interruttore ibrido AT

Lo stallo trafo della stazione incorporerà un interruttore AT del tipo “ibrido”, ovvero una combinazione fra una tradizionale apparecchiatura isolata in aria (AIS) e un più recente modulo blindato isolato in gas SF<sub>6</sub> (GIS), che sfrutta quindi i vantaggi delle due diverse tecnologie. La soluzione ibrida con apparecchi di manovra isolati in gas è stata scelta sia perché molto compatta e quindi richiede minori superfici utili, sia perché molto affidabile. In pratica tutte le funzioni ed apparecchiature (ad eccezione dei trasformatori di corrente toroidali) sono integrate in un unico involucro isolato in gas SF<sub>6</sub>:

- interruttore;
- sezionatore;
- sezionatore di terra;
- terminali cavo AT;
- TA e TV.

### 9.2 Trasformatore AT/MT

Il trasformatore trifase, è del tipo ad isolamento in olio, con raffreddamento ONAN/ONAF, potenza nominale 30MVA e rapporto trasformazione 150/30KV (5). Il trasformatore è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti sono realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovra pressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Le principali caratteristiche del trasformatore sono riportate successivamente. Tali specifiche sono da intendersi come caratteristiche tecniche di riferimento, macchine similari sono ammissibili purché di caratteristiche non peggiorative sotto il profilo del rendimento di potenza e del livello di isolamento.

Le caratteristiche principali del trasformatore di potenza AT sono le seguenti:

- Tipo di servizio continuo
- Temperatura ambiente 40°C
- Classe di isolamento A
- Metodo di raffreddamento ONAN/ONAF
- Tipo d'olio minerale Nynas Nytro 10XN
- Potenza nominale: 30MVA
- Tensioni nominali (a vuoto):  
AT 150kV  
MT 30kV
- Regolazione sotto carico su AT: +/-10 x 1.25%
- Collegamento fasi:  
avvolgimento AT stella  
avvolgimento MT triangolo  
Gruppo di collegamento YNd11
- Classe d'isolamento:  
AT 150kV  
MT 33kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min:  
AT 275kV  
MT 70kV
- Tensione di tenuta ad impulso con onda 1/50 micros:  
lato AT 650kV  
lato MT 170kV
- Sovratemperature ammesse:  
olio avvolgimenti 60/65°C
- Perdite a vuoto 29,5kW
- Perdite alla corrente nominale a 75 °C, 150/21 kV 155kW.

### 9.3 Scaricatori AT

Gli scaricatori AT previsti sono conformi alle prescrizioni e specifiche ENEL e sono realizzati nel rispetto delle norme IEC 60099-4 and ANSI/IEEE C62.11. Essi hanno le seguenti caratteristiche generali:

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

### 9.4 Carpenteria metallica per apparecchiature AT

Come strutture in carpenteria metallica, in acciaio zincato a caldo, sono previsti solo i colonnini di supporto degli scaricatori, posizionati tra ibrido e trafo.

Sempre in acciaio saranno le coperture di cunicoli, bulloneria, piastre e quant'altro necessario per la posa delle apparecchiature.

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



## 10 OPERE CIVILI

### 10.1 Area di stazione ed edificio elettrico

La stazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione di altezza di 2,5m realizzata con palizzata in cls prefabbricato.

La stazione di trasformazione sarà dotata di ingresso indipendente con cancello metallico. All'interno dell'area di stazione sarà realizzato un edificio elettrico, destinato ad alloggiare le apparecchiature di misura controllo e supervisione, nonché tutte le apparecchiature e quadri elettrici di bassa e media tensione; le dimensioni dell'edificio sono riportate negli elaborati grafici di progetto.

L'edificio sarà del tipo prefabbricato in cls opportunamente dimensionato. La copertura, adeguatamente impermeabilizzata e coibentata tramite: pannelli isolanti, guaina bituminosa. Internamente la copertura dovrà essere finita con intonaco a base cementizia. La faccia interna ed esterna delle pareti dovrà essere intonacata.

I serramenti, saranno di tipo antisfondamento. Tutte le griglie di aerazione dovranno essere provviste di rete antinsetto.

L'intero prefabbricato sarà appoggiato su vasche in cls prefabbricato, dove alloggeranno tutti i cavi di collegamento della SSE inoltre sarà realizzato un cunicolo per i cavi MT ed opportuni cavidotti per i collegamenti BT.

L'edificio sarà fornito di impianto di rilevazione incendi, di impianto elettrico FM e illuminazione e di impianti di condizionamento e antiratto.

### 10.2 Vie di transito e piazzale

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

- sottofondo in misto di cava dello spessore di 400 mm;
- base in misto stabilizzato dello spessore di 200 mm;
- strato di tout-venant bitumato debitamente rullato dello spessore di 70 mm (binder);
- tappetino d'usura debitamente rullato dello spessore di 30 mm;
- cordonata in elementi di cemento vibrocompressso;

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

## 11 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA

L'impianto di terra della centrale fotovoltaica sarà unico. Per la realizzazione dell'impianto di messa a terra dovrà essere prevista una corda di rame nuda sez. 50 mm<sup>2</sup> con diametro minimo del filo elementare di 1,8 mm da posare in terreno naturale in modo da garantire una buona aderenza del conduttore al terreno.

Particolare cura dovrà essere fatta alle giunzioni di tale corda che dovranno essere effettuate, per quanto possibile, in pozzetti ispezionabili e dovranno comunque assicurare una buona connessione elettrica, che risulti efficace nel tempo in relazione anche alle condizioni ambientali (umido, secco, ecc.). In particolare dovranno essere previste delle connessioni ai bicchieri di fondazione dei pilastri ed alle reti elettrosaldate dei pavimenti al fine di garantire una buona equipotenzialità ed una buona resistenza di terra.

Le principali caratteristiche costruttive sono così riassunte:

dispersore interrato in corda di rame nuda 50 mm<sup>2</sup> (diametro fili elementari di almeno 1,8 mm), attorno agli edifici e come anello perimetrale;

dispersori intenzionali costituiti da picchetti in acciaio massiccio rivestito di rame, diametro 18 mm, lunghezza 1500 mm;

All'impianto di terra così realizzato verranno infine allacciate con opportuni collegamenti equipotenziali tutte le strutture metalliche, tutte le masse e tutte le masse estranee, nonché l'eventuale recinzione metallica continua esterna, al fine di ridurre i pericoli dovuti a tensioni di contatto pericolose nella recinzione stessa.

## 12 SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

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

- pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in piazzale antierba inghiaiato con adeguate pendenze;
- pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in strade o piazzali asfaltati;
- tubazioni in PVC serie pesante di vari diametri in funzione delle superfici asservite;
- pozzi di smaltimento delle acque.

## 13 CAVIDOTTI

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

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

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

## 14 SERVIZI AUSILIARI E IMPIANTI SPECIALI

I servizi ausiliari (SA) saranno alimentati da uno scomparto della sezione MT di interfaccia con il campo agrivoltaico mediante trasformatore MT/BT e da un gruppo elettrogeno ( di seguito si riporta una descrizione più dettagliata). Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature che costituiscono i servizi ausiliari sono descritte nel seguito.

Il trasformatore MT/BT sarà ubicato in un ambiente segregato all'interno dell'edificio servizi.

Il trasformatore sarà del tipo a secco (isolato in resina epossidica) ed avrà potenza nominale 100 kVA e rapporto di trasformazione 30.000V/400V.

Sarà completo dei seguenti accessori: golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili, morsetti di messa a terra, targhe caratteristiche, protezione in materiale isolante per le morsettiere di cambio tensione, sistema di monitoraggio e protezione in temperatura.

### 14.1 Sistema alimentazioni di continuità

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

Il livello nominale di questa tensione sarà 110 Vcc e sarà fornita da un sistema composto da batteria e raddrizzatore carica batteria con le caratteristiche di massima indicate nel seguito. Le utenze alimentate da questa tensione dovranno essere idonee a sopportare le variazioni di tensione generate dalla dinamica del sistema (tipicamente -10% +15%). Nel caso di black-out totale le utenze privilegiate saranno alimentate da un gruppo elettrogeno (commutato automaticamente, con disinserzione delle utenze non essenziali per il funzionamento dell'impianto).

### 14.1.1 Batteria

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

### 14.1.2 Raddrizzatore carica batteria

Il raddrizzatore carica batteria sarà realizzato in conformità alle norme CEI 22-5, sarà alimentato a 400/230 Vca ed avrà un'uscita a 110 Vcc.

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

## 14.2 Quadri di distribuzione 400/230 Vca e 110 Vcc

Le alimentazioni delle utenze ausiliarie di stazione, sia in c.a. che in c.c., saranno fornite da due distinti pannelli di distribuzione raggruppati in un unico quadro.

Ogni alimentazione sarà protetta da un adeguato interruttore automatico di tipo magnetotermico.

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

## 14.3 Impianto d'illuminazione

L'impianto d'illuminazione esterno tipicamente realizzato con fari supportati da pali metallici zincati

sarà suddiviso in due circuiti separati: l'illuminazione di servizio e di lavoro.

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

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

L'impianto d'illuminazione dell'edificio elettrico sarà realizzato con plafoniere fluorescenti opportunamente posizionate nei vari ambienti.

Un circuito d'illuminazione d'emergenza costituito da plafoniere autoalimentate (complete di batterie tampone) garantirà l'illuminazione di sicurezza dei locali; tali plafoniere dovranno garantire un'autonomia di almeno un ora. Inoltre dovranno essere installate plafoniere per l'illuminazione di sicurezza aventi autonomia di almeno un ora complete d'indicazioni grafiche sulla direzione della via di fuga.

#### 14.4 Impianto antincendio

La stazione sarà dotata di un impianto rilevazione incendio che sarà installato all'interno dell'edificio servizi e sarà costituito dai seguenti componenti:

- rilevatori ottici di fumo installati a soffitto a cui è affidato la funzione di rilevare e comunicare con la centrale antincendio l'eventuale presenza di fumo all'interno dei locali;
- pulsanti manuali per l'azionamento dell'allarme incendio;

avvisatori ottico ed acustico per la segnalazione dell'allarme incendio all'interno dei locali;

- sirena esterna autoalimentata per la segnalazione ottica ed acustica dell'allarme incendio;
- centrale antincendio ad un LOOP per la gestione e il controllo dell'impianto;

La centrale con tutti gli accessori per il funzionamento dell'impianto sarà installata in apposito armadio. Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati grafici allegati alla presente.

#### 14.5 Impianto di condizionamento e ventilazione dei locali

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

Nella sala quadri BT è previsto un sistema split per il condizionamento dell'aria.

#### 14.6 Sistema di protezione, controllo e misura

L'impianto sarà fornito di un sistema di controllo e supervisione descritto nel seguito.

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

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

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

- Comando e controllo;
- protezione;
- misura;
- allarmi, monitoraggio e diagnostica;
- teleconduzione;
- metering;

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

della sezione MT.

### 14.6.1 Sistema di comando e controllo

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

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

Le apparecchiature necessarie a realizzare le funzioni di cui sopra saranno contenute in un quadro sul cui fronte sarà previsto un piccolo sinottico riprodotto lo schema elettrico della stazione. Sul quadro sarà previsto un manipolatore "locale" / "distante" tramite il quale tutti i comandi relativi all'impianto (sezioni AT e MT) saranno abilitati alla manovra o dallo stesso quadro (locale) o dal posto di teleconduzione della società (distante).

### 14.6.2 Sistema protezione

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

- 50/51T massima corrente trasformatore AT
- 59N massima tensione omopolare AT (attiva solo con sistema a neutro isolato)
- 59 massima tensione AT
- 27 minima tensione AT
- 87T differenziale trasformatore
- 81 minima e massima frequenza di rete
- 79/59 richiusura automatica dell'interruttore AT
- 97TR buchholz trasformatore AT/MT
- 26TR temperatura olio trasformatore AT/MT
- 99TR livello olio trasformatore AT/MT
- 26TRSC temperatura trasformatore servizi MT/BT

Il sistema di protezione dovrà essere in grado di realizzare:

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

### 14.6.3 Misura

Il sistema di misura dell'energia immessa in rete sarà realizzato secondo le prescrizioni contenute nelle regole tecniche di connessione del Gestore di Rete.

Le voltmetriche saranno derivate da TV esclusivo di tipo induttivo, mentre le amperometriche saranno derivate da un secondario esclusivo. Le voltmetriche e amperometriche saranno accentrate in un armadio di smistamento posto in prossimità del TV. Il contatore sarà ubicato all'interno dell'apposito locale misura e sarà cablato all'interno di un quadro in materiale termoplastico contenente anche la morsettiera di prova e il modem per la telemisura.

## 15 COLLAUDO

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali: corretto funzionamento dell'impianto agrivoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);

continuità elettrica e connessioni tra moduli;

messa a terra di masse e scaricatori;

isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

*condizione da verificare:  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / ISTC$ ;*

in cui:

-  $P_{cc}$  è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;

-  $P_{nom}$  è la potenza nominale del generatore;

-  $I$  è l'irraggiamento [ $W/m^2$ ] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;

- ISTC, pari a  $1000 W/m^2$ , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per  $I > 600 W/m^2$ .

*condizione da verificare:  $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$ .*

in cui:

-  $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $2\%$ .

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 W/m^2$ .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / ISTC$$

Ove:

-  $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

$$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  da:

$$P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- $\gamma$ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0,4÷0,5 %/°C).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40÷50°C, ma può arrivare a 60 °C per moduli in vetrocamera).
- $T_{amb}$ : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- $T_{cel}$ : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

## 16 NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO GENERALI

La normativa e le leggi di riferimento adoperate per la progettazione e l'installazione degli impianti fotovoltaici sono:

norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;

norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215

per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;

conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;

UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il campo FV;



UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;

la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

norma CEI 11-30 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);

legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;

deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

Decreto Ministeriale 19/02/2007;

Delibera n° 260/06;

Delibere 88/07, 89/07, 90/07;

Delibera n. 188/05 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas;

Decreto Ministeriale 28/07/2005 e successive modifiche ed integrazioni;

Decreto legislativo 29/12/2003 n. 387;

Decreto del Ministero Ambiente 16/03/2001;

Delibera n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (G.U. n. 19 del 24 gennaio 2001);

Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kWp;

Legge 5 Marzo 1990 n. 46 (G.U. n. 59 Serie generale del 12 marzo 1990).

**Norme per la sicurezza degli impianti.**

Legge 9 gennaio 1991 n. 9 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991);

Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991);

Decreto 19 luglio 1996 (G.U. n. 172 Serie generale del 24 luglio 1996).

### **Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dell'impianto**

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione- corrente;

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici -Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici -Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61000-3-2: Compatibilita' elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili;

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;

CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremita' dei conduttori designati eregole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici;

ENEL DV 606 -Marzo 1997 Pannello semplificato per la protezione di interfaccia monofase per autoproduttori.

ENEL DK 5940 Criteri di allacciamento di impianti di autoproduzione alla rete BT di distribuzione;

ENEL DK 5740 Criteri di allacciamento di tetti fotovoltaici alla rete MT di distribuzione Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

IEC 1646:Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules ñ Design qualification and type approval;

CEI 82-4 (EN 61173) Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per produzione di energia;

Guida CEI 82-8 (EN 61215) Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI 82-9 (EN 61727) Sistemi fotovoltaici (FV). Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;

CEI 22-7 (EN 60146-1-1) Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;

CEI 22-8 (EN 60146-1-3) Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-3: Trasformatori e reattori;

CEI 22-9 (EN 50091-2) UPS -Parte 2: Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC);

CEI 74-4 (EN 50091-1) UPS -Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza, che stabiliscono i requisiti nei confronti della sicurezza dei prodotti in bassa tensione in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE n. 73/23;

CEI 110-31 (EN 61000-3-2) del 4/1995, per i limiti delle armoniche in rete;

CEI 110-28 (EN 61000-3-3) del 10/1995, per le fluttuazioni di tensione;

CEI 110-1; CEI 110-6; CEI 110-8, per la compatibilità elettromagnetica e la limitazione delle emissioni in RF.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## 17 CONCLUSIONI

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica:

- QUADRO ELETTRICO GENERALE
- PERICOLO
- QUADRO ELETTRICO
- NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi della legge 37/08, articolo 1, lettera a;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.