Firmato digitalmente da
santo masilla
CN = masilla santo
C = IT

AGROFOTOVOLTAICO TRE TORRI AGRICOLTURA 4.0

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA, CON PANNELLI COLLOCATI IN ALTEZZA, DI POTENZA IN GENERAZIONE PARI A 26,8643 MW E POTENZA IMMESSA IN RETE PARI A 25,82 MW,
DENOMINATO "AFV TRETORRI AGRICOLTURA 4.0"

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di BRINDISI
COMUNI di SAN PANCRAZIO SALENTINO ed ERCHIE
opere connesse nel COMUNE DI ERCHIE (Br) contrada "Tre Torri"
Località ubicazione impianto AFV: Masseria Tre Torri - Erchie (Br)

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU 3A3A5H1

Tav.:	Titolo:	
R04	RELAZIONE TECNICA OPERE ELETTRICHE	
Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.d.	A4	3A3A5H1_RelazioneOpereElettriche_04

Progettazione:	Committente:
ENERWIND s.r.l. Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it MSC innovative solutions s.r.l.s. Via Milizia n.55 - 73100 LECCE (ITALY) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@pec.it Ing. Santo Masilla Responsabile progetto Ing. Fabio Calcarella	TRE TORRI ENERGIA s.r.l. Piazza del Grano n.3 - 39100 BOLZANO (BZ) p. iva 0305799214 - REA BZ 283988 tretorrienergia@legalmail.it SOCIETA' DEL GRUPPO FRI-EL GREEN POWER S.p.A. Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764 Email: Info@fri-el.it - P. IVA 01533770218

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Luglio 2022	Prima emissione	M.S.C. S.r.l.s.	Santo Masilla	Tre Torri Energia S.r.l.

Firmato digitalmente da CALCAREL LA FABIO C: IT

Sommario

1. Generalità 2
2. Caratteristiche dell'impianto e dell'area oggetto dell'intervento 2
2.1. Caratteristiche generali dell'impianto 2
2.2. Caratteristiche dell'area 2
2.3. Caratteristiche dei moduli fotovoltaici 3
3. Architettura elettrica dell'impianto 3
4. Gruppi di Conversione (Inverter) 7
5. Gruppi conversione / trasformazione (Shelter) 8
6. Cabine di Campo 9
7. Cabina di Smistamento (CdS) 12
8. Linea elettrica interrata MT 12
9. Rete di terra dell'Impianto e delle Cabine elettriche 13
10. Sottostazione Elettrica Utente 14
10.1. Quadro MT 17
10.2. Trasformatore MT/AT 17
10.3. Apparecchiature AT 18
10.4. Sbarre AT di condivisione 18
10.4.1. Sistema di condivisone stallo di consegna alla RTN 18
10.5. Rete di terra 19
10.6. Protezioni 19

1. Generalità

La presente relazione ha lo scopo di illustrare gli aspetti tecnici legati alla progettazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare), avente potenza nominale pari a 25,82MW e potenza installata pari a 26.864,32 kW, e di tutte le opere ad esso annesse, quali Cabine di Campo, Cabina di Smistamento, linea interrata MT a 30 kV per il collegamento alla Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV "di nuova costruzione, per l'immissione dell'energia nella Rete di Trasmissione Nazionale. In particolare si farà riferimento alle Opere Impiantistiche Elettriche.

2. Caratteristiche dell'impianto e dell'area oggetto dell'intervento

2.1. Caratteristiche generali dell'impianto

L'impianto, denominato "*TreTorri"* avrà una potenza nominale pari a 25,82 MW e potenza installata pari a 26.864,32 kW. Sarà costituito da 40.096 pannelli fotovoltaici (si ipotizza di poter utilizzare moduli fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza pari a 670 W con dimensioni pari a 2.384x1.303 mm) raggruppati in stringhe e montati su strutture metalliche ad inseguitori solari monoassiali "Tracker*"* aventi asse di rotazione perpendicolare all'asse Est-Ovest.

L'energia di ciascun sottocampo sarà convogliata (sempre tramite linee MT in cavo), nella Cabina di Smistamento (CdS) del tipo MT/MT.

Per quanto riguarda l'Area 2 Est dalla Cabina di Smistamento l'energia sarà trasportata, tramite linea in cavo MT a 30 kV (costituita da una terna di cavi Air-Bag da 500 mmq, di lunghezza pari a circa 2.730 m), nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di nuova costruzione.

Mentre per l'Area 1 Ovest l'energia sarà trasportata direttamente dalla cabina A alla SSE tramite una terna di cavi Air-Bag da 50 mmq di lunghezza pari a circa 167 m.

2.2. Caratteristiche dell'area

Il progetto dell'impianto fotovoltaico interessa due aree (Area 1 Ovest e Area 2 Est) ubicate a circa 3,1 km a Sud-Est dall'abitato di Erchie (BR), a circa 3,5 km a Sud-Ovest dall'abitato di San Pancrazio Salentino (BR) e a circa 5,0 km a Nord dall'abitato di Avetrana (TA). Il Cavidotto MT a 30 kV interesserà i Comuni di Erchie (BR) e San Pancrazio Salentino (BR) ed avrà una lunghezza complessiva di circa 2.730 m. La SSE Utente sarà ubicata in un sito adiacente all'Area 1 Ovest di impianto.

L'impianto avrà un'estensione di circa 29,83 ha.

Le caratteristiche dell'area di impianto sono riportate nelle tabelle seguenti:

Latitudine	Longitudine	Comune
40°23'59.39'' N	*17°45'24.34'' 'E*	*Area 1 Ovest - Erchie (BR)*
40°23'48.25'' N	*17°46'40.40'' E*	*Area 2 Est - San Pancrazio Sal.no (BR)*

Tabella A – Ubicazione geografica delle opere

Estensione (ha)	Potenza (MW)	Rapporto ha / MW	Ubicazione NCT
29,99	*26,86432*	*1,11*	*Foglio 37-39 (Erchie)* *Foglio 44 (San Pancrazio Sal. no)*

Tabella B – Estensione e Potenza installata

2.3. Caratteristiche dei moduli fotovoltaici

Considerando che le migliori tecnologie presenti sul mercato sono in continua e rapida evoluzione si ipotizza di poter utilizzare moduli fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza pari a 670 W con dimensioni pari a 2.384x1.303 mm. Tali caratteristiche potrebbero variare in base all'evoluzione della tecnologia.

I moduli fotovoltaici saranno installati sull'inseguitore, in file parallele orientate nel verso Nord-Sud, su due file con configurazione *landscape* (orizzontale rispetto l'asse di rotazione del tracker), con altezza massima minore di 4,2 m.

Il numero dei moduli posizionati su un inseguitore è variabile. Nell'impianto in progetto avremo inseguitori da 16, 24 e da 32 moduli.

Tracker	Pot. Mod. (W)	N° moduli	Pot. Tracker (kW)
Tracker 56mod	670	56	37,520

3. Architettura elettrica dell'impianto

Da un punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da stringhe. Una stringa sarà formata da 16 moduli collegati in serie, pertanto la tensione di stringa è data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coincide con la corrente del singolo modulo.

Nella tabella seguente si evidenziano il numero di stringhe contenute nei tracker a seconda della loro lunghezza.

	Pot. Modulo (W)	Numero moduli	N° di stringhe

Tracker 56moduli	**670**	**56**	**2**

L'energia prodotta dalle stringhe afferisce nei Quadri di Parallelo Stringhe, posizionati in campo in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli. L'energia raccolta in ciascuno di essi viene poi trasportata all'interno degli Shelter preassemblati in stabilimento dal fornitore, contenenti il gruppo conversione / trasformazione, dove afferirà a degli inverter centralizzati, uno per ogni Shelter. L'inverter sarà dotato di un dato numero di ingressi, con una massima tensione di ingresso pari a 1.500 V e range operativo 800/1.100 V. In ciascuningresso dell'inverter afferisce un quadro di parallelo stringhe.
L'inverter effettua la conversione della corrente continua in corrente alternata trifase, con frequenza di 50 Hz. È prevista l'installazione di:

- n° 2x10 Inverter centralizzati che avranno complessivamente una potenza apparente (Sinv) pari a circa 28 ÷ 30 MVA per la conversione della corrente proveniente dai Quadri di Parallelo Stringhe, da c.c. a c.a.

All'interno degli Shelter l'energia in c.a. subirà un innalzamento di tensione sino a 30 kV. In ciascuno Shelter sarà installato infatti un trasformatore MT/BT di taglia opportuna.
In uscita dagli Shelter, l'energia sarà trasportata verso la più vicina Cabina di Campo.
Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche principali dell'impianto. In particolare sono indicati:
indicati:

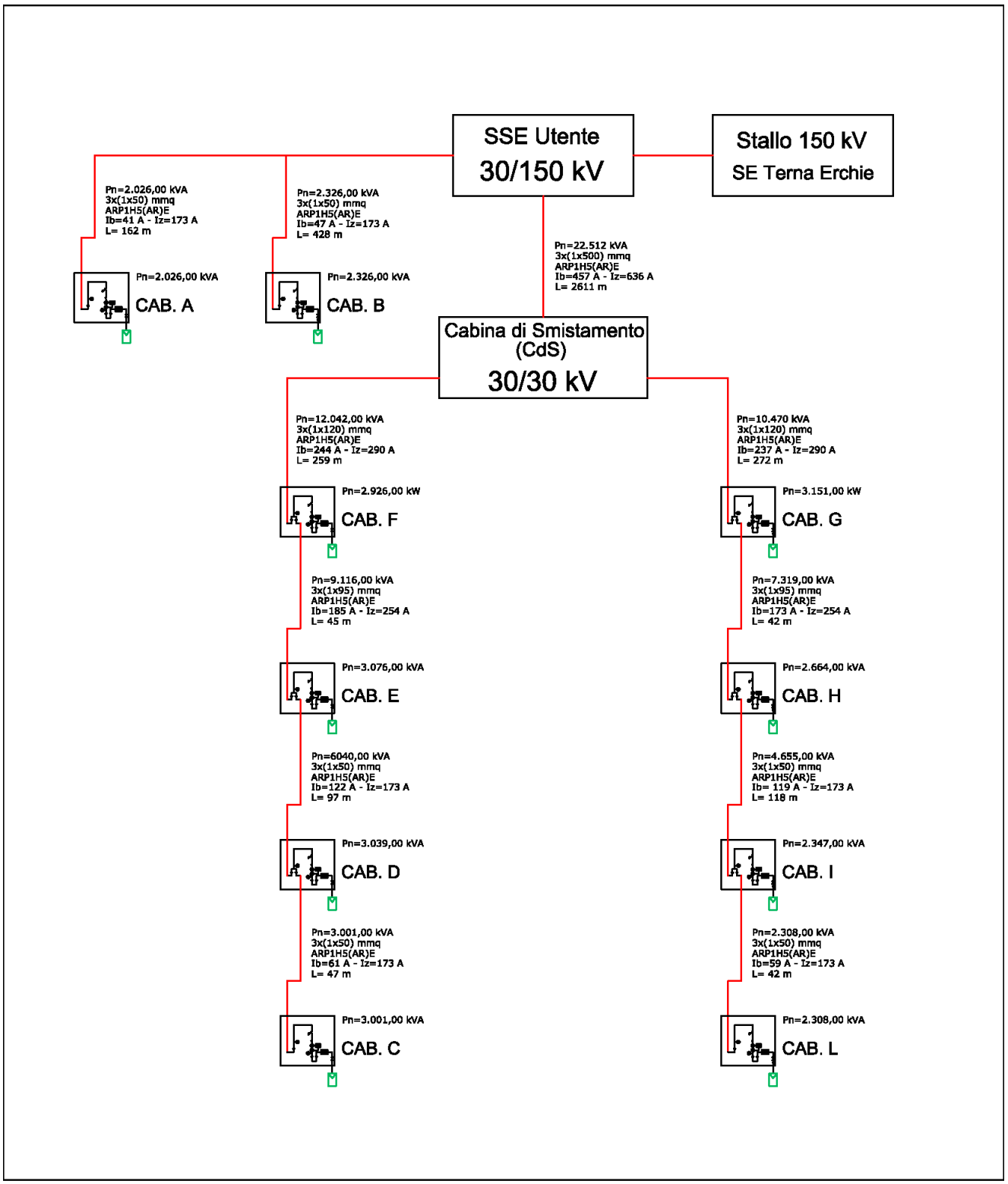
- numero di tracker da 56 moduli installati;
- numero di pannelli installati;
- potenza di picco installata.

Tracker Type	N°Strigs	N°Panels/Tracker	Tracker quantity	Totoal Strings	Panels	Radiant S.	Peak Power	P.nominale (kW)
Trck56	2	56	716	1.432	40.096	124.552,29	26.864,32	26.864,32

Principali caratteristiche impianto e potenza di picco installata

Si evince quindi che la potenza installata totale di picco dell'impianto sarà pari a 26.864,32 kW e la superficie radiante totale sarà pari a 124.552,29 mq.

Gruppi di Cabine di Campo, a loro volta, saranno elettricamente collegate in serie, secondo la classica configurazione "in entra–esce", tramite linee MT a 30 kV in cavo interrate. Si formeranno, così, i gruppi denominati sottocampi.



Schema a blocchi

L'energia di ciascun sottocampo sarà convogliata (sempre tramite linee MT in cavo), nella Cabina di Smistamento (CdS) del tipo MT/MT.

Per quanto riguarda l'Area 2 Est dalla Cabina di Smistamento l'energia sarà trasportata, tramite linea in cavo MT a 30 kV (costituita da una terna di cavi Air-Bag da 500 mmq, di lunghezza pari a circa 2.730 m), nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di nuova costruzione.
Mentre per l'Area 1 Ovest l'energia sarà trasportata direttamente dalla cabina A alla SSE tramite una terna di cavi Air-Bag da 50mmq e di lunghezza pari a circa 167 m.
Nella SSE avverrà un altro innalzamento di tensione da MT (30 kV) ad AT (150 kV) e quindi la consegna dell'energia prodotta.
La SSE Utente sarà collegata alla SE TERNA 150/380 kV "Erchie". Più precisamente, si prevede che la consegna avvenga in antenna tramite connessione in cavo all'attigua SE Terna "Erchie", su uno stallo della sezione 150 kV, condiviso con altro produttore. La condivisione dello stallo della SE Terna sarà reso possibile dalla realizzazione di un sistema di sbarre AT 150 kV a cui saranno collegato altri due produttori (Avetrana Energia S.r.l. e altro produttore). Il produttore Tre Torri Energia avrà lo stallo AT nell'ambito della stessa area di Avetrana Energia, mentre un altro produttore avrà a disposizione un'area dedicata, non facente parte del seguente progetto e iter autorizzativo. Ad ogni modo tutti e tre saranno collegati alle stesse sbarre AT.

In estrema sintesi, l'impianto di generazione è costituito da:

- **a.** 40.096 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 670 W;
- **b.** 1.432 stringhe, ciascuna costituita da 56 moduli da 670 W collegati in serie.
- **c.** N.10 gruppi di conversione costituiti ciascuno da:
  - 2 cabinati (Shelter) preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenti il gruppo conversione / trasformazione, ed in particolare gli Inverter Centralizzati che avranno complessivamente una potenza apparente (Sinv) pari a circa 28,6 ÷ 30 MVA per la conversione della corrente da c.c. a c.a. ed i trasformatori MT/BT per l'innalzamento di tensione a 30 kV. 10 Cabinati ricevono la corrente dai Quadri di Parallelo Stringhe;
  - 1 Cabine di Campo (CdC) contenenti i Quadri BT ed MT. Le CdC saranno collegate fra loro in entra-esce tramite linee MT in cavo interrato a 30 kV;

- **d.** Una Cabina di Smistamento, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico (e quindi dalle CdC). Dalla CdS, tramite una linea MT in cavo interrato, l'energia prodotta viene trasferita alla SSE Utente.

e. Una Stazione Elettrica Utente (di nuova costruzione ed oggetto del seguente progetto) in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV).

f. Gruppi di Misura (GdM) dell'energia prodotta, a loro volta costituiti dagli Apparecchi di Misura (AdM) e dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA). Particolare rilievo assumono, a tal proposito, il punto di installazione degli AdM, il punto e le modalità di prelievo di tensione e corrente dei relativi TA e TV, la classe di precisione dei singoli componenti del GdM.

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

h. Apparecchiature di protezione e controllo dell'intera rete MT e AT.

4. Gruppi di Conversione (Inverter)

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o inverter) attua il condizionamento e il controllo della potenza trasferita. Esso deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. In particolare il gruppo deve essere rispondente alle norme su EMC e alla Direttiva Bassa Tensione (73/23/CEE e successiva modifica 93/68/CEE).

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura devono essere compatibili con quelli del campo fotovoltaico cui è connesso, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete del distributore alla quale viene connesso. Il convertitore deve, preferibilmente, essere basato su inverter a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed essere in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico. Tra i dati di targa deve figurare la potenza nominale dell'inverter in c.c e in c.a, nonché quella massima erogabile continuativamente dal convertitore e il campo di temperatura ambiente alla quale tale potenza può essere erogata.

Tra i dati di targa dovrebbero figurare inoltre l'efficienza, la distorsione e il fattore di potenza. L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP65; questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche. Un'ultima nota riguarda le possibili interferenze prodotte. I convertitori per fotovoltaico sono, come tutti gli inverter, costruiti con

dispositivi a semiconduttore che commutano (si accendono e si spengono) ad alta frequenza (fino a 20kHz); durante queste commutazioni si generano dei transitori veloci di tensione che possono propagarsi ai circuiti elettrici ed alle apparecchiature vicine dando luogo ad interferenze. Le interferenze possono essere condotte (trasmesse dai collegamenti elettrici) o irradiate (trasmesse come onde elettromagnetiche).

Gli inverter devono essere dotati di marcatura CE, ciò vuol dire che si presume che rispettino le norme che limitano queste interferenze ai valori prescritti, senza necessariamente annullarle. Inoltre le verifiche di laboratorio sono eseguite in condizioni standard che non sono necessariamente ripetute sui luoghi di installazione, dove peraltro possono essere presenti dispositivi particolarmente sensibili.

Quindi, per ridurre al minimo le interferenze è bene evitare di installare il convertitore vicino a apparecchi sensibili e seguire le prescrizioni del costruttore, ponendo attenzione alla messa a terra dell'inverter e collegandolo il più a monte possibile nell'impianto dell'utente utilizzando cavidotti separati (sia per l'ingresso dal campo fotovoltaico che per l'uscita in ca).

Nel caso del progetto in esame è prevista l'installazione di cabinati preassemblati dal fornitore, dotati di fabbrica, al loro interno, di Inverter e Trasformatore MT/BT (gruppo conversione-trasformazione).

5. Gruppi conversione / trasformazione (Shelter)

Cabinati preassemblati dal fornitore, dotati di fabbrica al loro interno di Inverter e Trasformatore MT/BT (gruppo conversione-trasformazione), saranno installati in campo. In prossimità delle strutture di sostegno dei moduli saranno installati dei Quadri di Parallelo Stringhe, per la raccolta dell'energia prodotta in c.c. dai gruppi di moduli ed il convogliamento della stessa ai suddetti Shelter.

Ciascun gruppo di conversione / trasformazione è costituito da:

- un Inverter centralizzato la cui taglia effettiva sarà definita in fase esecutiva per la conversione della corrente proveniente dai Quadri di Parallelo Stringhe, da c.c. a c.a.;
- un trasformatore MT/BT per l'innalzamento di tensione a 30 kV di taglia idonea all'inverter centralizzato;

La corrente in uscita dal gruppo di conversione/trasformazione viene convogliata nella più vicina Cabina di Campo.

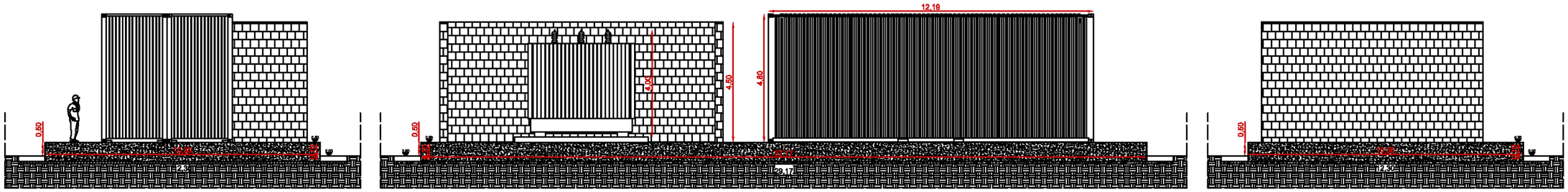
È prevista l'installazione di 12 cabinati prefabbricati contenenti i gruppi di conversione/trasformazione, di dimensioni (L x H x p) 12,19 x 4,88 x 4,8 m.

Esempio di Shelter

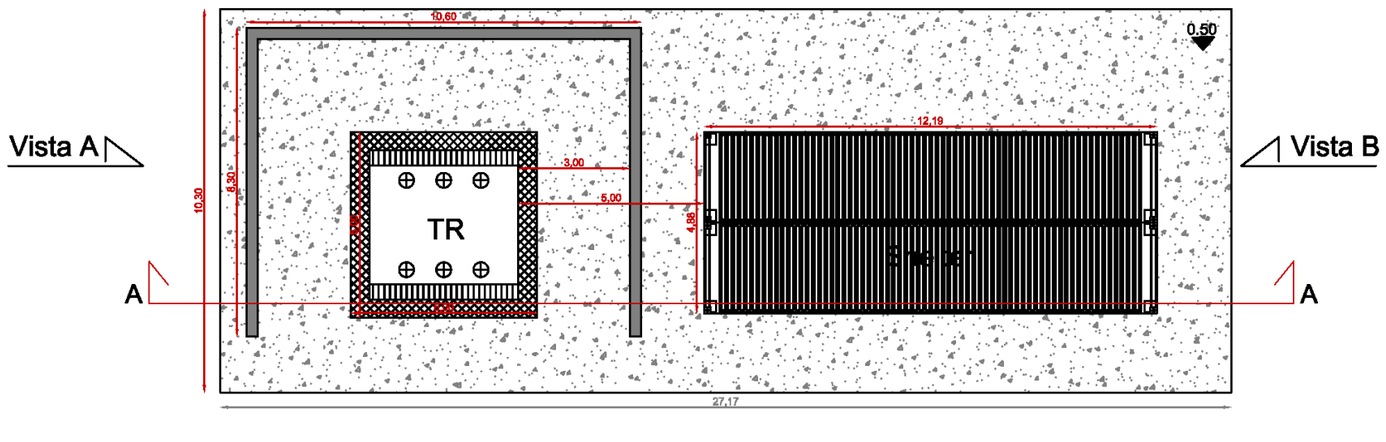
6. Cabine di Campo

In linea generale le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, degli inverter, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura.

Nel particolare caso oggetto della presente relazione, le Cabine di Campo saranno a struttura realizzata in opera contenente un secondo trasformatore BT/MT per elevare la tensione a 30kV.



Vista B | Sezione A-A | Vista A



Pianta

GRUPPO DI CONVERSIONE

In fase di progetto esecutivo si potrà optare a collocare il trasformatore in apposite cabine di campo come in figura.
La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 30 kV, guanti di protezione 30 kV, estintore ecc.). Il sostegno dei circuiti ausiliari dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi di continuità (UPS) installati in loco.

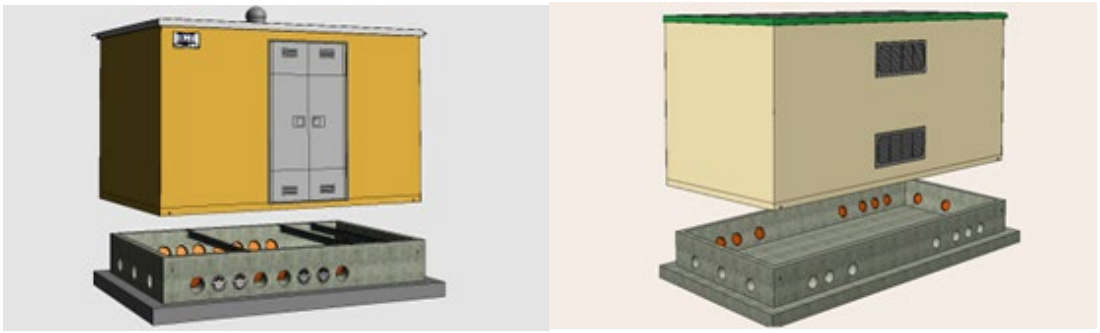


figura 7 – Tipico Cabina di Trasformazione prefabbricata monoblocco

In linea generale, il box viene realizzato ad elementi componibili (il che consente anche in fase esecutiva di modificare le dimensioni della Cabina prevista, semplicemente accoppiando altri elementi ma sempre rimanendo nella sagoma volumetrica del presente progetto) prefabbricati in cemento armato vibrato, materiale a bassa infiammabilità (come previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2 e CEI 17-63 al punto 5.5) e prodotto in modo tale da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali come indicato nelle tavole allegate.
Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box viene additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2.1.
Le dimensioni e le armature metalliche delle pareti sono sovrabbondanti rispetto a quelle occorrenti per la stabilità della struttura in opera, in quanto le sollecitazioni indotte nei vari elementi durante le diverse fasi di sollevamento e di posa in opera sono superiori a quelle che si generano durante l'esercizio.
Come appena detto, nelle cabine è prevista una fondazione prefabbricata in c.a.v. interrata, costituita da una o più vasche in c.a unite e di dimensioni uguali a quelle esterne del box e di altezza variabile da 60 cm fino a 100 cm a seconda della tipologia impiegata.

Per l'entrata e l'uscita dei cavi vengono predisposti nella parete della vasca dei fori a frattura prestabilita, idonei ad accogliere le tubazioni in PVC contenenti i cavi; gli stessi fori appositamente flangiati possono ospitare dei passa cavi a tenuta stagna; entrambe le soluzioni garantiscono comunque un grado di protezione contro le infiltrazioni anche in presenza di falde acquifere.
L'accesso alla vasca avviene tramite una botola ricavata nel pavimento interno del box; sotto le apparecchiature vengono predisposti nel pavimento dei fori per permettere il cablaggio delle stesse.
Come già detto, il posizionamento delle Cabine di Campo e della Cabina di Smistamento prevede la realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 65 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina. Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno secondo quanto previsto dalle specifiche Enel DG10061 ed. V, che a sua volta sarà collegato all'anello perimetrale di terra dell'impianto.
Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica.

All'interno delle cabine di campo confluisce l'energia proveniente dai gruppi di conversione/trasformazione.

Nel particolare caso del presente progetto è prevista l'installazione di 10 Gruppi di conversione con Cabine di Campo e shelter di dimensioni pari a (L, H, p) 10,30 x 27,17 x 4,80 m.

7. Cabina di Smistamento (CdS)

La Cabina di Smistamento raccoglie l'energia prodotta dai sottocampi dell'impianto (già convogliata all'interno delle Cabine di Campo).
La CdS consta essenzialmente di un Quadro MT, costituito dagli interruttori delle linee MT in arrivo dai sottocampi MT ed i sezionatori delle due linee MT in parallelo in partenza verso la SSE. Nello stesso quadro è contenuto un sezionatore MT di protezione del trasformatore ausiliari di cabina (trafo 50 kVA Dyn11).
La CdS avrà dimensioni pari a (L, H, p) 10,00 x 3,00 x 3,00 m.

8. Linea elettrica interrata MT

La linea interrata MT a 30 kV sarà realizzata per connettere l'impianto alla Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV, di nuova costruzione in prossimità della SE TERNA 150/380 kV

"*Erchie*". Il cavidotto sarà realizzato, per quanto possibile, al lato di strade esistenti, cercando di invadere il meno possibile i terreni privati.
Per quanto riguarda l'Area 2 Est dalla Cabina di Smistamento l'energia sarà trasportata, tramite linea in cavo MT a 30 kV (costituita da una terna di cavi Air-Bag da 500 mmq, di lunghezza pari a circa 2.730 m), nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di nuova costruzione.
Mentre per l'Area 1 Ovest l'energia sarà trasportata direttamente dalla cabina A alla SSE tramite una terna di cavi Air-Bag da 50mmq e di lunghezza pari a circa 167 m.

9. Rete di terra dell'Impianto e delle Cabine elettriche

L'impianto di terra del campo fotovoltaico sarà costituito da:

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

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

La realizzazione dell'impianto di terra dei fabbricati Cabine di Campo e Cabina di Smistamento consisterà nelle seguenti attività:

- Installazione di collettori di terra in piatto di rame 60x6 mm sulle pareti;
- Esecuzione delle derivazioni di messa a terra delle masse metalliche fisse verso i collettori, con piatto di rame 40x3 mm;
- Connessioni di continuità elettrica delle carpenterie mobili, con conduttori flessibili di sezione:
    - 50 mmq per la messa a terra dei pannelli mobili (ante di celle ed armadi);
    - 70 mmq per la messa a terra delle parti mobili tipo aste di manovra.
- Posa e collegamento, con doppio cavo in rame da 70mmq, alla rete di terra del fabbricato che sarà, a sua volta, così costituita:

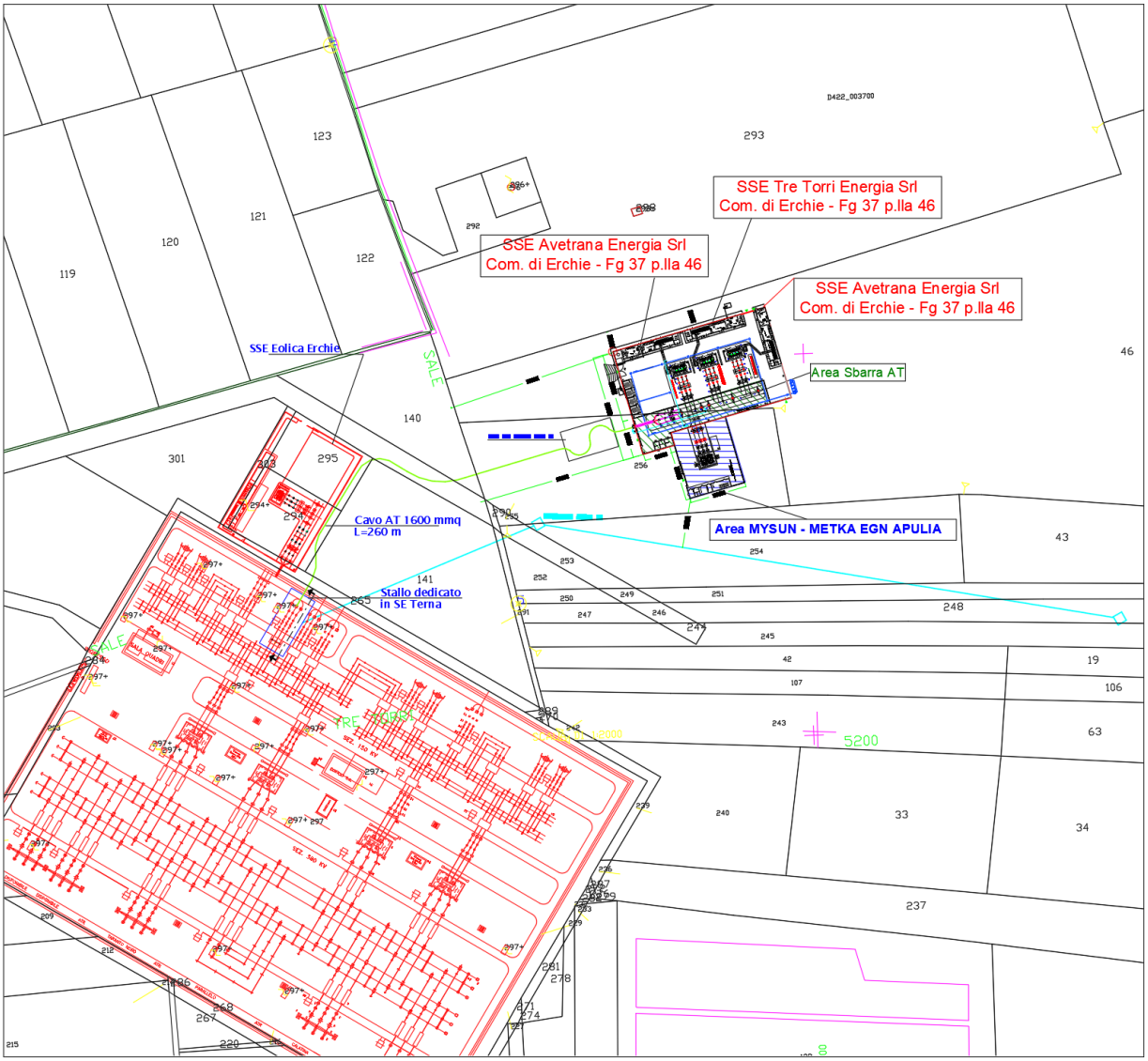
- anello perimetrale di forma rettangolare in corda di rame nudo di sezione 50 mmq a 7 fili elementari posata a quota -0,65 m, con sviluppo totale L_P del conduttore perimetrale pari a:
  L_P = 110 m
- n. 4 dispersori puntuali a picchetto in profilato di acciaio, di lunghezza pari a 1,5 m, posizionati in prossimità dei vertici dell'anello. In alternativa potranno essere utilizzati n. 4 dispersori a piastra in acciaio zincato di lato pari a 0,6 m.

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

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

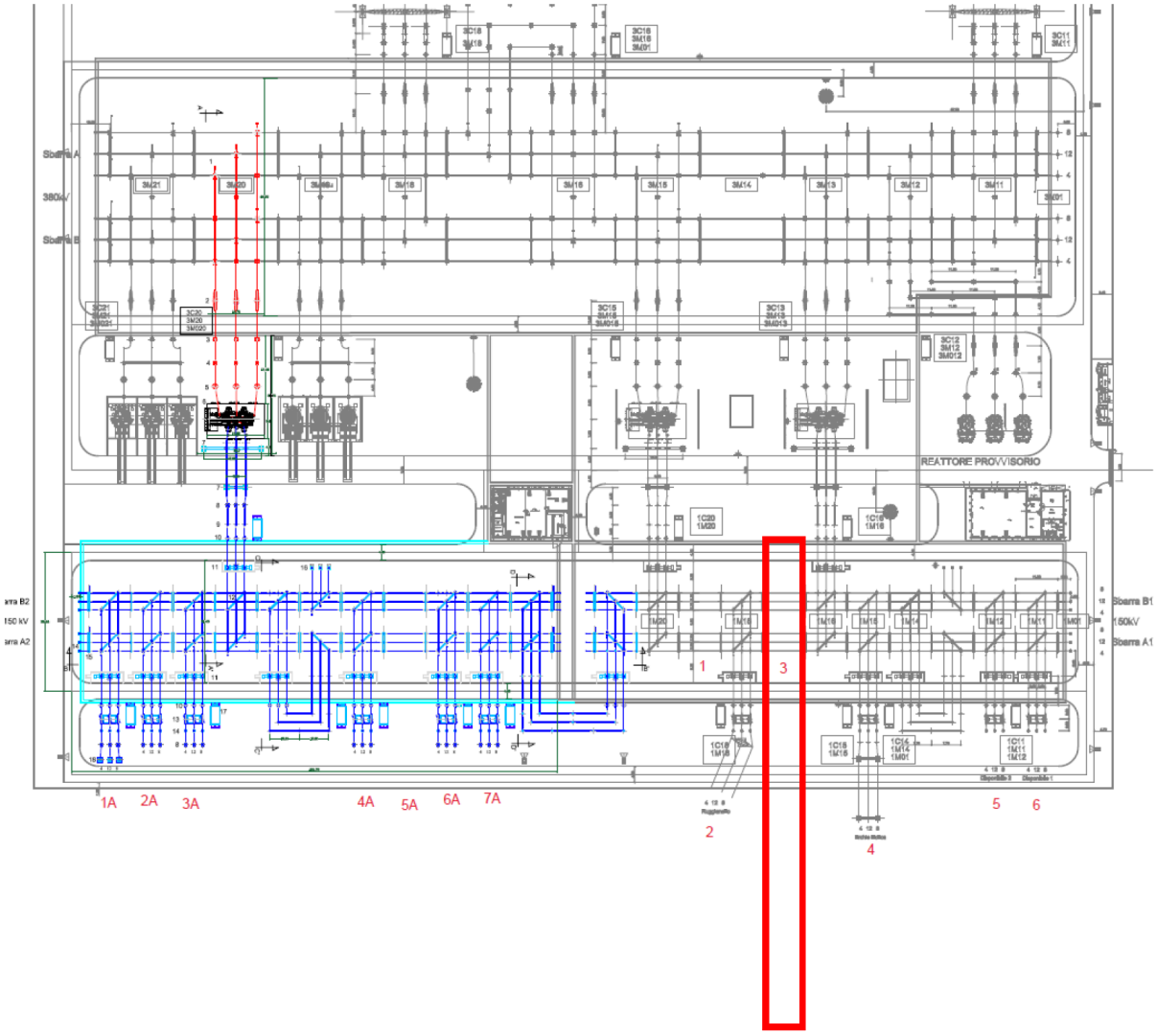
10. Sottostazione Elettrica Utente

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico viene raccolta nella CdS e convogliata verso la Sottostazione Elettrica Utente (tramite linea interrata MT a 30 kV), dove è effettuata la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna dell'energia. La posizione della SSE dipenderà dalla soluzione tecnica di connessione definita da TERNA. Ad ogni modo, la SSE sarà realizzata in prossimità del punto di connessione, con collegamento alla RTN in cavo. Si prevede che la consegna avvenga in antenna tramite connessione in cavo all'attigua SE Terna "*Erchie*", su uno stallo della sezione 150 kV, condiviso con altro produttore, **stallo n.3 assegnato da TERNA.** La condivisione dello stallo della SE Terna sarà reso possibile dalla realizzazione di un sistema di sbarre AT 150 kV a cui saranno collegato altri due produttori (Avetrana Energia S.r.l. e altro produttore) come indicato in figura:



Ubicazione cabina utente

Il produttore Tre Torri Energia avrà lo stallo AT nell'ambito della stessa area di Avetrana Energia, mentre un altro produttore avrà a disposizione un'area dedicata, non facente parte del seguente progetto e iter autorizzativo. Ad ogni modo tutti e tre saranno collegati alle stesse sbarre AT.



Ubicazione stallo TERNA sbarre a 150kV

Si prevede che la SSE occupi complessivamente una superficie di 3.590 mq circa, per l'installazione del trasformatore, dello stallo AT e dell'edificio locali tecnici.

L'area sarà recintata perimetralmente con recinzione realizzata con moduli in cls prefabbricati "a pettine" di altezza pari a 2,5 m circa. L'area sarà dotata di ingresso carrabile e pedonale.

I componenti elettrici principali della SSE Utente sono:

- il quadro MT
- il trasformatore MT/AT – 30/150 kV
- le apparecchiature AT di protezione e controllo.

10.1. Quadro MT

Sarà installato in apposito locale nell'ambito del edificio facente parte della SSE Utente, si compone di:

- interruttore Linea 1 – dalla CdS (impianto fotovoltaico);
- interruttore Linea 2 – dalla Cabina di Campo A (impianto fotovoltaico);
- protezione trasformatore ausiliari;
- interruttore generale;
- sezionatore;
- arrivo linea da trasformatore MT/AT (150/30 kV);
- scomparto misure/ TV sbarra.

Si tratta di un quadro MT 36 kV di tipo protetto (più una risalita sbarre). Per quanto riguarda il trasformatore dei Servizi Ausiliari (SA) è prevista l'installazione un trasformatore da 100 kVA.
Il quadro sarà in esecuzione da interno, di tipo protetto, realizzato in lamiera d'acciaio con spessore minimo 2 mm, saldata, ripiegata e rinforzata opportunamente, sarà completo di sbarre principali e di derivazione dimensionate secondo i carichi e le correnti di corto circuito.
Ciascuno scomparto sarà composto dalle seguenti celle segregate tra loro:

- cella interruttore MT, allacciamento cavi e sezionatore di terra con porta esterna di accesso cernierata;
- cella sbarre omnibus (comune per tutto il quadro);
- cella per circuiti ausiliari BT con porta esterna di accesso cernierata.

Nei quadri saranno inseriti tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre, che possano compromettere l'efficienza delle apparecchiature e la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.
A valle del trasformatore ausiliari sarà installato un quadro BT utilizzato per l'alimentazione di tutte le utenze BT della SSE Utente.

10.2. Trasformatore MT/AT

Per la trasformazione di tensione 30/150 kV sarà utilizzato un trasformatore trifase con avvolgimenti immersi in olio, da esterno, di potenza nominale pari a 30 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), con neutro ad isolamento pieno verso terra, gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra, ma comunque accessibile e predisposto al collegamento futuro se necessario e/o richiesto.

10.3. Apparecchiature AT

Le apparecchiature AT, dello stallo utente, saranno collegate tra di loro tramite conduttori rigidi o flessibili in alluminio.

A partire dal trasformatore, la disposizione elettromeccanica delle apparecchiature AT sarà la seguente:

1. Scaricatori di sovratensione tensione – n. 3
2. Trasformatori di corrente in SF6 (TA di misura e protezione) – n. 3
3. Interruttore tripolare in SF6
4. Trasformatori di tensione induttivi (TVI) – n. 3
5. Sezionatore a doppia apertura con lame di terra
6. Colonnino per sostegno cavi AT – n. 3

Dai sostegni a colonnino si arriva alla sezione con sbarre a 150 per la condivisione dello stallo di consegna alla RTN, con altri produttori. Da questa poi partirà la linea in cavo interrato a 150 kV, che si attesterà nel nodo della RTN su cui avverrà la connessione.

Per tutte le apparecchiature AT saranno considerati i seguenti dati di progetto:

Condizioni ambientali

Tipo di installazione	Esterna 2
Zona sismica	ZONA 4
Elevazione del sito	< 1000 m.s.l.
Massima temperatura ambiente di progetto	40°C
Minima temperatura ambiente di progetto	-10°C
Umidità relativa progettuale di riferimento	max 95 %, media 90 %
Grado di inquinamento	Atmosfera non polluta

10.4. Sbarre AT di condivisione

Come già detto il collegamento al nodo della RTN avverrà tramite un cavo AT interrato, che si attesterà da una parte allo stallo dedicato AT 150 kV della SE TERNA di Erchie, dall'altro su un sistema di sbarre AT a 150 kV, condiviso con altri produttori

10.4.1. Sistema di condivisone stallo di consegna alla RTN

Il sistema di condivisione dello stallo di consegna alla RTN assegnato da TERNA a valle dello stallo Utente, sarà costituito dai seguenti componenti:

- Sbarre AT a 150 kV. Saranno perpendicolari allo stallo AT utente in modo da poter permettere la connessione di altri utenti in AT.

Le sbarre saranno segregate in un area con accesso indipendente, completamente recintata (recinzione con elementi prefabbricati a pettine) e separata dalla SSE utente;

- Sezionatore tripolare;
- Trasformatore di tensione (TV-C);
- Trasformatore di corrente (TA);
- Interruttore tripolare;
- Trasformatore di tensione (TV-C);
- Sezionatore tripolare con lame di terra;
- Colonnino per arrivo cavi AT e vasca porta cavi.
  Da quest'ultima partirà il cavo AT per l'immissione in nella RTN in corrispondenza dello stallo di consegna TERNA.

10.5. Rete di terra

La rete di terra della SSE utente sarà estesa a tutta l'area recintata e all'area delle sbarre AT per la condivisione. L'impianto sarà costituito essenzialmente da una maglia realizzata con corda di rame nuda di sezione 50/63mmq, posta ad intimo contatto con il terreno ad una profondità di circa 80 cm dal piano campagna. Le maglie saranno quadrate, regolari e il dimensionamento del lato della maglia dipenderà dalla corrente di guasto a terra che sarà comunicata da TERNA prima della realizzazione dell'impianto e sarà tale da limitare le tensioni di passo e contatto a valori non pericolosi così come previsto dalla Norma CEI 11-1. La maglia sarà infittita in corrispondenza delle apparecchiature AT ed in generale nei punti con maggiore gradiente di potenziale. Inoltre, la maglia sarà collegata ai ferri di armatura dei plinti di fondazione delle apparecchiature e del locale tecnico in più punti. Il collegamento ai ferri dei plinti è consentito dalla norma e non provoca alcun tipo di danno (corrosione) ai ferri di armatura stessi. Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame (sezione tipica 125 mmq). Prima dell'installazione dell'impianto di terra sarà effettuata una misura della resistività del terreno e, una volta realizzata la rete di terra, sarà effettuata una misura di verifica per testare una eventuale necessità di irrobustimento della rete di terra stessa con l'adozione di accorgimenti specifici (picchetti aggiuntivi, aumento della magliatura).

10.6. Protezioni

Come previsto dal Codice di Rete pubblicato 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.

Il coordinamento e la definizione delle tarature delle protezioni sarà definita di concerto con TERNA. 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 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.