

REGIONE SICILIANA

Provincia di Agrigento
Comune di FAVARA

PROGETTO:

IMPIANTO AGRI-VOLTAICO "FAVARA 2"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA PARI A
65,10 MWp nel comune di FAVARA (AG)
denominato "FAVARA 2"



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



11PIU' ENERGIA SRL

Via Aldo Moro, 28 - 25043 Breno (BS)

P.I. 04309300988 - PEC: 11piuenergia@pec.it

PROGETTAZIONE



PROTECNA s.r.l.

via XX Settembre, 25

00062 Bracciano (RM)

PEC: protecnasrl@pec.it

I Tecnici

Dott. Ing. Paolo Lo Biundo

Dott. Ing. Francesco Mollame

ELABORATO

Relazione tecnica Sottostazione Elettrica di Utente (SSE)

CODICE	SCALA	FORMATO	CODIFICA INTERNA
R.30	-	A4	R.30_11PN2022PDRrti030R0

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	28/12/2022	PRIMA EMISSIONE	PL	FM	AL

INDICE

1	Premessa.....	4
2	Normativa di riferimento.....	4
3	Definizioni	6
4	Generalità.....	6
5	Condizioni ambientali di riferimento	6
6	Principali riferimenti normativi e di legge	6
6.1	Attività sismica	6
6.2	Rumore.....	6
6.3	Effetto corona e compatibilità elettromagnetica.....	6
6.4	Campi elettrici e magnetici, radiofrequenze.....	6
7	Calcolo impianti AT	6
7.1	Dimensionamento elettrico.....	7
7.2	Calcolo delle cadute di tensione.....	7
7.3	Calcolo delle portate.....	8
7.3.1	Dati tecnici del cavo utilizzato	8
7.3.2	Temperatura del terreno.....	10
7.3.3	Numero di terne per cavo.....	10
7.3.4	Posa direttamente interrata	10
7.3.5	Profondità di posa.....	10
7.3.6	Tabulati di calcolo	11
8	Condizioni generali di connessione alla rete	11
9	Limiti di funzionamento della centrale fotovoltaica	12
10	Criteri di protezione e taratura della centrale fotovoltaica.....	12
10.1	Protezioni contro i guasti esterni.....	13
11	Criteri di coordinamento dell'isolamento.....	13
12	Livelli di corto circuito e correnti di guasto a terra.....	13
13	Correnti termiche nominali	14
14	Caratteristiche delle apparecchiature e componenti	14
14.1	Collegamenti di stallo	14
15	Impianto di terra	14
16	Edifici ed Opere Civili.....	15
16.1	Sala controllo locale.....	16
16.2	Teleconduzione e automazione di impianto	16
16.3	Telecontrollo	16
17	Disposizione elettromeccanica.....	17

18	Tipologia di stallo.....	19
18.1	Interruttori a tensione nominale 150 kV.....	20
18.2	Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra.....	21
18.3	Sezionatori verticali a tensione nominale 150 kV.....	0
18.4	Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 150 kV.....	0
18.5	Trasformatore di corrente a tensione nominale di 150 kV.....	1
18.6	Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV.....	2
18.7	Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150 kV.....	3
18.8	Scaricatori per tensione nominale a 150 kV.....	4
19	Caratteristiche particolari della stazione MT/AT di utenza.....	4
19.1	Consistenza delle apparecchiature.....	4
20	Costruttori di possibile scelta.....	5
21	Sistema di protezione comando e controllo.....	6
21.1	Sistema SCADA locale.....	6
21.2	RTU per telecontrollo TERNA.....	6
22	Componenti e apparecchiature a completamento AT.....	6
23	Cavi di Collegamento.....	7
23.1	Cavi MT.....	7
23.2	Cavi BT.....	7
24	Rete di terra secondaria.....	7
25	Impianti tecnologici.....	7
26	Protezione nella stazione utente.....	9
27	Apparecchiatura di misura dell'energia.....	13
28	Trasformatore AT/MT.....	13
29	Impianto di terra e di equipotenzializzazione.....	14
30	Movimenti di terra.....	15
31	Varie.....	15
32	Valutazione di impatto elettromagnetico.....	15
32.1	Premessa.....	15
32.2	Metodologia.....	16
32.3	Inquadramento normativo.....	16
32.4	Inquadramento dell'area.....	19
33	Inquadramento elettromagnetico.....	19
33.1	Espressioni di calcolo (CEI 211-4/1996 e 211-10/2002). Grandezze fisiche, simboli e unità di misura	19
33.2	Locale Quadri MT.....	21
33.3	Quadro Servizi Ausiliari 400 V.....	21
34	Conclusioni.....	22

1 **Premessa**

Il documento ha lo scopo di fornire una generale descrizione tecnica del progetto di realizzazione di un impianto di generazione elettrica innovativo con l'utilizzo di fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 65,10 MW da installare al suolo a mezzo sostegni metallici nel comune di Favara (AG) in C.da Scintilia.

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete AT di TERNA collegata a 150 kV della SE Terna di Favara 150/220 kV.

2 **Normativa di riferimento**

Tutte le opere, se non diversamente specificato nel presente documento, dovranno essere realizzate in osservanza delle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore. Si riporta nel seguito un elenco (non limitativo) delle principali norme di riferimento.

- **CEI 64-8:** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V 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 82-25:** "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione"
- **CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** "Compatibilità 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 60439 (CEI 17-13):** "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)"
- **CEI EN 60529 (CEI 70-1):** "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)"
- **CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** "Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata"
- **CEI EN 62305 (CEI 81-10):** "Protezione contro i fulmini"
- **CEI 13-4:** "Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica"
- **CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)"
- **CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)"
- **Norma CEI EN 62271-100:** Interruttori a corrente alternata ad alta tensione
- **Norma CEI EN 62271-102:** Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione
- **Norma CEI EN 61009-1** Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
- **Norma CEI EN 60898-1:** Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- **Norma CEI 33-2:** Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
- **Norma CEI 36-12:** Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
- **Norma CEI EN 60044-1:** Trasformatori di corrente

- **Norma CEI EN 60044-2:** Trasformatori di tensione induttivi
- **Norma CEI EN 60044-5:** Trasformatori di tensione capacitivi
- **Norma CEI 57-2:** Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- **Norma CEI 57-3:** Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- **Norma CEI EN 60076-1:** Trasformatori di potenza
- **Norma CEI EN 60137:** Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV
- **Norma CEI EN 60099-4:** Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata
- **Norma CEI EN 60099-5:** Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione
- **Norma CEI EN 60507:** Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata
- **Norma CEI EN 60694:** Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- **Norma CEI EN 60529:** Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- **Norma CEI EN 60168:** Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V
- **Norma CEI EN 60383-1:** Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata
- **Norma CEI EN 60383-2:** Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata
- **Norme CEI EN 61284:** Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria
- **Norma CEI EN 61000-6-2:** Immunità per gli ambienti industriali
- **Norma CEI EN 61000-6-4:** Emissione per gli ambienti industriali
- **Doc. INSIX1016:** Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT
- **Doc. DRRPX04042:** Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV
- **Doc. DRRPX02003:** Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV
- **Doc. DRRPX03048:** Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV.
- **DPR 547/55:** "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro"
- **D. Lgs. 81/08:** "Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro"
- **Legge 37/08:** "Norme per la sicurezza degli impianti"
- **DPR 447/91:** "Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990 in materia di sicurezza degli impianti"
- **ENEL DK5600 ed. V Giugno 2006:** "Criteri di allacciamento di clienti alla rete mt della distribuzione"
- **DK 5740 Ed. 2.1 Maggio 2007:** "Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di enel distribuzione"

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, vanno comunque applicate.

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

- alle prescrizione di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizione ed indicazioni delle Società Distributrice di energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)

Le opere e installazioni saranno eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito.

3 *Definizioni*

Si applicano le definizioni indicate al par. 2 della Norma CEI 11-1. Per le apparecchiature, componenti e macchinario di stazione valgono ulteriormente le definizioni delle corrispondenti Norme CEI, CEI EN ed UNI di riferimento.

4 *Generalità*

L'impianto in oggetto, ove non diversamente specificato nel presente documento, dovrà essere realizzato conformemente alla Norma CEI 11-1.

L'impianto non potrà essere realizzato su diversi livelli e/o terrazzamenti. Qualora vincoli insormontabili (legati alla corografia del sito) impediscano l'esecuzione dell'impianto su un unico livello, la soluzione impiantistica dovrà essere preventivamente studiata e concordata con TERNA.

L'Impianto di Utente comprende tutta la restante parte di impianto a valle della cabina di ricezione, dove sarà installato il quadro elettrico generale di media tensione.

5 *Condizioni ambientali di riferimento*

Il par. 3.3 della Norma CEI 11-1 suggerisce alcune gamme di valori inerenti le condizioni ambientali. Si precisa, in proposito, che la temperatura ambiente minima per l'esterno dovrà essere pari a -25°C. Tuttavia, la scelta dei parametri di riferimento dovrà tenere conto delle reali condizioni climatiche ed ambientali del sito di installazione, pertanto i documenti a cui attenersi per una classificazione più dettagliata sono la Norma CEI EN 60721-3-4 per le installazioni all'esterno e la Norma CEI EN 60721-3-3 per le installazioni all'interno.

6 *Principali riferimenti normativi e di legge*

6.1 *Attività sismica*

Le prove sismiche, le modalità di prova, la scelta delle assegnate severità dei componenti e del macchinario di stazione devono essere rispondenti alla Norma CEI EN 60068-3-3 "Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida- Metodi di prova sismica per apparecchiature".

6.2 *Rumore*

In merito alla emissione di rumore, vanno rispettati i limiti più severi tra quelli riportati al DPCM del 1 marzo 1991, al DPCM del 14.11.1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (legge n.447 del 26/10/1995).

6.3 *Effetto corona e compatibilità elettromagnetica*

Si applicano il par. 3.1.6. ed il par. 8.5 della Norma CEI 11-1, nonché gli ulteriori suggerimenti illustrati all'art. 13.6 della Guida CEI 11-37.

6.4 *Campi elettrici e magnetici, radiofrequenze*

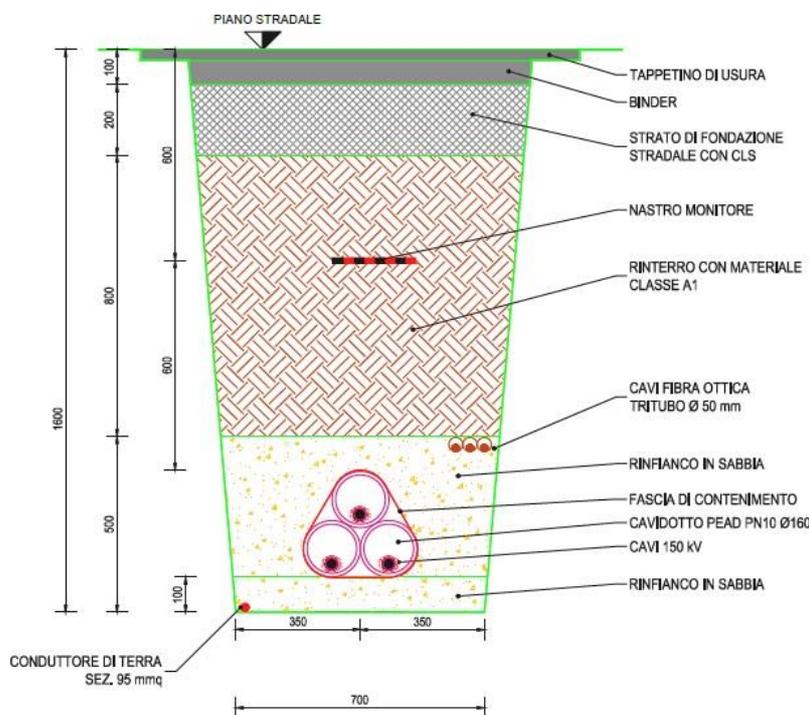
Devono essere rispettati i limiti di campo magnetico ed elettrico indicati dal DPCM del 8/07/03 e successive modifiche ed integrazioni.

7 *Calcolo impianti AT*

Il presente progetto non prevede un collegamento diretto fra la sottostazione elettrica di utente e la stazione Terna.

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 150 kV, in formazione 3x1x400 mm², posati ad una profondità minima di 1,50 m.

Il tracciato dell'elettrodotto ricade in parte all'interno delle viabilità di accesso alla stazione elettrica, e in parte su viabilità pubblica esistente, per la quale verrà inoltrata apposita istanza di concessione per la posa e l'esercizio degli elettrodotti.



Il collegamento con il punto di immissione nella RTN presso la SE Terna non saranno oggetto della presente relazione.

7.1 Dimensionamento elettrico

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17):

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

7.2 Calcolo delle cadute di tensione

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

Dove

P: potenza transitante;

Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;

R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;

X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;

V: tensione di esercizio del cavo (150kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

con

R: resistenza longitudinale del cavo;

I: corrente transitante.

7.3 Calcolo delle portate

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

I_z = portata effettiva del cavo

I₀ = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

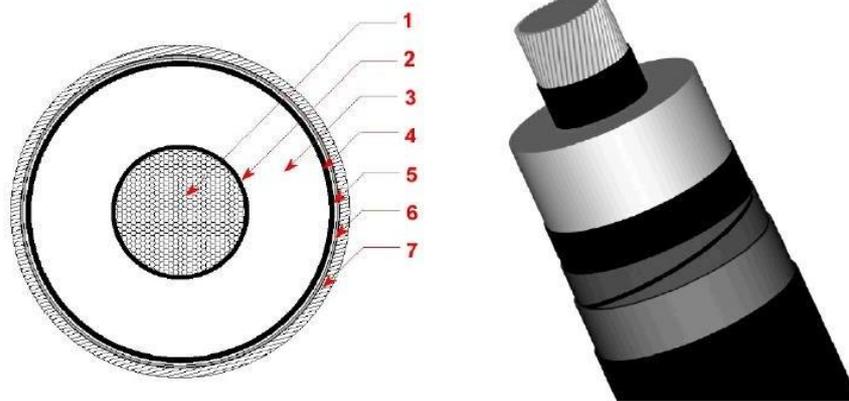
K2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

7.3.1 Dati tecnici del cavo utilizzato

I cavi di cui si farà uso saranno del tipo unipolari, con conduttori in alluminio compatto, di sezione indicativa pari a circa 400mm² tamponato(1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietilene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata(6), rivestimento in polietilene con grafitatura esterna (7).



1	Conduttore compatto di Alluminio
2	Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3	Isolante
4	Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5	Barriera igroscopica
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna termoplastica

Sezioni del cavo utilizzato

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche estratte dal datasheet del produttore.

CARATTERISTICHE

Caratteristiche di costruzione	
Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio corrugato termosaldato
Caratteristiche dimensionali	
Diametro del conduttore	23,3 mm
Sezione del conduttore	400 mm ²
Spessore del semi-conduttore interno	1,5 mm
Spessore medio dell'isolante	20,7 mm
Spessore del semi-conduttore esterno	1,3 mm
Spessore guaina metallica, approx	1,9 mm
Spessore guaina	3,9 mm
Diametro esterno nom.	95,0 mm
Sezione schermo	470 mm ²
Peso approssimativo	7 kg/km
Caratteristiche elettriche	
Max tensione di funzionamento	170 kV
Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	In presenza di corrente
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	485 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	420 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa a trifoglio	635 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa a trifoglio	505 A
Messa a terra degli schermi - posa in piano	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano	550 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	475 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa in piano	725 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa in piano	585 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,078 Ohm/km
Capacità nominale	0,15 µF / km
Corrente ammissibile di corto circuito	50 kA
Tensione operativa	150 kV

Dati principali del cavo (datasheet produttore)

7.3.2 Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

7.3.3 Numero di terne per cavo

Il progetto prevede la posa di una sola terna di cavi lungo il tracciato. Pertanto, si assumerà il coefficiente K2 pari a 1.

7.3.4 Posa direttamente interrata

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

7.3.5 Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità minima di 1,50 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in EPR			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,2	1,5
Coefficiente	1,00	0,98	0,96	0,94

Considerando il valore di posa di 1,50 m, si è ricavato il valore del coefficiente correttivo, che risulta **K3 = 0,94**.

7.3.6 Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato AT di collegamento con la SE. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

LINEA	LINEA SSE
Partenza	SSE
Arrivo	SE Terna
Sezione cavo [mm ²]	3x1x400
Lunghezza cavo [m]	150
Potenza attiva [MW]	51,7
Corrente nominale [A]	383,11
Portata nominale cavo [A]	485
N° circuiti nella sezione di scavo	1
K correttivo portata	0,902
Portata cavo corretta [A]	437,66
Dimensionamento in portata [%]	47%
Resistenza cavo [Ω]	0,0062
Reattanza cavo [Ω]	0,012
Potenza reattiva [MVA]	31,711
ΔV%	0,00%
ΔV % cumulato	0,00%

8 *Condizioni generali di connessione alla rete*

Ai fini di quanto indicato in materia di regolazione e protezione, le presenti specifiche presuppongono che gli schemi d'inserimento e di connessione, nonché la struttura dell'impianto, siano conformi al Codice di Rete ed in particolare che:

- la Centrale sia dotata di almeno un interruttore, che realizza la separazione funzionale fra le attività di competenza del Gestore e quelle di competenza del titolare della Centrale (in seguito Utente);
- la Centrale disponga di trasformatore AT/MT con i relativi sistemi di protezione e comando;
- gli avvolgimenti AT del trasformatore AT/MT siano collegati a stella, ad isolamento uniforme, con terminale di neutro accessibile e predisposto per l'eventuale connessione a terra¹, invece gli avvolgimenti MT siano collegati a triangolo;

- gli avvolgimenti AT del trasformatore AT/MT siano dotati di un commutatore di tensione sotto carico con regolatore automatico in grado di consentire, con più gradini, una variazione della tensione a vuoto compresa almeno tra 12% della tensione nominale.

L'Utente dovrà inoltre aver cura di verificare, già in fase di progettazione, che non vi siano scambi di potenza reattiva con la rete ad impianto fermo.

Qualora non si verificasse ciò, la Centrale dovrà essere dotata di idonei apparati di compensazione necessari a garantire uno scambio di potenza reattiva nel punto di consegna con fattore di potenza (cosfi) pari a 1.

Ai fini di quanto regolamentato all'interno del Codice di Rete in materia di gestione del sistema elettrico, la connessione alla rete presuppone alcuni adempimenti da parte dell'Utente che in particolare è tenuto a:

- sottoscrivere gli opportuni Regolamenti di Esercizio che contengono tra l'altro le relazioni funzionali con il Gestore ed altri eventuali soggetti coinvolti;
- effettuare le manovre sull'impianto di sua competenza ed eseguire in tempo reale gli ordini impartiti dal Gestore ai fini della sicurezza del sistema elettrico, mediante un sistema di teleconduzione ovvero tramite il presidio degli impianti attivo 24 ore al giorno;
- in particolare l'Utente deve disporre di personale autorizzato sempre rintracciabile;
- effettuare tutte le azioni necessarie affinché il proprio impianto sia integrato nei processi di controllo (in tempo reale e in tempo differito) e di conduzione della RTN.
- In particolare l'Utente deve rendere disponibili al Gestore le telemisure ed i telesegnali di impianto necessari per il controllo della rete.

9 Limiti di funzionamento della centrale fotovoltaica

La centrale fotovoltaica ed i relativi macchinari ed apparecchiature devono essere progettati, costruiti ed eserciti per restare in parallelo anche in condizioni di emergenza e di ripristino di rete.

In particolare la Centrale, in ogni condizione di carico, deve essere in grado di rimanere in parallelo alla rete AT, continuando a garantire i servizi di rete richiesti, per valori di tensione nel punto di consegna, compresi nel seguente intervallo: $85\% V_n \leq V \leq 115\% V_n$

Riguardo all'esercizio in parallelo con la rete AT in funzione della frequenza, la Centrale dovrà rimanere connessa alla rete per un tempo indefinito, per valori di frequenza compresi nel seguente intervallo: $47,5 \text{ Hz} \leq f \leq 51,5 \text{ Hz}$

10 Criteri di protezione e taratura della centrale fotovoltaica

Il sistema di protezione della Centrale include gli apparati di norma dedicati alla protezione degli impianti e della rete sia per i guasti interni sia per i guasti esterni all'impianto di produzione. La taratura delle protezioni contro i suddetti guasti prevede un coordinamento con le altre protezioni di rete e deve essere tale da garantire il funzionamento dell'impianto.

L'Utente è tenuto ad impostare le tarature delle protezioni contro i guasti esterni come definite dal Gestore.

Per quanto riguarda invece le tarature delle protezioni contro i guasti interni, l'Utente è tenuto a concordarle con il Gestore preliminarmente all'entrata in servizio della Centrale.

La Centrale deve essere in grado di rimanere connessa alla rete in occasione di guasti esterni all'impianto ad eccezione dei casi in cui la selezione del guasto comporti la perdita della connessione (ad esempio per collegamenti in antenna, derivazioni a "T" rigido, ecc.).

Poiché la Centrale fotovoltaica non ha parti rotanti esposte a rischio di danno in caso di chiusura delle reti fuori sincronismo, agli inverter della Centrale è richiesto di tollerare richiuse automatiche di tipo asincrono senza subire danneggiamento alcuno; a tal fine è ammessa una protezione di inverter che garantisca comunque la selettività e l'insensibilità rispetto ai guasti ed ai disturbi esterni all'impianto

10.1 Protezioni contro i guasti esterni

La Centrale è costituita da un insieme di inverter che vengono raccolti in una sezione in MT di impianto. Dalla sezione in MT la produzione viene immessa sulla rete in AT attraverso un trasformatore elevatore MT/AT.

11 Criteri di coordinamento dell'isolamento

Le apparecchiature, il macchinario ed i componenti AT di stazione devono essere progettati per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della rete a cui si collegano.

Le sovratensioni temporanee di prova sono:

- sovratensione ad impulso atmosferico (1.2/50s);
- sovratensione ad impulso di manovra (250/2500s);
- sovratensione di breve durata a frequenza industriale (a secco o sotto pioggia).

12 Livelli di corto circuito e correnti di guasto a terra

Gli impianti devono essere progettati, costruiti ed installati in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto in conformità a quanto indicato nei paragrafi 3.1.4 e 3.2.6 della Norma CEI 11-1. La durata nominale di corto circuito trifase prevista è di 1 s.

Per il dimensionamento degli isolatori passanti degli autotrasformatori, si deve tenere presente che la durata nominale di corto circuito prevista è di 2 s. (ved. tabelle allegate e art. 4.3 Norma CEI EN 60137).

Di seguito si riportano i valori previsti, per le diverse sezioni di impianto, delle correnti nominali di corto circuito trifase, in base ai quali saranno dimensionati i componenti ed il macchinario AT:

Valore efficace della corrente di corto circuito trifase	Tensione nominale 380 kV	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 132/150 kV
I _{cc} (kA)	50	50-40-31,5	40 - 31,5

In aggiunta, in considerazione delle definizioni della Norma CEI 11-1 e considerando il tempo di eliminazione di un ipotetico guasto a terra pari a 0,5 s, si riportano di seguito i valori previsti per le suddette correnti di guasto a terra:

Valore efficace della corrente di guasto a terra	Tensione nominale 380 kV	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 132/150 kV
I _g (kA)	50	50-40-31,5	40

13 *Correnti termiche nominali*

Le stazioni elettriche devono essere dimensionate almeno per i seguenti valori di correnti termiche nominali:

	380 kV	220 kV	132/150 kV
Stallo linea	3150 A	2000 A	1250 A
Sbarre	4000 A	3150 A	2000 A
Stallo di parallelo sbarre	3150 A	2000 A	2000 A

14 *Caratteristiche delle apparecchiature e componenti*

Il sistema di sbarre è realizzato di norma con profilo tubolare in lega di alluminio. I collegamenti al di sotto delle sbarre sono di norma realizzati in profilo tubolare, mentre i collegamenti tra le apparecchiature sono realizzati in corda.

Le giunzioni lungo il sistema di sbarre dovranno consentire le normali espansioni e contrazioni dei tubi, previste con il variare della temperatura; i morsetti destinati allo scopo non dovranno trasmettere, durante le oscillazioni dei tubi, alcun momento sugli isolatori portanti del sistema di sbarre.

Di seguito sono indicati i diametri normalmente usati per le sbarre ed i collegamenti.

Sbarre	D. interno	D. esterno
220 kV	140 mm	150 mm

Collegamenti sotto le sbarre	D. interno	D. esterno
220 kV	86 mm	100 mm

14.1 **Collegamenti di stallo**

- una corda di alluminio da 36mm per lo stallo di linea, 2
- corde di alluminio da 36 mm per lo stallo trasformatore.

15 *Impianto di terra*

L'impianto di terra deve essere rispondente alle prescrizioni del Cap. 9 della Norma CEI 11-1 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37.

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

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

Precauzioni particolari devono essere prese qualora i conduttori in rame possano venire a contatto con strutture d'acciaio.

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

Nel progetto dell'impianto di terra si dovrà infine tenere conto del fatto che dovrà essere realizzata la maglia di terra anche nelle aree destinate alle espansioni future d'impianto, qualora richieste.

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA e dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 40 kA per 0,5 sec. Esso sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm² interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI EN 61936-1, CEI - EN 50522. Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante quattro corde di rame con sezione di 125 mm².

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati

16 *Edifici ed Opere Civili*

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

1. fondazioni per sostegni di apparecchiature, portali di linee ecc.;
2. fondazioni per edificio servizi ausiliari (SA);
3. cunicoli completi di coperture e tubazioni per cavi di collegamenti dagli edifici SA al campo;
4. vasche raccolta olio (se previste);
5. strade di circolazione e piazzali;
6. recinzione esterna della stazione;
7. altre opere varie

L'impianto sarà dotato di una sala quadri locale e di un adeguato automatismo, tali da poter governare l'impianto stesso sia "in locale" che "in remoto". La conduzione locale dovrà essere sia manuale che automatizzata e inoltre, dovrà prevedere la manovrabilità degli organi sul campo.

Per sistema di protezione comando e controllo si intende il complesso degli apparati e circuiti predisposti a fini di comando degli organi di protezione, di registrazione locale, di misura, di rilevazione di segnali di stato, di anomalia, di perturbazione, di sintesi degli stessi, di segnalazione sui quadri locali di comando, di interfacciamento con gli apparati di teleoperazioni. Al par. 8 della Norma CEI 11-1 sono indicati alcuni requisiti generali del sistema di protezione, comando e controllo.

Il sistema di protezione comando e controllo dovrà essere fornito in tecnologia digitale.

L'impianto di connessione nell'area della società proponente sarà dotato di un ingresso indipendente e confinerà con l'area RTN attraverso una recinzione di 2,35 mt composta di pannelli in cemento prefabbricati modulari. Tale recinzione si utilizzerà, anche, per delimitare l'intera area interessata alla realizzazione dell'impianto di connessione.

All'interno dell'area sarà realizzato un edificio Comandi e Servizi, dimensioni in pianta 25,80 x 5,60 (dimensione più grande) e altezza fuori terra di 3,5 m, destinato ad alloggiare le apparecchiature e i circuiti elettrici in bassa tensione.

Nell'edificio Comandi e Servizi saranno alloggiati gli apparati di comando e telecontrollo, i quadri elettrici dei Servizi Ausiliari, la batteria e gli scomparti in Media Tensione (MT) per i collegamenti alla centrale solare fotovoltaica, un locale servizi igienici e, così come stabilito nella guida tecnica del

GRTN N° INSIX.1000, un locale F destinato esclusivamente all'alloggiamento di apparecchiature e servizi strumentali alle misure, al controllo e alla gestione dell'impianto di consegna da parte della TERNA e viceversa (con doppio ingresso).

L'edificio sarà del tipo con struttura portante in c.a. e tamponamento in muratura realizzato in conformità alla normativa vigente. Nei locali apparsi sarà posto in opera un pavimento modulare flottante per consentire il passaggio dei cavi sottopavimento; tale pavimento sarà alla stessa quota dei restanti pavimenti dell'edificio.

All'interno, nelle zone libere da apparecchiature, saranno realizzate delle aree di servizio in asfalto. L'impianto sarà dotato di un impianto di illuminazione esterna. L'impianto sarà munito di una rete di raccolta e drenaggio acque meteoriche. Saranno realizzate le opere civili per i cunicoli cavi, le fondazioni dei sostegni per le apparecchiature AT e per il basamento del trasformatore AT/MT.

16.1 Sala controllo locale

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

A tale proposito la prevista interfaccia MMI della sala controllo dovrà consentire una visione schematica generale dell'impianto, nonché consentirne la manovrabilità; dovrà inoltre presentare in maniera riassuntiva le informazioni relative alle principali anomalie d'impianto e grandezze elettriche quali tensioni, frequenza di sbarra, correnti dei singoli stalli, ecc.. I requisiti richiesti per l'interfaccia MMI dovranno essere gli stessi elencati successivamente per la teleconduzione.

16.2 Teleconduzione e automazione di impianto

L'automatismo di impianto e le interfacce con la postazione dell'operatore remoto dovranno essere tali da garantire un'elevata efficienza della teleconduzione. Pertanto sono richieste:

- semplicità nei sistemi di automazione;
- omogeneità del tipo di informazione/comandi da inviare in remoto con quelli inviati dagli altri impianti telecondotti;
- capacità di avvertire in maniera precisa ed inequivocabile l'operatore in remoto della presenza di anomalie al fine di ottimizzare le attività di pronto intervento e di manutenzione;
- facilità di comprensione delle segnalazioni tramite segnali di sintesi che facciano
- particolare riferimento alle azioni che l'operatore deve conseguentemente intraprendere;
- numero delle misure ridotto a quelle indispensabili;
- ridondanza delle misure e segnalazioni (ove necessaria);
- affidabilità delle misure;
- possibilità di utilizzare contemporaneamente due tipi di conduzione (ad esempio uno stallo in conduzione manuale in locale e tutti gli altri in conduzione centralizzata automatizzata);
- condizionamento delle manovre da parte di interblocchi che impediscano l'attuazione di comandi non compatibili con lo stato degli organi di manovra e di sezionamento;
- utilizzazione di dispositivi di parallelo automatici (escludibili a richiesta dell'operatore) per la chiusura volontaria degli interruttori AT.

16.3 Telecontrollo

Il tipo di comandi attualmente usato per gli impianti TERNA adeguati all'esigenza della Teleconduzione è "sintetico" (cioè comandi di sequenze) ed applicato sia al controllo remoto che quello della sala controllo locale di impianto. Le segnalazioni di stato e le misure riportate presso i centri di conduzione Terna assicurano l'osservabilità in remoto della stazione elettrica



Tipico Stallo Cavi MT – Isolatori del Trafo MT/BT



Esempio di Stazione di Utanza MT/AT

17 *Disposizione elettromeccanica*

L'impianto deve essere dotato di strade interne, larghe almeno quattro metri, opportunamente delimitate al fine di evitare il transito e/o la sosta di mezzi di trasporto nelle immediate vicinanze delle parti in tensione. Le strade devono a loro volta essere opportunamente distanziate dalle parti in tensione, al fine di rispettare le distanze di vincolo (dv) e di guardia (dg), di cui alla Norma CEI 11-

1. La viabilità interna deve comunque essere realizzata al fine di consentire tutte le normali operazioni di esercizio e manutenzione dell'impianto.

E' richiesta la presenza di almeno una strada che passi lungo lo spazio previsto tra gli interruttori ed i trasformatori di corrente dei diversi stalli, in modo da rendere possibile l'accesso anche alla zona sbarre.

Per l'ingresso in stazione dovranno essere previsti un cancello carrabile di 7 metri di tipo scorrevole ed un cancello pedonale.

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

L'impianto dovrà essere opportunamente recintato

Di seguito sono riportate le distanze minime di progetto consigliate, anche al fine di ridurre al minimo le indisponibilità per manutenzione. Ove sussistano problematiche relative allo spazio, si può prendere in esame la possibilità di ridurre alcune distanze, pur nel rispetto delle distanze di sicurezza e di quelle strettamente necessarie previste per le operazioni di manutenzione (CEI EN 50110).

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

18 Tipologia di stallo

Stallo trasformatore MT / AT – Livelli di tensione 30kV / 150 kV.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- tensione massima: 170 kV,
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV,
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.

Interruttori tripolari in SF6:

- corrente nominale: 2000 A,
- potere di interruzione nominale in cto cto: 40 kA.

Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:

- corrente nominale: 2000 A (con lame di terra),
- corrente nominale di breve durata: 40 kA.

Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:

- corrente nominale di breve durata: 40 kA.

Trasformatori di corrente:

- rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale,
- corrente nominale termica di cto cto: 40 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: $150.000 : \sqrt{3}/100 : \sqrt{3}$

Le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

Trasformatore trifase in olio minerale

- Tensione massima 170 kV
- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 150/30 kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- Tensione di corto circuito 13,5 %
- Collegamento avvolgimento Primario Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAN-ONAF) 25-33 MVA
- Peso del trasformatore completo 45 t

Caratteristiche di massima dei componenti MT

- tensione di esercizio nominale V_n 30 kV

- tensione di isolamento nominale 36 kV
- tensione di prova a 50 Hz 1 min 70 kV
- tensione di tenuta ad impulso 170 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo I_n 1250 A
- corrente ammissibile di breve durata IK 20 kA
- corrente di cresta IP $2,5 \cdot IK$
- temperatura di esercizio $-5 \div +40$ °C

18.1 Interruttori a tensione nominale 150 kV

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

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

18.2 Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra

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

18.3 Sezionatori verticali a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	40-31.5
- valore di cresta (kA)	100-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
- verticale (N)	1000
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

18.4 Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 150 kV

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

18.5 Trasformatore di corrente a tensione nominale di 150 kV

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

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

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

18.6 Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C _{pa} (pF)	≤(300+0,05 C _n)
- G _{pa} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

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

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

18.7 Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150 kV

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

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

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

18.8 Scaricatori per tensione nominale a 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	108
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	3
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	40

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

19 Caratteristiche particolari della stazione MT/AT di utenza

19.1 Consistenza delle apparecchiature

Sezione AT

- Sostegni, isolatori, apparati AT
- Trasformatore 150 kV – 160MVA
- Collegamenti elettromeccanici della sezione AT
- Linea in cavo 150 KV completa di accessori di giunzione e connessione

Sezione MT – 35 kV

- Quadro MT, composto da scomparti Metal Clad 36kV
-
- Collegamenti MT di stazione

Sezione BT

- Sistema di Protezione, Controllo e SCADA

- Armadio RTU
- Quadri servizi ausiliari (SA, raddrizzatori, batterie)
- Trasformatore servizi ausiliari
- Quadro misure fiscali
- Impianti tecnologici
- Impianto di illuminazione e FM (interno, esterno)
- Impianto climatizzazione cabina
- Impianto rilevazione incendi
- Impianto antintrusione e apertura/chiusura cancello

Posa del cavo

In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi stessi in tensione provocato dalle opere sovrastanti .

20 Costruttori di possibile scelta

Interruttori AT	SIEMENS - ABB
Sezionatori AT	ALSTOM Grid COELME
Trasformatori di tensione e corrente	SIEMENS -ABB
Trasformatore AT/MT	SEA – Tamini - Getra
Isolatori AT	FIP INSULATOR
Quadro di media tensione	SIEMENS – ABB
Carpenterie metalliche	BERTOLOTTI – COLOMBO
Morse e conduttori AT	BERTOLOTTI – ALSTOM Grid
Protezione, controllo, SCADA	SIEMENS - ABB - SIRIUS
Quadri servizi ausiliari	LARIEOELETTRA
Raddrizzatori batterie	BORRI - LEVER
Trasformatori servizi ausiliari	CELME – SEA
RTU -UPDM	SELTA - SIRIUS - ITACO

21 Sistema di protezione comando e controllo

Gli apparati di protezione saranno interfacciati al sistema SCADA che acquisirà i dati e le misure disponibili. Il protocollo di campo previsto è IEC 60870-5-103.

21.1 Sistema SCADA locale

Per la funzione SCADA si propone il sistema GPM/Sirius.

Il sistema sarà configurato per gestire i diversi apparati di protezione ed acquisire gli stati degli organi primari.

Sarà disponibile l'interfacciamento remoto in modalità webservice.

21.2 RTU per telecontrollo TERNA

La RTU è prevista in un armadio dedicato. La funzione RTU sarà realizzata con il sistema GPM/Sirius, già applicato in diverse analoghe applicazioni per l'interfacciamento con TERNA.

Sarà concordato con TERNA il database di configurazione.

22 Componenti e apparecchiature a completamento AT

Conduttori in lega di alluminio

I collegamenti tra le varie apparecchiature fino ai passanti del trasformatore di potenza saranno effettuati in tubo in lega di alluminio P-Al Mg Si UNI3569-66 o in corda di alluminio.

Morsetteria

Le connessioni dei conduttori ai cordoli delle varie apparecchiature A.T. saranno realizzate con morsetteria monometallica in lega di alluminio a profilo anti effluvio con serraggio a bulloni in acciaio inox.

Nell'accoppiamento alluminio-rame si utilizzerà una pasta antiossidante per migliorare il contatto e per impedire la corrosione galvanica tra i due metalli.

Sostegni metallici

Le strutture metalliche per il sostegno delle apparecchiature A.T. saranno realizzate in tubi, profilati e piastre di acciaio zincate a caldo secondo norme CEI 7-6.

Il materiale impiegato per i sostegni tubolari sarà tipo S355JR, e per le strutture tralicciate tipo S235JR-S275JR-S355JR, la bulloneria sarà in acciaio zincato.

Cassette ATV e Interfaccia misure

I collegamenti tra i TV di stallo e i quadri saranno interfacciati da una cassetta elettro-zincata.

La cassetta fissata sul supporto del polo centrale, conterrà i morsetti voltmetrici e gli interruttori automatici modulari di protezione, ciascuno con 2 contatti di segnalazione di stato e di scatto.

I collegamenti tra i TV e TA di misura fiscale saranno interfacciati da una cassetta elettro-zincata di interfaccia in conformità a quanto previsto nell'allegato A.45 del Codice di Rete.

23 Cavi di Collegamento

23.1 Cavi MT

Si prevede l'impiego di cavi tipo RG7H1R 18/30 kV, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20 22 , con conduttore in rame rosso, isolamento in HEPR, schermato a fili di rame , guaina esterna in PVC.

Normative di riferimento sono CEI 20-22, CEI 20-13, CEI 20-29

I cavi M.T. saranno utilizzati per i collegamenti tra il trasformatore di potenza e il quadro M.T

23.2 Cavi BT

I cavi elettrici previsti per il sistema comando, controllo e protezione, inclusi i segnali amperometrici e voltmetrici, saranno di tipo N1VC7 VK o FG7OR, conduttore in rame ricotto non stagnato a corda flessibile, isolamento in PVC, schermatura in nastro di rame, guaina in PVC di qualità Rz.

I cavi elettrici previsti per i circuiti di potenza saranno di tipo N1VV-K o FG7OH1R, conduttore in rame ricotto non stagnato a corda flessibile, isolamento in PVC, guaina in PVC di qualità Rz, non schermato.

24 Rete di terra secondaria

La rete di terra secondaria è la parte esposta ed è costituita da:

- sagomature delle cime emergenti dalla maglia interrata, di sezione 125 mm².
- capicorda a compressione diritti per le cime emergenti, in rame stagnato, per il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche, con bullone in acciaio zincato
- ponti, costituiti da spezzoni di corda di rame nudo 63 mm², per la messa a terra dei trasformatori di corrente, trasformatori di tensione e sezionatori alla struttura metallica di supporto.
- corda di rame isolata 125 mm² per la connessione a terra degli scaricatori A.T. e M.T.
- materiali per l'impianto di terra interno dell'edificio di Sottostazione costituiti da collettori a parete in barra di rame nudo piatto di rame 30x4 mm e conduttori in rame nudo 16, 63, 125 mm² e relativi capicorda a compressione per la messa a terra dei quadri, dell'intelaiatura delle porte, finestre, ecc.

25 Impianti tecnologici

Impianti tecnologici di edificio, gli impianti di illuminazione esterna normale e di emergenza come di seguito dettagliato:

1. illuminazione normale e distribuzione forza motrice
2. illuminazione di emergenza e di sicurezza
3. impianto di condizionamento e riscaldamento
4. impianto di illuminazione esterno con pali in vetroresina

5. impianto di rivelazione e segnalazione incendio
6. impianto antintrusione e controllo accessi
7. automazione cancello carraio

Gli impianti elettrici saranno realizzati “a vista” e sotto pavimento sopraelevato utilizzando:

1. tubi in PVC serie pesante, autoestinguento;
2. passerelle asolate o in filo elettrosaldato, in acciaio Sendzimir
3. cassette PVC
4. conduttori FS17
5. cavi RF21
6. cavi N1VV-K o FG16

Sistema di distribuzione in corrente alternata

- n. 1 trasformatori di distribuzione, 100 kVA, 35/0,4 kV, isolamento in resina.
- n. 1 quadro elettrico generale di distribuzione 400/230 V.

I principali carichi alimentati in corrente alternata saranno i seguenti :

1. illuminazione e prese forza motrice area esterna ed edificio
2. motore variatore sotto-carico del trasformatore di potenza A.T./M.T.
3. ventilatori del trasformatore di potenza A.T./M.T.
4. resistenze anticondensa dei quadri e delle manovre comando apparecchiature.
5. centralina rivelazione e segnalazione incendi
6. centralina antintrusione e controllo accessi
7. climatizzatori
8. raddrizzatore caricabatterie

Caratteristiche e composizione del quadro b.t. in corrente alternata

Tensione nominale	1000 V:
Tensione di esercizio	400 / 230 V – 50 HZ
Corrente nominale	160A
Corrente di corto circuito	16kA
Forma	2
Grado di protezione	IP30

Sistema di distribuzione in corrente continua

Per l'Edificio sarà previsto un sistema di distribuzione in corrente continua 110 V.c.c costituito da :

- n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami.
- n. 1 gruppo accumulatori al piombo, tipo ermetico.
- n. 1 UPS 110 Vc.c./220 V 50 Hz 40A
- n. 1 quadro elettrico generale di distribuzione 110 Vc.c. – 220 V 50 Hz da UPS
- comandi, protezioni, segnalazioni, controllo, SCADA, allarmi
- motori carica-molle interruttori e sezionatori AT
- motori carica-molla interruttori MT
- bobine di apertura e chiusura interruttori AT-MT-BT

Caratteristiche e composizione del quadro b.t. in corrente continua

Tensione nominale	110V + - 10 %:
Tensione di esercizio	100 V
Corrente nominale	100A
Corrente di corto circuito	10kA
Forma	2
Grado di protezione	IP30

Contabilizzazione dell'energia prodotta

Per il sistema di misura fiscale dell'energia prodotta sono previsti i seguenti componenti.

Armadio misura dedicato per installazione da parete accessibilità dal fronte predisposizione per sigilli UTF con installato:

- n.1 Contatore statico omologato GRTN 100V-5 A cl. 0,2
- n.1 Morsettiera trifase 4 fili tipo unibloc
- n.1 Modulo GSM industriale
- n.1 Alimentatore
- n.1 Antenna DUAL BAND
- n.1 Convertitore IEC 62056-21/MODBUS
- n.1 Modulo doppia alimentazione
- n.2 Convertitore RS422/fibra ottica

26 Protezione nella stazione utente

Protezioni di minima tensione e di minima-massima frequenza sull'arrivo dalla rete lato AT

Un relè di protezione multifunzione a microprocessore tipo THYTRONIC NV10 o equivalente, con le seguenti funzioni di protezione per il distacco dell'impianto di produzione dalla RTN a seguito di guasti esterni all'impianto stesso o in mancanza di alimentazione dalla RTN, o comunque per

interrompere il parallelo dell'impianto dell'Utente produttore alla RTN per valori inadeguati di tensione e frequenza (della RTN o dell'Utente):

- protezione di minima tensione con caratteristica di intervento a tempo indipendente (27);
- protezione di minima frequenza con caratteristica di intervento a tempo indipendente (81<);
- protezione di massima frequenza con caratteristica di intervento a tempo indipendente (81>); protezione di massima tensione omopolare (a due soglie) con caratteristica di intervento a tempo indipendente (59V0).

Le regolazioni di tali funzioni devono essere indicate da TERNA. La protezione di minima tensione effettua la misura trifase delle tensioni concatenate da TV inseriti a monte dell'interruttore generale 152TR, in modo da rilevare l'effettiva condizione di assenza tensione dalla RTN, mentre le protezioni di minima e massima frequenza impiegano la misura di solo una delle tre tensioni concatenate misurate dallo stesso TV. Lo scatto di almeno una delle protezioni di cui sopra comanda l'apertura dell'interruttore generale 152TR, separando l'impianto di produzione dalla rete. La mancanza della rete verrà poi avvertita dalle protezioni delle singole macchine in campo, comandando l'apertura degli interruttori di macchina e la fermata delle turbine. In caso di scatto non è previsto blocco della richiusura, in modo da consentirle anche da remoto una volta rimosse le ragioni del guasto in rete.

Protezioni lato AT del trasformatore di stazione, differenziale e massima corrente

Relè di protezione multifunzione a microprocessore tipo THYTRONIC NT-10 o equivalente, con le seguenti funzioni di protezione:

- A. protezione differenziale con compensazione a doppia pendenza percentuale, contro i guasti esterni (87T), come protezione rapida ed alta sensibilità contro i corto circuiti polifasi interni all'intero montante trasformatore e contro i corto circuiti verso terra interni al montante 150 kV del trasformatore. La protezione è inoltre dotata di ritenuta di seconda armonica, ad evitarne l'intervento intempestivo per effetto della sovracorrente di inserzione del trasformatore, e di ritenuta di quinta armonica ad evitarne l'intervento intempestivo durante il funzionamento in sovraeccitazione del trasformatore;
- B. protezione di massima corrente tripolare a due soglie di intervento con caratteristica di intervento a tempo indipendente (50-51) contro i corto circuiti polifasi sui lati 150 kV e 35 kV del trasformatore e contro i corto circuiti verso terra sul lato 150 kV del trasformatore stesso, di riserva alla protezione differenziale. Questa può consentire rispettivamente il distacco ritardato dell'impianto di produzione dalla RTN in caso di superamento di un prestabilito livello e il distacco rapido dalla RTN a fronte di corto circuito polifase o verso terra sulla rete 150 kV dell'Utente (con contributo alla corrente di corto circuito proveniente dalla RTN).

La possibilità che tale protezione possa rilevare anche corto circuiti polifasi o verso terra esterni alla rete dell'utente dipende dalle regolazioni richieste per la protezione stessa da TERNA. Le protezioni di massima corrente 50-51 effettuano la misura trifase delle correnti dai tre TA di fase installati sul

lato 150 kV e per loro intervento vengono comandate sia l'apertura dell'interruttore AT 152TR, sia l'apertura dell'interruttore generale MT (52TR).

La misura trifase delle correnti dai tre TA di fase lato 150kV del trasformatore di sottostazione, congiuntamente alla misura ricavata da una terna di TA di fase dedicata ubicata nell'unità funzionale 03 del quadro MT di sottostazione, vengono impiegate per la protezione differenziale 87T. Per intervento delle protezioni 50 o 51 o 87T viene comandato il blocco del trasformatore per apertura degli interruttori sui lati 150 kV e 35 kV del trasformatore stesso.

Protezione di massima corrente sul lato 35 kV del trasformatore della stazione

Relè di protezione multifunzione a microprocessore tipo THYTRONIC NA60 o equivalente, con funzione di massima corrente trifase a due soglie di intervento a tempo indipendente (50-51), contro i corto circuiti polifasi sul lato 35 kV del trasformatore di sottostazione alle sbarre del quadro MT di sottostazione (esterni alla zona della protezione differenziale 87T). Le protezioni di massima corrente 50-51 effettuano la misura trifase delle correnti da una terna dedicata di TA di fase nell'unità funzionale 01 del quadro MT di sottostazione, in modo da incrociare la zona coperta dalla 87T con la zona coperta dalla protezione 50-51. Per intervento della protezione di massima corrente 50-51 viene comandata l'apertura dell'interruttore 52TR.

Protezione di massima corrente, direzionale di terra e di massima tensione residua sugli interruttori di arrivo linee dal parco fotovoltaico

Per ciascuna unità funzionale di arrivo linea dal campo, un relè di protezione multifunzione a microprocessore tipo THYTRONIC NA60 o equivalente, con le seguenti funzioni di protezione:

- A. protezione di massima corrente trifase ad una soglia di intervento a tempo dipendente (51), contro il sovraccarico della linea in cavo;
- B. protezione di massima corrente trifase ad una soglia di intervento a tempo indipendente (50), contro i corto circuiti polifasi sulla linea. Tale protezione risulta intrinsecamente direzionale se viene tarata con soglia di intervento minore del contributo della RTN al corto circuito sulla linea proveniente dal campo e maggiore del contributo dei gruppi eolici della stessa linea;
- C. protezione direzionale di terra ad una soglia di intervento a tempo indipendente (67N) con direzionalità di intervento in uscita dal quadro verso il campo. La protezione sarà in grado di intervenire su un guasto a terra lungo la linea, per effetto del contributo 3I0 fornito dalla linea sana.

Inoltre, la direzionalità consente di evitare l'intervento nel caso di guasto nel ramo di trasformatore, garantendo continuità della produzione anche nel caso di fuori servizio di quest'ultimo.

Le protezioni di massima corrente 51-50 effettuano la misura trifase delle correnti da una terna di sensori di misura posti a valle dell'interruttore installato nelle unità funzionali 05 e 06 del quadro MT

di sottostazione, mentre la protezione direzionale di terra 67N effettua la misura della corrente residua mediante toroide sulla linea in partenza dal quadro; la protezione direzionale di terra 67N effettua inoltre la misura della tensione residua mediante il TV inserito nell'unità funzionale 04 del quadro stesso. Per intervento della protezione 51 o 50 o 67N viene comandata l'apertura dell'interruttore dell'unità funzionale specifica (52L/01 e 52L/02).

Protezione di minima tensione e di massima tensione residua sulle sbarre del quadro MT di stazione

Un relè di protezione multifunzione a microprocessore tipo THYTRONIC NV10 o equivalente, dotato delle seguenti funzioni di protezione:

- A. protezione di minima tensione trifase ad una soglia di intervento a tempo indipendente (27), impiegata per fornire un allarme
- B. protezione di massima tensione trifase ad una soglia di intervento a tempo indipendente (59), impiegata per fornire un allarme
- C. protezione di massima tensione residua a due soglie di intervento a tempo indipendente (59V0), utilizzabile come protezione principale contro i guasti a terra localizzati sulle sbarre del quadro MT e sul montante a 35 kV del trasformatore di sottostazione e come protezione di riserva alla protezione direzionale di terra sull'arrivo linea dal campo (unità funzionali 05 e 06), nel caso in cui la corrente per guasto a terra sia insufficiente per il superamento della soglia di scatto delle protezioni direzionali di terra.

La logica di intervento sarà la seguente:

1. la prima soglia determina l'apertura dell'interruttore MT 52TR;
2. nel caso in cui la protezione continui a rilevare una situazione di guasto significa che questo è confinato nel montante MT del trasformatore AT/MT, per cui la seconda soglia determina l'apertura dell'interruttore in AT 152TR.

Le protezioni di minima e massima tensione 27 e 59 e di massima tensione residua 59V0 effettuano rispettivamente la misura trifase delle tensioni concatenate e la misura della tensione residua mediante TV inserito nell'unità funzionale 01 del quadro di MT. Infatti, la logica adottata per la 59V0 è efficace solo con una misura della tensione residua a monte dell'interruttore generale MT. Non è previsto blocco nel caso di intervento di queste protezioni.

Protezione di massima corrente trasformatore MT/BT per i servizi ausiliari

Un relè di protezione multifunzione a microprocessore tipo THYTRONIC NA10 o equivalente, con funzione di massima corrente trifase a due soglie di intervento a tempo dipendente (51) ed indipendente (50), contro sovraccarico del trasformatore per i servizi ausiliari e corto circuiti polifasi sul lato 35 kV dello stesso. Per la protezione contro i guasti a terra si propone invece una protezione 51N a tempo indipendente. Le protezioni di massima corrente 50-51 effettuano la misura trifase delle

correnti da una terna dedicata di TA di fase a valle dell'interruttore installato nell'unità funzionale del quadro MT di sottostazione. La protezione 51N effettua la misura della corrente residua mediante toroide installato sulla linea in partenza dal quadro.

Per intervento della protezione di massima corrente 50-51 e della 51N viene comandata l'apertura dell'interruttore 52SA.

Protezione di mancanza tensione ausiliari

E' prevista una protezione di mancanza tensione sulla rete dei servizi ausiliari a 110 Vcc (protezione 80s), che nel caso di intervento comanda l'apertura dell'interruttore AT 152TR mediante la bobina a mancanza tensione.

27 Apparecchiatura di misura dell'energia

Viene prevista una misura dell'energia scambiata con la rete in corrispondenza del punto di consegna, in accordo con quanto richiesto nei seguenti documenti:

- Regole Transitorie per l'installazione ed attivazione delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica
- Codice di rete

Il sistema di misura è costituito da :

- TA di misura in classe 0.2
- TV di misura in classe 0.2
- Apparecchiatura di misura (AdM) in classe MID-C

La scelta dei trasformatori di misura e delle AdM viene operata sulla base del documento "Specificazione funzionale e realizzativa delle apparecchiature di misura" (TERNNA).

L'apparecchiatura di misura avrà le seguenti peculiarità:

1. sarà alloggiata entro un armadio di misura ubicato nell'apposito locale al quale possono avere accesso sia TERNA che l'Utente;
2. sarà dotata di classe di precisione MID-C
3. sarà corredata di dispositivi di comunicazione per lettura da remoto ed il collegamento con il SAPR (Sistema di Acquisizione Principale) presso il gestore della RTN

28 Trasformatore AT/MT

Il trasformatore AT/MT avrà le seguenti caratteristiche: Potenza nominale 60 MVA
Raffreddamento ONAN / ONAF
Vn1 150 kV $\pm 10 \times 1.5$ %

Vn2 35 kV
Vcc % 9 (ONAN)
Gruppo YNd11
Neutro accessibile - Isolamento pieno

29 Impianto di terra e di equipotenzializzazione

E' prevista la realizzazione di un impianto di terra a servizio dell'edificio dei servizi ausiliari di stazione, che risulterà di fatto parte integrante del dispersore primario di sottostazione. L'impianto di terra sarà costituito da un dispersore lineare, ad anello, posato, in scavo predisposto lungo il perimetro dell'edificio stesso e realizzato in corda di rame nuda da 120 mm².

Laddove possibile, sarà collegato ai ferri d'armatura, tramite saldatura alluminotermica o con appositi morsetti.

Al di realizzare l'equipotenzializzazione delle masse e delle masse estranee si dovrà provvedere a:

- Collegare all'impianto di terra principale la sbarra di terra dei quadri
- Posare lungo le pareti interne della cabina un anello equipotenziale in piatto di rame da 30x5 mm² collegato all'impianto di dispersione esterno
- Collegare tale anello alla rete elettrosaldata presente nella platea di fondazione almeno in corrispondenza degli angoli di ciascun locale.
- Collegare all'impianto di terra la carcassa del trasformatore MT/bt
- Collegare all'impianto di terra gli schermi dei cavi MT (linee in arrivo e linea tra scomparto MT e trasformatore);
- Collegare all'impianto di terra il centro stella del trasformatore MT/bt
- Collegare a terra eventuali canali e tubazioni metalliche relative agli impianti elettrici, qualora si posino al loro interno cavi sprovvisti di guaina esterna.

L'impianto sarà da considerarsi correttamente dimensionato se in caso di guasto lato AT si verificano le seguenti condizioni:

- La tensione totale di terra $UE = R_t \cdot I_{g1}$ (R_t = resistenza di terra, I_{g1} = corrente di guasto a terra) risulta inferiore al limite ammesso per le tensioni di contatto UTp (in relazione al tempo di eliminazione del guasto) ;
- La condizione precedente non è verificata, ma le tensioni di contatto UT e di passo US risultano inferiori ai rispettivi limiti ammessi UTp e $Usp = 3 UTp$

Per procedere a tali verifiche, ad impianto realizzato, sarà quindi necessaria la misura della resistenza di terra, ovvero la misura delle tensioni di passo e contatto qualora la prima condizione sopra esposta non risulti soddisfatta.

30 Movimenti di terra

L'area interessata è attualmente a destinazione agricola e non rientra nell'elenco dei siti inquinati. Stante la natura prevalentemente pianeggiante del sito non sono previsti rilevanti movimenti di terra se non quelli dovuti allo scivolo superficiale (sino a circa 30 cm) ed al modesto livellamento.

Per la realizzazione delle opere di fondazioni per circa 2000 mc (edifici, portali, fondazioni apparecchiature, etc.) sono previsti scavi a sezione obbligata con rinterro e trasferimento a discarica autorizzata del materiale in eccesso. In fase di progettazione esecutiva saranno eseguite le opportune indagini a conferma della natura del suolo ed il terreno rimosso sarà conferito a discarica nel rispetto della normativa vigente con particolare riferimento al D. Lgs 152/06 del 29.4.06.

31 Varie

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato. Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna, saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato. Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque.

Per l'ingresso alla stazione, sarà previsto un cancello carrabile, largo 7,00 metri ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale sarà realizzata in pannelli costituiti da paletti in calcestruzzo prefabbricato e rete metallica zincata e plastificata di colore verde, con alla base una lastra prefabbricata in calcestruzzo.

Per l'illuminazione della Stazione è previsto un numero adeguato di paline di tipo stradale H=10m.

32 Valutazione di impatto elettromagnetico

32.1 Premessa

La presente relazione si pone quale obiettivo la valutazione dell'impatto elettromagnetico derivante dalla realizzazione della Stazione MT /AT di Utenza e del fabbricato Servizi di Centrale.

Le principali sorgenti oggetto di analisi risulteranno essere:

- la stazione di trasformazione MT/AT
- le apparecchiature di comando e controllo in MT e BT
- locale quadri in ca e in cc;
- i collegamenti tra le apparecchiature

Lo studio ha lo scopo di:

- verificare il rispetto della normativa vigente in materia di inquinamento elettromagnetico da parte del nuovo impianto sia per quanto riguarda l'esposizione della popolazione che quella dei lavoratori;
- identificare eventuali aree/porzioni di impianto che necessitino di interventi di riduzione delle emissioni o di limitazione degli accessi.

32.2 Metodologia

Per lo svolgimento del presente studio si è effettuato un sopralluogo per determinare l'inquadramento territoriale ed acquisire una conoscenza dei luoghi allo stato attuale.

Nel contempo si sono ottenute informazioni per determinare l'inquadramento elettromagnetico dell'area nel contesto della normativa vigente.

In riferimento alla previsione dei livelli di campo elettromagnetici nell'area e presso i ricettori più esposti, a seguito della messa in opera delle nuove apparecchiature nell'area sede dell'intervento, sono stati acquisiti i dati relativi:

- alle nuove sorgenti elettromagnetiche da installare;
- alla posizione delle stesse all'interno della realtà industriale esistente;
- alle caratteristiche delle nuove strutture da realizzarsi;
- alle modalità di funzionamento degli impianti.

Lo studio è stato effettuato tenendo conto di quanto indicato nella normativa cogente relativamente al calcolo ed alla valutazione dei campi elettromagnetici, indicando per ciascun risultato ottenuto i metodi e le formule adottate nel computo.

Nei seguenti paragrafi si riporta lo studio relativo alle misurazioni ed elaborazioni effettuate

32.3 Inquadramento normativo

D.P.C.M. 23 Aprile 1992

Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Il decreto fissa i limiti massimi di esposizione per la popolazione, relativamente all'ambiente esterno ed abitativo, ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza di 50Hz. La normativa contiene tuttavia una grave contraddizione interna tra l'art.4 e l'art.5, laddove stabilisce sia dei limiti ai valori dei campi elettrici e magnetici (rispettivamente 5 kV/m e 100 ET), sia dei limiti alle distanze di rispetto.

Queste due condizioni non sono tuttavia congruenti, poichè le distanze minime imposte sono traducibili in termini di valori di campo magnetico inferiori (dell'ordine di 3 - 4 ET). Con il successivo D.P.C.M. 28/09/1995 poi sono state emanate le norme tecniche di attuazione del presente decreto che relativamente agli elettrodotti prevede di fare riferimento solamente ai valori di campo e non alle distanze, allineandosi sostanzialmente con le indicazioni di tutti gli Enti internazionali.

Legge 22 febbraio 2001 n. 36

Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. La legge nazionale quadro sull'elettromagnetismo ha l'innegabile pregio di tentare di porre ordine nella variegata situazione italiana, attraverso le definizioni delle competenze di stato, regioni, province e comuni. Il carattere innovativo della nuova legge sta nel fatto che, accanto al concetto di limite di esposizione inteso come valore che non deve mai essere superato in alcuna condizione di esposizione, vengono introdotti quelli di valore di attenzione e di obiettivo di qualità. Ad essi è attribuito il seguente significato (dalle definizioni riportate nella legge):

- valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivi di qualità sono: i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'art. 8; 2) i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'art. 4, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

La legge tuttavia non indica direttamente i valori numerici delle quantità suddette ma stabilisce che essi dovranno essere fissati da appositi decreti. La legge stabilisce inoltre che, entro 10 anni dalla sua entrata in vigore, la rete elettrica esistente dovrà essere risanata, secondo criteri che verranno anch'essi definiti attraverso un apposito decreto, allo scopo di rispettare i limiti di esposizione e i valori di attenzione, nonché di raggiungere gli obiettivi di qualità stabiliti (...).

Più in dettaglio questa normativa ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti a:

- a) assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell'articolo 32 della Costituzione ;
- b) promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine e attivare misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione di cui all'articolo 174, comma 2, del trattato istitutivo dell'Unione Europea ;
- c) assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio e promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

In particolare l'art. 4, Comma 2 afferma che i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico e i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti, di cui al comma 1, lettere a), e) e h), sono stabiliti entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge:

- per la popolazione, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità, sentiti il Comitato di cui all'articolo 6 e le competenti Commissioni parlamentari, previa intesa in sede di Conferenza unificata di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, di seguito denominata «Conferenza unificata»;

- per i lavoratori e le lavoratrici, ferme restando le disposizioni previste dal decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e successive modificazioni, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro della sanità, sentiti i Ministri dell'ambiente e del lavoro e della previdenza sociale, il Comitato di cui all'articolo 6 e le competenti Commissioni parlamentari, previa intesa in sede di Conferenza unificata. Il medesimo decreto disciplina, il regime di sorveglianza medica sui lavoratori professionalmente esposti.

Decreto Presidente Consiglio del Ministri del 8 Luglio 2003 (G.U. 29.08.2003) - Limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti

Nel presente decreto sono fissati i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti (vedi tabella limiti campi a bassa frequenza).

	Intensità campo elettrico E(kV/m)	Intensità induzione magnetica B(μT)
Limiti esposizione	5	100
Limiti attenzione	5	10

Nel caso di aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle 4 ore giornaliere, gli elettrodotti di nuova costruzione l'induzione magnetica deve rispettare il valore di qualità di 3 micro Tesla .

Decreto Legislativo n.81 del 9 aprile del 2008 - Capo IV del Titolo VIII

Il D.Lgs. 81/2008 (Testo Unico) al Capo IV del Titolo VIII stabilisce prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici. In base alla nuova normativa ogni datore di lavoro deve provvedere alla valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici presenti nella propria azienda. Il D.Lgs. 81/2008 stabilisce prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici). Il Capo IV del titolo VIII riguarda i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia. La direttiva non riguarda gli effetti a lungo termine. Il limite di azione per l'induzione magnetica nel caso di esposizione per motivi professionali è pari a 500 uT mentre il limite di azione per il campo elettrico è pari a 10 kV.

Decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 29 maggio 2008 - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Il provvedimento, in riferimento alla legge quadro n. 36/2001 e al DPCM 8 luglio 2003 (protezione dalla esposizione ai campi elettromagnetici) ha lo scopo di fornire il metodo per la determinazione

delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrato. La presente metodologia di calcolo si applica, quindi, agli elettrodotti esistenti o in progetto, con linee aeree o interrate.

32.4 Inquadramento dell'area

L'area dell'impianto è ubicata in terreno agricolo ricadente nel Comune di Favara (AG). Il sito è stato scelto come posizione ottimale rispetto alla linea TERNA esercita a 150 kV. La Stazione AT di Utenza, oggetto della presente trattazione sarà confinante con la Stazione TERNA descritta in apposita relazione.

Nelle vicinanze della futura nuova Stazione non sono presenti abitazioni.

33 Inquadramento elettromagnetico

Gli impianti oggetto della presente indagine sono:

- Stazione MT/AT di Utenza. Livello di tensione 35/150kV - Corrente nominale nella massima generazione 1106 A; Neutro franco a terra; 50HZ
- Sistema MT a 35kV – Quadro MT protezione linea arrivo dal parco fotovoltaico Tensione di esercizio 35 kV, neutro a terra , 50HZ
- Sistema distribuzione BT

Tensione 400V ; neutro a terra; 50HZ;

- Sistema comando apparecchiature MT/AT in cc Tensione 110 V cc + - 10 %
- Sistema in corrente continua Tensione 110 V - 24 V
- Sistema di continuità assoluta in corrente alternata UPS – 230V- Neutro a terra – 50HZ
- Sistema di trasformazione MT/BT 35/kV/0,4kV

Trafo isolato in resina 160 kVA; Neutro a terra – 50HZ

33.1 Espressioni di calcolo (CEI 211-4/1996 e 211-10/2002). Grandezze fisiche, simboli

e unità di misura

Grandezza	Simbolo	Unità
Corrente elettrica	I	Ampere (A)
Intensità di campo magnetico	H	Ampere per metro (A/m)
Intensità di induzione magnetica	B	Tesla weber al mq (T – Wb/m ²)
Permeabilità magnetica	μ	Henry al metro (H/m)

Induttanza magnetica prodotta dal trasformatore BT/MT. Valida per distanze fino a 10m.

$$B (\mu T) = 5 \times ucc / 6 \times \sqrt{S} / 630 \times (3/a)^{2,8}$$

- ucc tensione percentuale di corto circuito del trasformatore;
- S potenza nominale del trasformatore;
- a distanza dal trasformatore

Conduttori rettilinei paralleli

Linea unifilare	$B (\mu T) = 1/5 \times I/D$
Linea bifilare	$B (\mu T) = 1/5 \times I/D \times S/D$
Terna trifase in piano	$B (\mu T) = 0,2 \times \sqrt{3} \times I/D \times S/D$
Terna trifase a triangolo	$B (\mu T) = 0,1 \times 6 \times \sqrt{6} \times I/D \times S/D$

- S : Distanza tra i conduttori
- I : Corrente elettrica (A)
- D: Distanza di calcolo

Le formule suddette mostrano che l'induzione magnetica B (e l'associato campo magnetico $H \rightarrow B = \mu_0 H$; dove μ_0 è la permeabilità magnetica dell'aria, pari a 4π :

- è proporzionale alla corrente (I) e alla separazione (s) tra le fasi;
- dipende, nel caso di sistemi trifase di conduttori dalla disposizione geometrica delle fasi nello spazio;
- decresce con l'aumentare della distanza (attenuazione proporzionale a: $1/D$, nel caso di sorgente unifilare; $1/D^2$ nei casi di sorgente bifilare e di sorgente trifase; $1/D^3$ nei casi di linea a DT concorrenti uguali e concordi e fasi ottimizzate delle due terne e di spira circolare

In teoria, quindi, un modo diretto ed evidente per attenuare il campo di una sorgente è quello di ridurre l'intensità della corrente della sorgente stessa. Ad esempio, per ridurre la corrente di una linea aerea senza diminuirne la potenza attiva trasmessa occorre aumentare la tensione di esercizio della linea stessa. La scelta del livello di tensione di un elettrodotto risponde, tuttavia, a esigenze di pianificazione della rete che solo marginalmente possono essere influenzate dai problemi connessi con i campi magnetici. È ovvio quindi che l'attenzione sia rivolta prevalentemente a quelle soluzioni tecniche che, con effetto minimo sul funzionamento in servizio e a basso costo, possono ridurre efficacemente le emissioni del campo.

Allora, ragionando a parità di intensità della corrente, il campo magnetico sarà tanto minore quanto più la sorgente sarà distante dal punto considerato e quanto più i conduttori di fase saranno tra di loro ravvicinati. In sistemi trifase come le linee elettriche, la disposizione dei conduttori ai vertici di un triangolo equilatero è quella che, a parità di altre condizioni, minimizza il campo magnetico.

Quanto detto vale anche nella situazione più realistica di presenza di carichi squilibrati; in questo caso, però, l'intensità del campo magnetico dipende dalla posizione del neutro (prima non

considerato per semplicità): essa sarà tanto maggiore quanto più distante sarà il neutro dal baricentro delle tre fasi. È anche interessante notare l'effetto che una curvatura dei conduttori può avere sul campo magnetico.

La teoria di Biot e Savart applicata ad elementi conduttori filiformi curvilinei porta a dedurre che, rispetto alla situazione di un conduttore rettilineo, ad ogni "curvatura" del conduttore (o di un fascio di conduttori) corrisponde un aumento del campo magnetico nell'area concava (interna alla curvatura) delimitata dal conduttore stesso ed una diminuzione del campo nell'area convessa

Stazione MT-AT

Verifica sui cavi MT di collegamento al Trasformatore (cavi in MT)

distanza 05 m; Frequenza 50HZ

$B = 235 \mu\text{T}$; $E = 9,8 \text{ kV/m}$

Verifica a 3m dal trasformatore $B = 7,5 \mu\text{T}$; $E = 1,5 \text{ kV/m}$

Verifica a 10m dal trasformatore . $B = 0,08 \mu\text{T}$; $E = 4,1 \text{ kV/m}$

Per l'area occupata dalla Stazione con livello di tensione 150 kV e 35 kV Distanza tra le fasi lato AT : 2,20m

Distanza tra le fasi lato MT : 0,37 m DPA lato AT 14 m

DPA lato MT 7 m

La stazione è di tipo a teleconduzione, pertanto la presenza di personale autorizzato è riconducibile ad un tempo inferiore alle 4 ore

33.2 Locale Quadri MT

Quadri isolati in aria tipo "Metal-Clad"

In tutte le situazioni, oltre i 40cm dal quadro i valori risultano inferiori a $100 \mu\text{T}$. A 160 cm dal fronte quadro, i valori sono inferiori a $10 \mu\text{T}$.

Locale trasformatore S.A.

Potenza 160 kVA – Rapporto 35/04 kV

33.3 Quadro Servizi Ausiliari 400 V

A 1 metro dal fronte quadro $B = 1,6 \mu\text{T}$
A 2 metri dal fronte quadro $B = 0,5 \mu\text{T}$
A 3 metri dal fronte quadro $B = 0,2 \mu\text{T}$

34 Conclusioni

A seguito della costruzione della Stazione MT/AT di Utenza atta ad immettere alla rete nazionale di Terna l'energia prodotta dal parco fotovoltaico, è stata redatta la stima di impatto ambientale elettromagnetico con lo scopo di valutare i livelli di campo elettrico ed induzione magnetica a cui risulterebbero esposti la popolazione ed i lavoratori con la messa a regime dell'impianto.

Le principali sorgenti oggetto di indagine sono state:

1. le apparecchiature di stazione;
2. i quadri MT e BT installati nel locale servizi adiacente alla Stazione.

A distanze di pochi metri dalle sorgenti si ottiene il rispetto dei limiti previsti dal DPCM 8/7/2003.

Data 28.12.2022

Il Tecnico Incaricato
(Ing. Lo Biundo Paolo)
(Ing. Francesco Mollame)