



APRILE 2022

SOLARPOWER S.R.L.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 46.6 MW

COMUNE DI NARDO' (LE)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Relazione tecnica opere di connessione

Progettista

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

Codice elaborato

2725_4463_NA_VIA_R25_Rev0_Relazione tecnica opere di
connessione



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2725_4463_NA_VIA_R25_Rev0_Relazione tecnica opere di connessione	04/2022	Prima emissione	Afr	CP	L. Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Marco Corrà	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ord. Ing. Milano A29719
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico	Ordine Ing. Cagliari. 8788
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
Sergio Alifano	Architetto	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Guido Bezzi	Agronomo	Ordine Agronomi di Foggia n. 382
Caterina Polito	Archeologo	Operatori abilitati all'archeologia preventiva n.2617
Fabio De Masi	Ingegnere – Acustico	Elenco nazionale ENTECA N. 5291
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Andrea Fanelli	Perito Elettrotecnico	
Massimiliano Kovacs	Geologo	Ordine Geologi Lombardia n.1021

**INDICE**

1. PREMESSA	4
1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO	5
2. ARCHITETTURA OPERE DI CONNESSIONE	6
3. STAZIONE ELETTRICA UTENTE	8
3.1 QUADRO MT	8
3.2 TRASFORMATORE MT/AT	9
3.3 APPARECCHIATURE AT	10
3.4 QUADRO BT.....	10
3.5 TRASFORMATORE MT/BT.....	10
3.6 QUADRO BT CORRENTE ALTERNATA	11
3.7 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE CORRENTE CONTINUA.....	11
3.8 CARATTERISTICHE RADDRIZZATORE	11
3.9 INVERTER.....	12
3.10 COMMUTATORE STATICO	13
3.11 DISTRIBUZIONE 230 V CA PER ALIMENTAZIONE UTENZE PRIVILEGIATE	13
3.12 QUADRO DISTRIBUZIONE C.C.....	13
3.13 BATTERIA.....	13
3.14 GRUPPO ELETTROGENO	14
3.15 SBARRE AT	14
3.16 RETE DI TERRA	15
4. LINEA IN CAVO AT VERSO STAZIONE TERNA	16
4.1.1 Posa del cavo AT e del tritubo.....	17
5. LINEA DI CONNESSIONE MT VERSO L'AREA DI IMPIANTO	18
6. SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO	21
7. PROTEZIONI.....	22
8. ESERCIZIO DELL'IMPIANTO.....	24
9. MISURE E LORO SISTEMI DI TRASMISSIONE – RTU	25
9.1 MISURE DELL'ENERGIA SCAMBIATA CON LA RTN	25
9.2 MISURA DELL'ENERGIA CEDUTA A MONTE DEL TRASFORMATORE.....	25
9.3 MISURA CONSUMI AUSILIARI STAZIONE UTENTE.....	26
9.4 TELETRASMISSIONE DELLE MISURE - RTU	26
10. CAMPI ELETTROMAGNETICI E DPA	27
10.1 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	27
10.2 DEFINIZIONI	29
10.3 CALCOLO DELLE DPA PER LA SSE D'UTENZA.....	32
10.4 CALCOLO DELLE DPA PER LA LINEA AT 150 kV	35
10.5 CALCOLO DELLE DPA PER LE LINEE MT 30 kV	37



1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare gli aspetti tecnici legati alla connessione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare), avente potenza pari a circa 46.6 MW, e di tutte le opere ad esso annessi, quali cavidotto MT di collegamento verso l'area di impianto e Stazione Utente 30/150 kV per l'immissione dell'energia nella Rete di trasmissione nazionale.

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo SOLARPOWER S.R.L., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a Nord - Ovest del territorio comunale di Nardò (LE) su un'area catastale di circa 61.21 ettari complessivi di cui circa 45.87 ha recintati. L'impianto interessa due aree:

- La prima ubicata in agro di Nardò (LE), di estensione catastale pari a circa 50.04 ha (37.83 ha cintati), a nord est della pista automobilistica (anello), denominata Area Sud (B+C)
- La seconda ubicata a circa 1 km a nord dalla prima, sempre in agro di Nardò (LE), di estensione catastale pari a circa 11.17 ha (8.04 ha cintati), denominata Area Nord (A)

L'Area Sud è a sua volta suddivisa in due sezioni, delimitate da recinzioni diverse, questo per mantenere una strada interpodereale di accesso ad altre proprietà intercluse. L'Area Nord invece costituisce un'unica sezione.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali che saranno installati su strutture mobili (tracker) di tipo monoassiale mediante palo infisso nel terreno.

L'indice di consumo del suolo è stato contenuto nell'ordine del 47% calcolato sulla superficie utile di impianto. Le strutture saranno posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro di 8.1 m per consentire, in entrambi i casi, la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento. Saranno utilizzate due tipologie di strutture: una da 28 moduli (Tipo 1) e una da 14 moduli (Tipo 2).

I terreni non occupati dalle strutture dell'impianto continueranno ad essere adibiti ad uso agricolo ed è prevista una piantumazione e coltivazione di ulivi.

La connessione dell'impianto con la RTN avverrà mediante un cavidotto in MT a 30 kV che collegherà la Cabina di Consegna interna al parco con la costruenda Sottostazione (SSE) da realizzarsi nei pressi della esistente Stazione elettrica (SE) Terna di Erchie. Nella SSE l'energia elettrica subirà un'ulteriore trasformazione di tensione (30/150 kV) prima di essere collegata in antenna alla SE e quindi immessa nella rete nazionale (RTN) di alta tensione a 150kV.



1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 1.1: Dati di progetto

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	SOLARPOWER S.R.L.
Luogo di installazione:	Nardò (LE)
Denominazione impianto:	"Psaier Nardò"
Potenza di picco (MW _p):	46.6 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker fissate a terra su pali
Inclinazione piano dei moduli:	+55° - 55°
Azimut di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Il PUG del Comune di Nardò colloca l'area di intervento in zona E1 –agricola
Cabine:	n. 11 cabine distribuite in campo
Cabina Generale MT:	n. 2 cabine interne al campo FV esercite a 30 kV
Rete di collegamento:	Media Tensione 30 kV
Coordinate area nord (punto di allaccio cavidotto MT):	40.354214° N 17.817373° E 95 m slm
Coordinate area sud (punto di allaccio cavidotto MT):	40.343591° N 17.810541° E 55 m slm

2. ARCHITETTURA OPERE DI CONNESSIONE

L'energia di ciascun sotto-campo fotovoltaico delle sezioni B+C sarà convogliata (tramite linee MT 30 kV in cavo) nella Cabina Generale MT della sezione B; mentre l'energia dei sotto-campi della sezione A sarà convogliata insieme all'energia della cabina generale MT della sezione B all'interno della cabina generale MT ubicata nel perimetro della sezione A.

Dalla Cabina generale MT della sezione A l'energia sarà trasportata, tramite due linee in cavo MT da 630 mm² a 30 kV nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE).

In relazione alla Soluzione Tecnica di Connessione proposta da TERNA S.p.a. l'ubicazione della SSE sarà quella riportata nell'immagine sotto riportata.

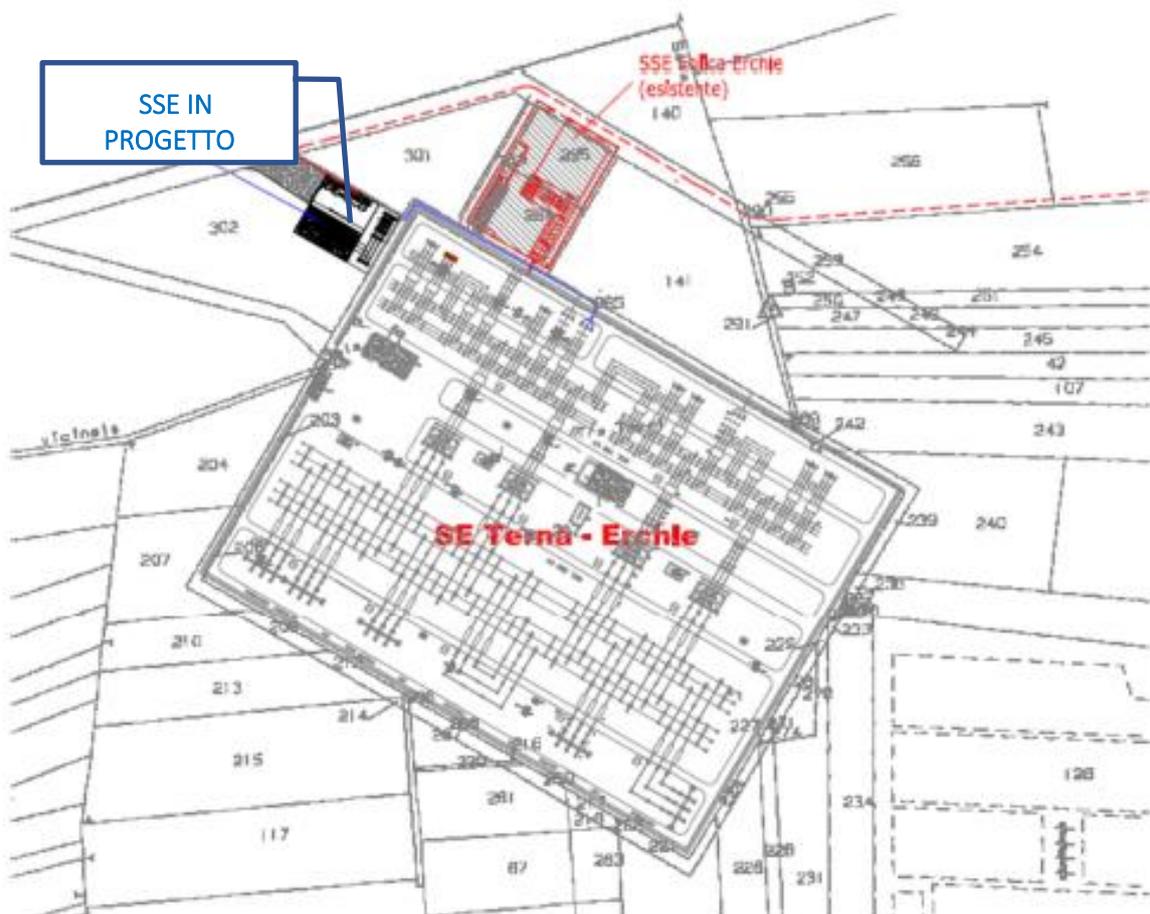


Figura 2.1: Ubicazione della SSE in progetto

Nella SSE avverrà un altro innalzamento di tensione da MT (30 kV) ad AT (150 kV) e quindi la consegna dell'energia prodotta. Nella SSE saranno anche installati gli Apparecchi di Misura e relativi trasduttori (TA e TV). In generale le opere per la connessione dell'impianto fotovoltaico saranno costituite da:

- Linee in cavo MT 30 kV di collegamento tra la cabina generale MT della sezione A e la cabina generale di SSE utente; le linee saranno in cavo in rame direttamente interrato con designazione RG7H1R di sezione 630 mm²;
- Stazione Elettrica Utente in cui avverrà il convogliamento dell'energia prodotta a livello di tensione 30 kV e la trasformazione a livello di tensione 150 kV per la successiva immissione in



rete presso lo stallo designato in stazione Terna 380/150 kV; la sottostazione utente sarà costituita da:

- Cabina generale di SSE utente con all'interno il quadro MT con gli arrivi e le partenze verso le sezioni di impianto, locale trasformatore per l'alimentazione degli ausiliari, locale contatori per la misura fiscale e locale di controllo con all'interno tutti gli apparati per la comunicazione e la gestione dell'impianto verso RTN.
- Trasformatore elevatore AT/MT di potenza indicativa 50 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra.
- 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.
- Apparecchiature elettriche di protezione e controllo 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.
- Linea in cavo AT 150 kV verso la stazione Terna.



3. STAZIONE ELETTRICA UTENTE

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico viene raccolta nelle cabine di Smistamento e convogliata verso la Stazione Elettrica Utente (tramite tre linee MT a 30 kV in cavo), 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. Più precisamente il collegamento in cavo avverrà tra lo stallo dedicato nella SE Terna di Erchie ed un sistema di sbarre a 150 kV a cui è collegato, a sua volta, lo stallo AT della SSE Utente. Il sistema di sbarre sarà realizzato in modo tale da permettere il collegamento (allo stesso stallo della SE TERNA) di altri utenti attivi (produttori). Tali sbarre, infatti, potranno essere facilmente prolungate e permettere la connessione di altri utenti.

La SSE si prevede che occupi complessivamente una superficie di 1.400 mq circa, per l'installazione del trasformatore, dello stallo AT 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.

3.1 Quadro MT

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

- interruttore Linea A – dalla CdS (impianto fotovoltaico);
- interruttore Linea B – dalla CdS (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.



3.2 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 50 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.

Le principali caratteristiche elettriche del trasformatore sono riportate nella scheda seguente.

Tabella 3.1: dati tecnici trasformatore

Potenza nominale (ONAN/ONAF)	40/50 MVA		
Frequenza	50 Hz		
Rapporto di trasformazione a vuoto	150 ± 12 x 1,25% / 31 kV		
Collegamenti	Stella con neutro / Triangolo		
Gruppo vettoriale	YNd11		
Caratteristiche elettriche riferite alla potenza	40 MVA	50 MVA	
perdite a vuoto a Vn nominale	21.6 kV	21.6 kV	
perdite nel rame a 75°C, rapporto nominale	166.5 kV	260.2 kV	
tensione di c.c. a 75°C, rapporto nominale	12.0 %	15.0 %	
Indice di Efficienza di Picco PE1	99.7001		
Sovratemperature:			
temperatura max. ambiente	40 °C		
sovratemperatura max. olio	60 °C		
sovratemperatura media avvolgimenti	65 °C		
Tensioni di prova:	AT	Neutro	MT
	Uniforme		Uniforme
impulso 1,2 / 50 μsec	650 kV	650 kV	170 kV
tensione indotta	300 kV	-	Consequente
tensione applicata	275 kV	275 kV	70 kV
Terminali esterni:			
posizione isolatori sul lato cassa	Lungo	Corto	Corto
Tipo	Condensatore		Ceramico
Quantità	3	1	3
Tensione nominale	1707 kV	170 kV	36 kV
Corrente nominale	800 A	800 A	1250 A
Pesi e dimensioni preliminari:			
Peso Olio	16500 kg		
Peso Parte estraibile	33000 kg		
Peso Totale	61400 kg		
Lunghezza	7450 mm		
Larghezza	4050 mm		
altezza	4550 mm		



- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| • Collegamento | Zig-Zag / Stella con neutro |
| • Gruppo vettoriale | ZNn11 |
| • Raffreddamento | ONAN |

3.6 Quadro BT corrente alternata

Sarà previsto un armadio dedicato opportunamente dimensionato, prevedendo gli adattamenti necessari alle effettive esigenze di impianto, con struttura auto-portante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione nominale: 1.000 V
- Tensione esercizio: 400/230 V
- Corrente nominale: 160 A
- Corrente corto circuito: 10 kA
- Grado di protezione: IP30

ed indicativamente sarà composto da:

- n. 1 interruttore 4x160 A di arrivo dal trasformatore di distribuzione, scatolato,
- protezione magneto-termica, contatti ausiliari segnalazione scatto; equipaggiato con un
- gruppo misura costituito da voltmetro e amperometro
- n. 1 interruttore 4x100 A di arrivo dal gruppo elettrogeno GE, scatolato, protezione
- magneto-termica, contatti ausiliari segnalazione scatto; l' interruttore sarà interbloccato
- con l' interruttore di arrivo del trasformatore di distribuzione
- interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magneto-termica, contatto
- ausiliario dis segnalazione posizione; alcuni interruttori saranno previsti con blocco
- differenziale 300 mA
- n. 1 relè di minima tensione
- n. 1 contatore statico multifunzione tipo FRER o equivalente classe 0,5, ad uso UTF, completo di:
 - Morsettiera di prova
 - Morsettiera di appoggio
 - Certificazione di verifica / taratura fiscale UTF

3.7 Sistema di distribuzione corrente continua

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua sarà previsto un sistema di distribuzione costituito da:

- n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami
- n. 1 inverter con by-pass completo di distribuzione 230 V CA (utenze privilegiate)
- n. 1 batteria di accumulatori al piombo tipo ermetico
- n. 1 quadro di distribuzione 110 V CC

3.8 Caratteristiche raddrizzatore

Raddrizzatore di corrente trifase/caricabatteria a due rami adatto per l'alimentazione stabilizzata delle utenze a 110 V CC ed alla contemporanea carica di una batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico.

Caratteristiche principali

- Tensione nominale: trifase 400 V \pm 10% - 50 Hz \pm 5%
- Tensione nominale di uscita: 110 V CC (\pm 1% in presenza di rete)



Ramo Batteria (tecnologia Chopper)

- Corrente di ricarica batteria: 15 A
- Ripple: < 1%
- Funzionamento: Automatico, curva carica "IU" DIN 41773
- Stabilizzazione statica: $\pm 0,5\%$

Ramo Servizi (tecnologia SCR)

- Erogazione continua ai carichi: 30 A
- Ripple: < 1%
- Stabilizzazione statica: $\pm 0,5\%$

Componenti principali

- n. 1 Interruttore di rete generale automatico
- n. 2 Sezionatori a fusibile ingresso rami
- n. 1 Trasformatore trifase ingresso Ramo Servizi
- n. 1 Trasformatore monofase ingresso Ramo batteria
- n. 1 Convertitore AC/DC in tecnologia Chopper per Ramo Batteria
- n. 1 Ponte SCR total - controllato per Ramo Servizi

Strumentazione

- n. 1 Voltmetro/Amperometro digitale (3 cifre e 1/2) di Batteria
- n. 1 Voltmetro/Amperometro digitale (3 cifre e 1/2) di Uscita Impianto

Segnalazioni

Pannello sinottico completo dei seguenti leds per la segnalazione di:

- Ramo Batteria: *Rete regolare; In servizio; Minima tensione batteria; Avaria; Batteria in scarica.*
- Ramo Impianto: *Rete regolare; In servizio; Tensione CC bassa; Avaria; Polo +/- a terra; Interruttori aperti.*
- Pulsante Prova Led
- Contatti flottanti su scheda interfaccia allarmi per le seguenti segnalazioni di allarme: *Mancanza rete; Avaria; Minima tensione batteria; Polo +/- a terra.*

3.9 Inverter

Inverter con tecnologia IGBT avente uscita in onda sinusoidale adatto all'alimentazione di carichi privilegiati in C.A. L'inverter avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale di ingresso: 110 V CC
- Range tensione di ingresso: min. 1,75 V/el. max. 2,4 V/el.
- Tensione di uscita monofase: 230 V – 50 Hz $\pm 1\%$
- Frequenza di uscita: 50Hz +/-0,01%
- Distorsione armonica: 3%
- Forma d'onda: Sinusoidale
- Potenza nominale: 3.000 VA

Sorvegliatore d'isolamento

- Interruttore automatico di ingresso con dispositivo di precarica
- Interruttore automatico uscita
- Interruttore automatico rete soccorso



Segnalazioni

- Contatti flottanti in morsettiera per le seguenti segnalazioni e comandi:
- Minima tensione ingresso c.c.; Tele-accensione e Tele-spegnimento; Avaria.

3.10 Commutatore statico

E' previsto un commutatore statico in grado di gestire due alimentazioni, una proveniente da inverter e l'altra dalla rete di soccorso (può essere anche un altro inverter). In condizioni normali il carico viene alimentato da inverter, in caso di avaria il commutatore scambia istantaneamente il carico sulla rete di soccorso. Il ripristino delle condizioni normali avviene automaticamente. Il commutatore è di tipo statico, il tempo di commutazione non è superiore a 2 ms.

3.11 Distribuzione 230 V CA per alimentazione utenze privilegiate

Per l'alimentazione delle utenze privilegiate 230 V – 50Hz saranno previsti sul fronte quadro dell'armadio raddrizzatore/inverter un numero idoneo di interruttori modulari automatici. La distribuzione è riportata in morsettiera per il collegamento delle utenze. Gli interruttori sono completi di contatto ausiliario per indicazione di intervento, anch'esso, riportato cumulativo in morsettiera.

3.12 Quadro distribuzione C.C.

Sarà previsto un armadio dedicato opportunamente dimensionato, prevedendo gli adattamenti necessari alle effettive esigenze di impianto, nella configurazione massima, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte :

- Tensione esercizio: 110 V CC + - 10%
- Corrente nominale: 100 A
- Corrente c.to c.to: 10 KA
- Forma: 2
- Grado protezione: IP30

e indicativamente sarà composto da:

- arrivo con sezionatore sottocarico 2x100 A
- relè minima tensione
- relè polo a terra
- voltmetro e amperometro
- interruttori modulari bipolari
- protezione magnetotermica
- contatto ausiliario segnalazione posizione.

3.13 Batteria

Batteria di accumulatori ermetici in lega piombo-calcio-stagno con le seguenti caratteristiche principali:

- Capacità nominale: 100 Ah / 10h
- Tensione nominale totale: 108 V CC
- Tensione fine scarica: 99 V CC
- Vita attesa: 12 anni
- Temperatura elettrolito di progetto: 20-25 °C
- Installazione: armadio



3.14 Gruppo elettrogeno

I servizi ausiliari di stazione saranno alimentati solo dalla rete a 150 kV, per il tramite di trasformazioni AT/MT e MT/BT, e sarà presente un gruppo elettrogeno di emergenza da 25kVA. La commutazione rete gruppo avverrà in automatico in modo che nessun parallelo con la Rete possa verificarsi.

Il gruppo elettrogeno di emergenza sarà destinato ad alimentare le utenze BT nel caso di mancata tensione del trasformatore di distribuzione dei servizi ausiliari e sarà posizionato all'interno dell'edificio di stazione in apposito locale dedicato. Avrà le seguenti caratteristiche principali:

- | | |
|--|--------------------|
| • Potenza nominale in servizio continuo | 20,0 kVA – 16,0 kW |
| • Potenza nominale in servizio intermittente | 22,0 kVA – 17,6 kW |
| • Tensione nominale | 400/230 V |
| • Frequenza | 50 Hz |
| • Velocità di rotazione | 1.500 giri/min |
| • Motore termico | diesel |
| • Raffreddamento | acqua |
| • Regolatore di velocità | meccanico |
| • Alternatore | di primaria marca |
| • Regolatore di tensione | A.V.R. elettronico |
| • Grado di protezione | IP 23 |

Il gruppo elettrogeno sarà dotato di:

- serbatoio combustibile di 50 litri, secondo circolare 31 MI.SA 78 (11), completo di indicatore di livello carburante a quadrante e di sensore di allarme min/max livello e avviamento arresto elettropompa carburante.
- quadro elettrico di comando e controllo per il funzionamento in automatico che, al mancare della tensione di rete, anche su una sola fase, inizia il ciclo di avviamento automatico, con un breve ritardo, per evitare partenze in caso di micro interruzioni della rete. Appena il gruppo ha raggiunto le condizioni nominali, dopo circa 10 secondi dalla mancanza della tensione di rete, viene abilitata l'inserzione del gruppo sull'utenza. Al rientro della tensione di rete, dopo un tempo opportuno, viene disinserito il gruppo dall'utenza e ripristinata l'alimentazione della rete. Dopo un tempo adeguato, necessario per il raffreddamento del motore, viene comandato l'arresto automatico del gruppo.
- Interruttore magnetotermico quadripolare per la protezione del generatore contro i corto circuiti, in esecuzione fissa, comando manuale.
- relè di protezione differenziale contro i contatti indiretti.
- carenatura insonorizzata in lamiera di acciaio zincato per il contenimento del gruppo elettrogeno, completa di sportelli apribili per la manutenzione e oblò lato quadro comando e controllo.
- marmitta con apposito condotto per evacuazione all'esterno dei fumi di combustione.
- silenziatore gas di scarico tipo residenziale e pulsante arresto di emergenza integrati nella sagoma della carenatura.

3.15 Sbarre AT

Come 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. A partire dai colonnini di attestazione dei cavi AT avremo in sequenza un sezionatore una terna di TV, un interruttore tripolare AT con TA integrati, per

sezionamento e protezione delle sbarre AT. Le sbarre saranno perpendicolari allo stallo AT utente di modo che possano essere prolungate per permettere la connessione di altri utenti AT. Le sbarre AT



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

3.16 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 50/70 mmq, 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).

4. LINEA IN CAVO AT VERSO STAZIONE TERNA

Si vede come la SSE utente sarà realizzata in adiacenza alla stazione Terna 380/150 kV di Erchie.

Il complesso, costituente il collegamento in cavo AT, prevederà i seguenti elementi di impianto:

- Terna di terminali passanti per cavi 150 kV tipo Prysmian TES 170 AD (o equivalente) completi di supporto, installati all'interno della SE TERNA;
- Terna di cavi unipolari con le seguenti caratteristiche:
- Designazione ARE4H5E
- Sezione 3x(1x1600) mm²
- Isolamento XLPE
- Portata di corrente di progetto: circa 900 A (norma CEI 11-17)
- Peso del cavo 11,2 kg/m
- Raggio minimo di curvatura 2,65 m

Si riportano di seguito i principali dati tecnici di progetto:

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	1600 mm ²
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	170 kV

di seguito si riporta una sezione e descrizione di un tipico cavo in AT:

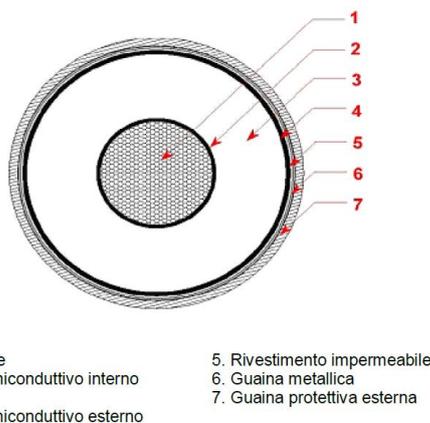


Figura 4.1 Sezione cavo AT 150 kV

Il costruttore e la tipologia del materiale/componenti dovranno essere confermati in sede di progetto esecutivo. La sezione del cavo dovrà essere condivisa con Terna.

La terna di cavi AT per il collegamento dello stallo in SSE alla stazione Terna dovrà essere posata con disposizione delle fasi a trifoglio su tubo, ad una profondità di circa 1,5 m rispetto alla quota "0". Nello stesso scavo, ad una distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà predisposto un tritubo per il passaggio della fibra ottica (48 fibre) per la trasmissione dati.

4.1.1 Posa del cavo AT e del tritubo

La terna di cavi AT per il collegamento della SSE utente alla stazione Terna dovrà essere posata con disposizione delle fasi a trifoglio su tubo, ad una profondità di circa 1,5 m rispetto alla quota "0". Nello stesso scavo, ad una distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà predisposto un tritubo per il passaggio della fibra ottica (48 fibre) per la trasmissione dati.

Di seguito si riportano i dati sulle condizioni di posa e installazione del cavo AT:

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"cross bonding" o "single point-bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio o in Piano
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitore in PVC – profondità	1,00 m circa

Si riporta di seguito un esempio di posa della terna di cavi AT 150 kV su sede stradale:

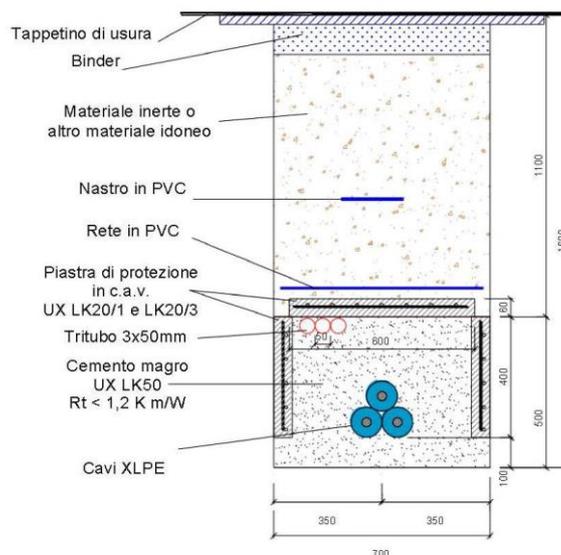


Figura 4.2 Tipico di posa terna di cavi AT 150 kV su sede stradale



5. LINEA DI CONNESSIONE MT VERSO L'AREA DI IMPIANTO

A partire dalla cabina generale di SSE utente, partiranno due linee MT 30 kV di connessione della SSE utente con l'area di impianto fotovoltaico.

Tali linee avranno una lunghezza di circa 13,5 km ciascuna e indicativamente avranno le seguenti caratteristiche elettriche e meccaniche:

- Designazione cavo: RG7H1R
- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz
- Tensione nominale di esercizio: 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C
- Temperatura massima di cortocircuito: 250°C
- Sezione di riferimento: 1x630 mm²

Le condizioni di posa di tale cavo sono le seguenti:

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di circa 1 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da protezione meccanica supplementare.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Gli attraversamenti di eventuali opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17; per la valutazione delle interferenze lungo il tracciato di connessione verso l'area di impianto si rimanda allo specifico documento di dettaglio.

La sezione tipica di scavo per i tratti compresi tra la SSE utente e l'area di impianto fotovoltaico è la seguente:

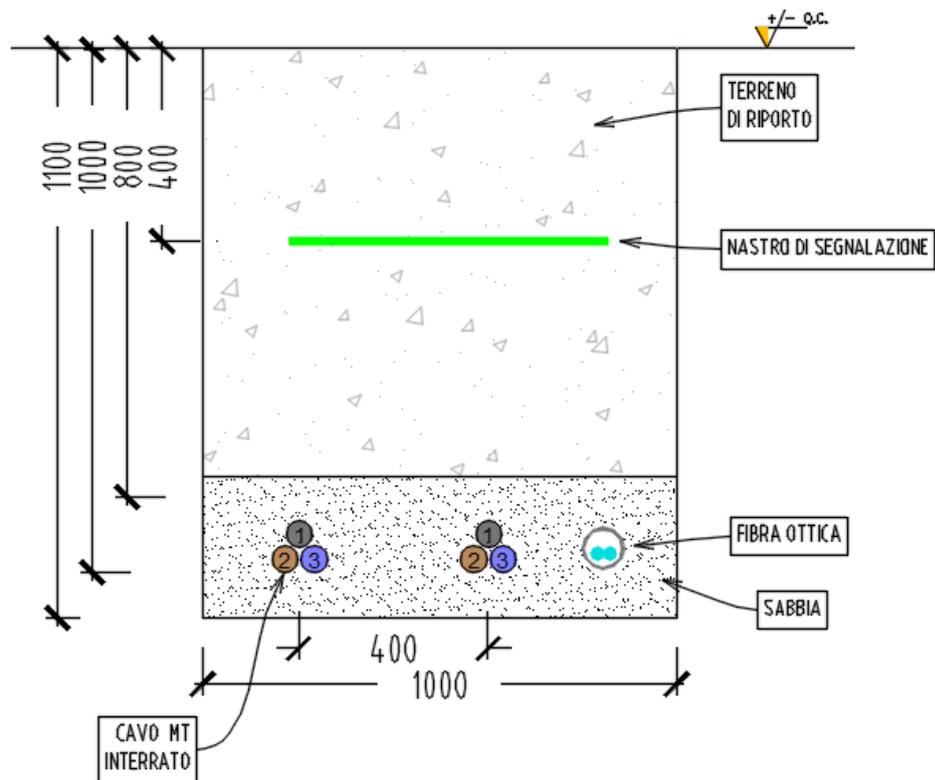


Figura 5.1 – Tipico posa cavi MT

Gli schermi dei cavi dovranno essere messi a terra ogni 500 m per garantire l'equi potenzialità dei tratti con l'area di SSE e l'area di impianto fotovoltaico.

Si riportano di seguito i dati tecnici ed elettrici relativi alla sezione di cavo scelta:



RG7H1R - 18/30 kV

U_o/U: 18/30 kV

U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portate di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1440	229	254	214	222
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1700	285	316	263	272
1 x 95	11,4	8,0	38,2	2015	347	387	314	325
1 x 120	12,9	8,0	40,0	2375	401	445	358	370
1 x 150	14,3	8,0	41,0	2705	452	505	400	415
1 x 185	16,0	8,0	43,1	3060	520	580	453	469
1 x 240	18,3	8,0	45,0	3790	615	680	525	540
1 x 300	21,0	8,0	47,0	4470	705	775	593	606
1 x 400	23,2	8,0	51,1	5475	815	895	671	685
1 x 500	26,1	8,0	53,0	6600	943	1030	761	775
1 x 630	30,3	8,0	60,2	8110	1085	1170	860	875

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:

- Resistività termica del terreno: 1 K·m/W
- Temperatura ambiente 20°C
- profondità di posa: 0,8 m

Caratteristiche elettriche

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz		Reattanza di fase		Capacità a 50Hz
		a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	
n° x mm ²	Ω/Km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	μF/km
1 x 50	0,387	0,494	0,494	0,15	0,20	0,15
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,14	0,20	0,16
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,13	0,19	0,18
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,13	0,18	0,19
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,12	0,18	0,20
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,12	0,18	0,22
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,11	0,17	0,24
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,11	0,17	0,27
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,11	0,16	0,29
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,10	0,16	0,32
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,099	0,16	0,36

Figura 5.2 - Caratteristiche tecniche ed elettriche cavo MT scelto



6. SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO

In linea generale il compito del sistema di protezione e comando è quello di garantire la protezione dell'impianto contro tutti i possibili guasti interni ed il distacco dello stesso dalla rete per guasti o anomalie su di essa. Il sistema è inoltre chiamato a garantire la massima affidabilità di esercizio per la sicurezza delle persone e dell'impianto. Il sistema di supervisione e raccolta dati dell'impianto di sottostazione, che supporta ed integra il sistema locale sarà tale da consentire la gestione dell'impianto da remoto (PC, monitor, stampante, mouse, tastiera ecc), da software necessari alla comunicazione ed alla gestione dei dati e da apparecchiature di trasmissione dati (switch, concentratori, modem, etc). Un sistema di connessione Internet permette l'invio di segnalazioni d'allarme su numeri reperibili e il collegamento al sistema di supervisione da postazioni remote. Tra le varie possibilità di connessione alla rete si segnalano l'HDSL, l'ADS satellitare e la Net Ride CDN tra le quali la committente può scegliere secondo la propria convenienza. Al sistema di supervisione vengono portati, tra gli altri, i segnali provenienti dalle unità funzionali di media tensione, relativi a:

- stato degli interruttori e dei sezionatori;
- intervento su guasto delle protezioni;
- comandi per l'apertura e chiusura da remoto;

e da altri sistemi quali: quadri BT, rivelazione incendi, soccorritori ecc. che potranno essere interfacciati al sistema per una più efficace gestione dell'impianto. Per far sì che ciò sia possibile tutti i singoli componenti saranno idonei e predisposti allo scopo.



7. 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.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato A17 del Codice di Rete saranno impostate le seguenti tarature delle protezioni di interfaccia:

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

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

Le protezioni 59, 27 e 81 saranno alimentate da tensioni concatenate.

Di seguito si riporta un elenco sintetico delle protezioni previste, su quali interruttori agiscono e i relativi effetti (comandi) sugli interruttori stessi dell'impianto.



ELEMENTO DI IMPIANTO	PROTEZIONI	COMANDI
Trasformatore 30/150 kV 150 kV – montante 152 TR	Differenziale trasformatore - 87T	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Massima corrente di fase – 50/51 AT	Apertura e blocco 152 TR
	Minima tensione concatenata – 27 AT	Apertura 152 TR
	Massima tensione concatenata – 59 AT	
	Massima tensione omopolare - 59N AT	
	Minima frequenza – 81<	
	Massima frequenza 81>	
	Mancata apertura interruttore – 50BF AT	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
Trasformatore 30/150 kV 30 kV – montante 52 TR	Massima corrente di fase – 50/51 MT	Apertura 52 TR
	Guasto verso TR – 67N	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Minima tensione concatenata – 27 MT	Allarme
	Massima tensione omopolare - 59N MT	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Massima tensione concatenata – 59 MT	Apertura 152 TR e 52 TR
Linea A da Parco Eolico 30 kV – montante 52 LA	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 LA
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Linea B da Parco Eolico 30 kV – montante 52 LB	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 LB
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Cabina di Smistamento 30 kV – montante 52 LSC1	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 LSC1
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Cabina di Smistamento 30 kV – montante 52 LSC2	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 LSC2
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Cabina di Smistamento 30 kV – montante 52 LSC3	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 LSC3
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Cabina di Smistamento 30 kV – montante 52 LSC4	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 LSC4
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Cabina di Smistamento 30 kV – montante 52 LSC5	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 LSC5
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	

Il coordinamento e la definizione delle tarature delle protezioni saranno definiti 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.



8. ESERCIZIO DELL'IMPIANTO

Tutte le attività di gestione dell'impianto del Produttore saranno effettuate da personale specializzato e specificatamente addestrato, raggiungibile tramite numeri di telefonia fissa, eventuali dispositivi cellulari avranno funzione di riserva. Un elenco nominativo del personale sarà fornito dal Produttore a TERNA e tenuto costantemente aggiornato in caso di variazioni. L'impianto sarà condotto da detto personale 24 ore su 24, per tutti i giorni dell'anno.

In condizioni normali di esercizio i gruppi di generazione del produttore saranno eserciti in parallelo con la rete, pertanto i montanti 189U, 152TR e 52TR saranno di norma chiusi; detti montanti, inoltre potranno essere telecomandati da personale del Produttore.

L'esercizio dell'impianto in stato di emergenza ed il relativo ripristino sarà dettagliatamente definito in sede di stesura del Regolamento di Esercizio.

L'impianto fotovoltaico di generazione e i relativi macchinari e apparecchiature saranno progettati, costruiti ed eserciti per restare in parallelo in condizioni normali di esercizio, di emergenza e di ripristino della rete.

In tali condizioni l'impianto di generazione dovrà garantire:

- la regolazione di potenza attiva;
- la regolazione di potenza reattiva;
- l'inserimento graduale della potenza immessa in rete.
- Il Capitolo 4 del Codice di Rete (Regole per il Dispacciamento) prevede che gli Utenti del Dispacciamento delle Unità di Produzione localizzate nei poli di produzione limitata debbano dotarsi di dispositivi di telescatto e/o teleriduzione. Pertanto, essendo la centrale in oggetto appartenente a un Polo di Produzione limitato, in caso di apertura su evento (scatto) delle linee afferenti al polo limitato, i gruppi generatori potranno essere automaticamente disconnessi e/o sottoposti a ridurre la propria produzione con interventi mirati a minimizzare le conseguenze dell'evento e a ripristinare la sicurezza del sistema elettrico.
- Per consentire a TERNA il controllo in tempo reale della rete elettrica, saranno installate le apparecchiature necessarie al prelievo e alla trasmissione al Sistema di controllo di TERNA delle tele-informazioni dettagliatamente definite in sede di Regolamento di Esercizio.
- Non è prevista l'installazione dell'oscillografoturbografo, in quanto la potenza dell'impianto fotovoltaico è inferiore a 50 MW.
- L'installazione dell'UPDM, sarà definita di concerto con TERNA.
- In caso di avaria del sistema di prelievo e/o trasmissione dati, su richiesta di TERNA, il Produttore invierà giornalmente, via e-mail o tramite fax, i valori orari della potenza attiva e reattiva misurati lato 150kV.



9. MISURE E LORO SISTEMI DI TRASMISSIONE – RTU

Il sistema di misura dell'energia prodotta e scambiata dall'impianto fotovoltaico in progetto è costituito da:

- Un Gruppo di Misura nel punto di consegna AT, installato nella SSE Utente, per l'energia ceduta;
- Un Gruppo di Misura per l'energia ceduta a monte del Trasformatore, quindi in MT;
- Un Gruppo di Misura per i consumi ausiliari della Stazione Utente.

9.1 Misure dell'energia scambiata con la RTN

Nella SSE Utente è installato il GdM bidirezionale per la misura dell'energia scambiata con la RTN.

Il Gruppo di Misura sarà costituito da:

- N.1 AdM principale
- N. 1 AdM di riscontro
- N.3 TA
- N.3 TV
- N.1 dispositivo di comunicazione

La realizzazione complessiva del sistema di misura è conforme alle prescrizioni del documento Terna INSPX3 "Specifica Tecnica Funzionale e Realizzativa delle Apparecchiature di Misura".

Gli Apparecchi di Misura (AdM) saranno installati in un quadro (Quadro Misure - QMIS), ubicato in locale dedicato (Locale Misure) nell'ambito dell'edificio della SSE. Nel Quadro Misure sono installate le morsettiere UTF sigillabili.

I tre TA (uno per fase) sono inseriti in serie sulle sbarre principali AT della SSE Utente. Per ogni singolo TA avremo fino a quattro secondari di cui uno esclusivamente utilizzato per le misure fiscali. Questo secondario sarà sigillabile nel quadro a bordo TA e sulla morsettiera del Quadro Misure. Saranno anche sigillate le tre resistenze zavorra utilizzate per le misure amperometriche ed installate nel Quadro Misure.

I tre TV (uno per fase) obbligatoriamente di tipo induttivo ed ad uso esclusivo per le misure, saranno inseriti tra fase e terra sempre sulle sbarre principali AT della SSE.

I contatori saranno corredati di dispositivi di comunicazione che consentono la lettura da remoto ed il collegamento con il SAPR del Gestore di Rete.

9.2 Misura dell'energia ceduta a monte del trasformatore

Nella Stazione Utente sarà installato un GdM per la misura in MT dell'energia ceduta, a monte del trasformatore, costituito da:

- N.2 AdM
- N.3 TV
- N.6 TA

I due AdM sono destinati a misurare l'energia sulle due linee (A e B) in arrivo dalla Cabina di Smistamento. Su ciascuna di esse saranno inseriti tre TA a monte dell'interruttore.

I tre TV saranno invece inseriti all'interno dello scomparto misure del quadro MT di cabina.



9.3 Misura consumi ausiliari Stazione Utente

Nella Stazione Utente sarà installato inoltre un GdM per la misura dei consumi degli ausiliari di Stazione, costituito da:

- N.1 AdM
- N.3 TA

Tutte le apparecchiature saranno installate all'interno del Quadro Servizi Ausiliari (QSA). L'AdM è sigillabile, così come la morsettiera di prova e le calotte dei tre TA, che saranno inseriti in serie a valle del Trasformatore ausiliari e a monte dell'interruttore generale servizi ausiliari.

9.4 Teletrasmissione delle misure - RTU

In ottemperanza ai dettami delle Guide Tecniche, TERNA acquisirà dall'impianto di produzione le informazioni che possono essere utili al fine del corretto funzionamento della rete AT, ovvero:

- Telemisure:
 - Dal montante AT 150kV in partenza verso SE TERNA - I (una Fase), V (una concatenata presa dal TVP. che deve essere pari a 0 se è aperto il 152L (ovvero il 189L), $\pm P$ e $\pm Q$.
 - Dal montante AT 150kV TR - $\pm P$, $\pm Q$ e posizione della tacca del VSC del Trasformatore (scala assoluta da 1 a 21).

Relativamente ai versi delle potenze e secondo le usuali convenzioni di TERNA la potenza attiva e la potenza reattiva induttiva sono con segno positivo se uscenti dalla sbarra;

- Telesegnali: stato dell'interruttore AT 152TR caratterizzato con il sezionatore 189U.

Tali informazioni saranno trasmesse alle unità operative di TERNA, secondo quanto definito nel Regolamento di Esercizio.

Per poter effettuare la trasmissione è prevista una Unità Remota (RTU), installata nel locale quadri BT dell'edificio utente, avente il compito di gestire la comunicazione con TERNA, acquisire i dati locali di I/O.



10. CAMPI ELETTROMAGNETICI E DPA

10.1 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi vengono riportati nella tabella che segue:

RIFERIMENTI NORMATIVI

L. n. 36 del 22.02.2001	Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
D.P.C.M. 08.07.2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999	Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300Ghz
Decreto Min. Amb. 29.05.2008	Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica
DM 21 marzo 1988, n. 449	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i.
CEI 11-60	Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100kV
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
CEI 106-11	Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I
CEI 211-4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche
ENEL - Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08	Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche
Linee guida ICNIRP	Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici



RIFERIMENTI NORMATIVI

	variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)
Circolare del Ministero dell'Ambiente del 15/11/2004	la Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto

La Legge Quadro ha demandato la definizione dei limiti di esposizione per la popolazione al decreto attuativo DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

Tabella 1: Limiti di esposizione – DPCM 8 luglio 2003		
	Intensità di campo elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B (μT)
Limite di esposizione * (da non superare mai)	5 ***	100
Valore di attenzione ** (da non superare in ambienti abitativi e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)	-	10
Obiettivo di qualità ** (da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti)	-	3
Note: * Valori efficaci ** Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio *** Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.		

Come indicato dalla Legge 36/2001, il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

Inoltre, il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/2001 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".



Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La suddetta metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- Realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- Progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

10.2 Definizioni

Campo magnetico

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica. Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale un corpo magnetizzato, questo risulta soggetto ad una forza. L'unità di misura del campo magnetico è l'A/m. L'induzione magnetica è una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento ed è espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico si ricavano in base all'equazione: $1\text{A/m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{T}$.

Campo elettrico

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica. Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale una carica elettrica, questa risulta soggetta ad una forza. L'unità di misura del campo elettrico è il V/m.

Campo elettromagnetico

Un campo elettrico variabile nel tempo genera, in direzione perpendicolare a se stesso, un campo magnetico pure variabile che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico. E' importante la distinzione tra campo vicino e campo lontano. La differenza consiste essenzialmente nel fatto che in prossimità della sorgente irradiante, cioè in condizioni di campo vicino, il campo elettrico ed il campo magnetico assumono rapporti variabili con la distanza, mentre ad una certa distanza, cioè in campo lontano, il rapporto tra campo elettrico e campo magnetico rimane costante.

ELF è la terminologia anglosassone per definire i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, comprese tra 30 Hz e 300 Hz. L'esposizione a campi ELF dovuta ad una determinata sorgente è valutabile misurando separatamente l'entità del campo elettrico e del campo magnetico. Questo perché alle frequenze estremamente basse, le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici, piuttosto che a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri. I campi ELF sono quindi caratterizzati da due entità distinte: il campo elettrico, generato dalla presenza di cariche elettriche o tensioni, ed il campo magnetico, generato invece dalle correnti elettriche.

Intensità di corrente (J).



È definita come il flusso di corrente attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in ampere per metro quadro (A/m²).

Intensità di campo elettrico

È una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).

Intensità di campo magnetico

È una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (A/m).

Induzione magnetica

È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

Densità di potenza (S).

Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in watt per metro quadro (W/m²).

Assorbimento specifico di energia (SA).

Si definisce mediante l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente raccomandazione il termine si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).

Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR riferito a tutto il corpo è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi all'esposizione a RF. Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a speciali condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF nella gamma inferiore di MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Linea

Le linee corrispondono ai collegamenti con conduttori elettrici aerei o in cavo, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione. Le linee a tre o a più estremi sono sempre definite come più tronchi di linea a due stremi. Gli organi di manovra connettono tra loro componenti delle reti (es. interruttori, sezionatori, ecc.) e permettono di interrompere il passaggio di corrente.

Elettrodotto

È l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

Tronco

I tronchi di linea corrispondono ai collegamenti metallici che permettono di unire fra loro due impianti gestiti allo stesso livello di tensione (compresi gli allacciamenti). Si definisce tronco fittizio il tronco che unisce due impianti adiacenti.

Tratta



La tratta è una porzione di tronco di linea, composto da una sequenza di campate contigue, avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (es. tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, tratta singola, doppia, ammazzettata, ecc.) e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale). Ad ogni variazione delle caratteristiche si individua una nuova tratta.

Campata

La campata è l'elemento minimo di una linea elettrica; è sottesa tra due sostegni o tra un sostegno e un portale (ultimo sostegno già all'interno dell'impianto).

Sostegni

Il sostegno è l'elemento di supporto meccanico della linea aerea in conduttori nudi o in cavo. I sostegni, i sostegni porta terminali ed i portali possono essere costituiti da pali o tralicci.

Impianto

Nell'ambito di una rete elettrica l'impianto corrisponde ad un'officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva fase di destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie, Cabine Utente AT. Inoltre rientrano in questa categoria anche quelle stazioni talvolta chiamate di Allacciamento.

Corrente

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale

È la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

Portata in regime permanente

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

Fascia di rispetto

È lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Distanza di prima approssimazione (Dpa)

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Esposizione

È la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

Limite di esposizione



È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione. I valori limite di esposizione per la popolazione sono invece richiamati dalla Legge Quadro, e sono stati indicati con apposito decreto D.P.C.M. 08.07.2003, che prevede il rispetto dei seguenti valori: nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

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 e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

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'articolo 8 della L. 36/2001; sono anche i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a) della medesima legge, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;

Limiti di base

Le limitazioni all'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettro-magnetici variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, sono denominate «limiti di base». In base alla frequenza del campo, le quantità fisiche impiegate per specificare tali limitazioni sono: la densità di flusso magnetico (B), la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR), e la densità di potenza (S). La densità di flusso magnetico e la densità di potenza negli individui esposti possono essere misurate rapidamente.

Livelli di riferimento.

Questi livelli sono indicati a fini pratici di valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Alcuni livelli di riferimento sono derivati dai limiti di base fondamentali attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche e alcuni livelli di riferimento si riferiscono alla percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Le quantità derivate sono: l'intensità di campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H), la densità del flusso magnetico (B), la densità di potenza (S) e la corrente su un arto (IL). Le grandezze che si riferiscono alla percezione e agli altri effetti indiretti sono la corrente (di contatto) (I_c) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SA). In qualunque situazione particolare di esposizione, i valori misurati o calcolati di una delle quantità sopra citate possono essere raffrontati al livello di riferimento appropriato. L'osservanza del livello di riferimento garantirà il rispetto delle restrizioni fondamentali corrispondenti. Se il valore misurato supera il livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che sia superata la restrizione fondamentale. In tali circostanze, tuttavia, vi è la necessità di definire se il limite di base sia o meno rispettato.

10.3 Calcolo delle DPA per la SSE d'utenza

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne e fabbricati).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT 150 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da queste ultime.

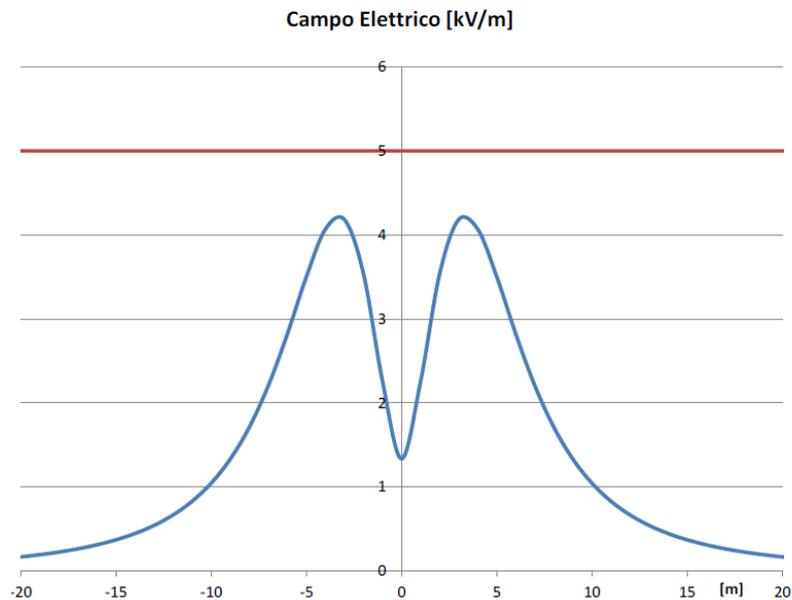


Figura 10.1: Campo elettrico generato al suolo dal sistema di sbarre a 150 kV

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle vie cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3 μ T a 4 metri di distanza dalla proiezione dell'asse della linea verso terra.

I valori in corrispondenza della recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.

A titolo orientativo, nel seguito si riporta il profilo di campo magnetico dovuto ad un sistema trifase con caratteristiche e disposizione dei conduttori analoghe a quelle dei condotti sbarre presenti in stazione, considerando una corrente massima di 2000 A pari alla corrente massima sopportabile dalle sbarre stesse.

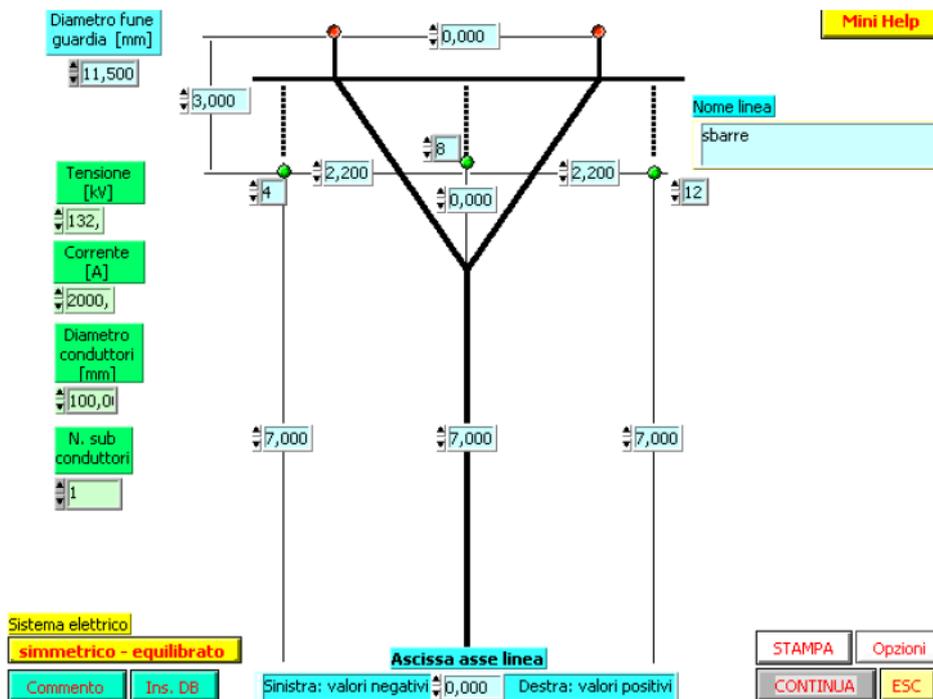


Figura 10.2: Linea AT con disposizione conduttori in piano assimilabile ad un sistema semplice sbarra 150 kV

Con conduttori percorsi da una terna trifase equilibrata di correnti di 2000 A (corrente max sopportabile dalle sbarre), estremamente cautelativa rispetto alla max corrente reale pari a circa 200 A, si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura seguente.

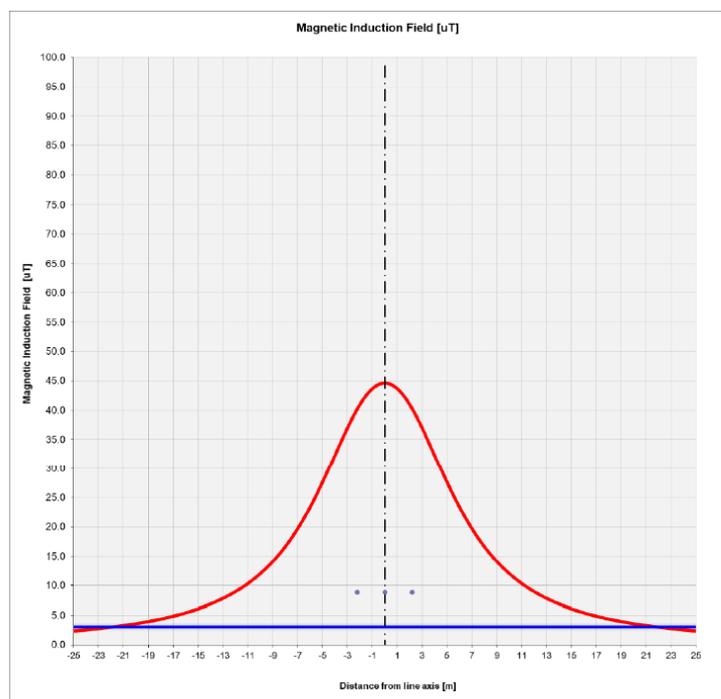


Figura 10.3: Andamento del campo di induzione magnetica per $I = 2000$ A



Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse degli apparati percorsi dalla corrente, l'induzione magnetica è inferiore al valore di 3 μ t. A tale distanza non si rilevano recettori sensibili, pertanto non sussiste il rischio di esposizione ai campi elettrici e magnetici per la sottostazione utente dell'impianto in oggetto.

10.4 Calcolo delle DPA per la linea AT 150 kV

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mm² tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.

Di seguito si riportano i dati tecnici del cavo AT:

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	1600 mm ²
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	170 kV

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

Di seguito si riportano i dati sulle condizioni di posa e installazione del cavo AT:



Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	“cross bonding” o “single point-bonding”
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio o in Piano
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitore in PVC – profondità	1,00 m circa

Di seguito viene esposto il grafico dell’andamento dell’induzione magnetica rispetto all’asse dell’elettrodotto. Nel calcolo, essendo il valore dell’induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,6 m, con un valore di corrente pari a 1000 A (pari alla portata dichiarata dal fornitore per la sezione del cavo considerato), dove la configurazione dell’elettrodotto è quella in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

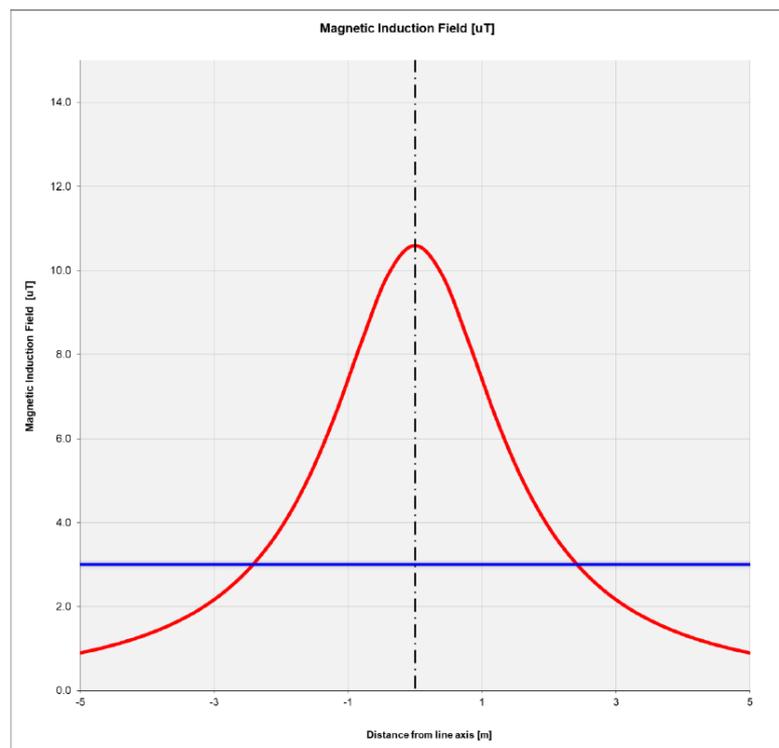


Figura 10.4: Andamento dell’induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT

Il limite di 3 μ T si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall’asse linea di circa 2,5 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$.

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:

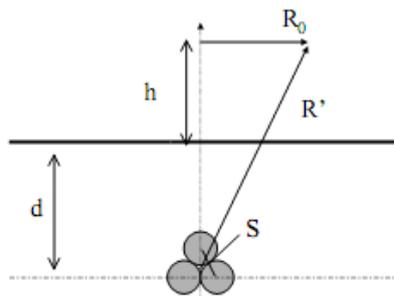


Figura 10.5: Tipico posa cavo AT con indicazione delle distanze di riferimento

Pertanto, ponendo:

- $S = 0.11 \text{ m}$
- $I = 1000 \text{ A}$

Si ottiene:

- $R' = 2.9 \text{ m}$

Che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 3 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

10.5 Calcolo delle DPA per le linee MT 30 kV

Per il collegamento tra la cabina generale MT e la cabina generale MT della sezione A, la DPA da considerare sarà pari a quella calcolata dalla somma delle correnti in uscita dalla cabina generale di SSE utente.

È stato preso come riferimento un diametro equivalente del cavo pari a circa 100 mm e una corrente MT massima erogabile dalla cabina pari a circa 900 A (a 30 kV); la corrispondente DPA sarà pertanto pari a circa 2,5 m. Il cavo considerato è di designazione RG7H1R della sezione indicativa di 630 mm^2 18/30 kV (tensione di isolamento fino a 36 kV), con due terne in parallelo.



Non si ravvisano ricettori sensibili e lavoratori presenti per un tempo maggiore di 4 ore giornaliere all'interno della suddetta fascia pertanto il rischio di esposizione ai campi elettromagnetici non sussiste.