

IMPIANTO FOTOVOLTAICO **EG GEMMA** E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 44,7 MWp in AC e 57 MWp in DC -
COMUNE DI PROCENO (VT)

Proponente

EG GEMMA S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11490920961 · PEC: eggemma@pec.it

Progettazione

REGGRAN S.r.l. – Contrada Quaglio n. 26 – 97013 Comiso – P.IVA 01359480884

Coordinamento progettuale

PSEM 4.0 S.r.l

località Campomorto snc - Montalto di Castro (VT)01014 · P.IVA: 02356590568 · email: psem4.0@psem.it 3280258021



Titolo Elaborato

AT4_Relazione TECNICA DELLE OPERE DI CONNESSIONE

LIVELLO PROGETTAZIONE	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
definitivo	AT4		07/05/2021	/

Revisioni

REV.	DATA APPROVATO	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO
01	16/03/2022	- relazioni	PSEM4.0	ENF



COMUNE DI PROCENO (VT)
REGIONE LAZIO



RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE DI CONNESSIONE

Indice

Contenuto del documento

1. PREMESSA	4
2. OGGETTO E SCOPO	5
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
3.1. Generalità	5
3.2. Stazione di trasformazione Utente 30/132 kV	6
3.2.1. Ubicazione ed accessi	6
3.2.2. Disposizione elettromeccanica	6
3.2.3. Servizi Ausiliari	7
3.2.4. Rete di terra	7
3.2.5. Fabbricati	7
3.3. Consistenza della sezione in alta tensione a 132 kV	8
3.3.1. Apparecchiature Principali	8
3.3.2. Rumore	9
3.4. ELETTRDOTTO 132 kV	9
3.4.1. Tracciato	9
3.4.2. Caratteristiche cavo 132 kV e relativi accessori - Composizione dell'elettrodotto in cavo	9
3.4.3. Modalità di posa	11
3.4.4. Giunti e buche giunti	12
3.4.5. Sistema di telecomunicazioni	13
3.5. Consistenza della sezione in media tensione a 30 kV	14
3.5.1. Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo	14
3.5.2. Servizi ausiliari in c.a. e c.c.	14

3.5.3.	<i>Trasformatore</i>	15
3.6.	<i>Collegamento alla Cabina Primaria di Acquapendente</i>	16
3.6.1.	<i>Dispositivo Generale</i>	16
3.6.2.	<i>Dispositivi di Interfaccia e Collegamento alla Rete</i>	16
3.6.3.	<i>Dispositivo del generatore</i>	17
3.6.4.	<i>Gruppi di misura</i>	17
3.6.5.	<i>Schema di collegamento</i>	18
4.	<i>Dimensionamento di massima della rete di terra</i>	20
4.1.	<i>Dimensionamento termico del dispersore</i>	20
4.2.	<i>Tensioni di contatto e di passo</i>	21
5.	OPERE CIVILI	23
5.1.	<i>Fabbricati</i>	23
5.2.	<i>Strade e piazzole</i>	23
5.3.	<i>Fondazioni e cunicoli cavi</i>	23
5.4.	<i>Ingressi e recinzioni</i>	23
5.5.	<i>Smaltimento acque meteoriche e fognarie</i>	24
5.6.	<i>Illuminazione</i>	24
5.7.	<i>Maglia di terra</i>	24
5.8.	<i>Cavidotti</i>	24
5.9.	<i>Fondazioni</i>	25
6.	MOVIMENTI TERRA	25
7.	CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO 25	
7.1.	<i>Aree impegnate</i>	28
7.2.	<i>Descrizione del tracciato</i>	28
7.3.	<i>Vincoli</i>	29

7.4.	Opere attraversate	29
7.5.	Campi elettrici e magnetici	30
7.6.	Fasce di rispetto	30
7.7.	Normativa di riferimento	31
7.7.1.	Leggi	31
7.7.2.	Norme tecniche	32
7.8.	SICUREZZA NEI CANTIERI	32
8.	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNATICI	32
8.1.	QUADRO NORMATIVO GENERALE	33
8.2.	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	37
8.3.	CAVO 132 kV	38
8.4.	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/132 kV	42
8.5.	CONCLUSIONI	45

1. PREMESSA

La società proponente, nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, prevede di realizzare un impianto fotovoltaico nel Comune di Proceno (VT).

L'allacciamento di un impianto di produzione alla rete elettrica di e-distribuzione è subordinato alla richiesta di connessione alla rete, da presentare al Gestore o in alternativa all'ente distributore qualora la rete non faccia parte della rete di trasmissione nazionale.

Per l'impianto fotovoltaico in progetto, l'ente distributore, e-distribuzione S.p.A., dopo l'inoltro della richiesta di connessione, prescrive che l'impianto sarà allacciato alla rete AT di e-distribuzione con tensione nominale di 132 kV tramite inserimento in antenna su stallo di CP dalla cabina primaria D400-1-382429 denominata CP ACQUAPENDENTE. (Coordinate geografiche: 42.741874, 11.881254).

In particolare, la produzione di energia elettrica sarà immessa sulle sbarre a 30 kV di una nuova stazione di trasformazione 30/132 kV di utenza mediante cavi interrati a 30 kV da posare in una trincea le cui dimensioni e caratteristiche saranno meglio specificate in altra relazione.

La società proponente ha accettato la soluzione di connessione alla rete proposta da e-distribuzione e nell'ambito della procedura prevista dal Regolamento del Distributore per la connessione degli impianti alla rete elettrica ha predisposto oltre che il progetto dell'impianto fotovoltaico anche il progetto di tutte le opere da realizzare per realizzarne il collegamento alla rete elettrica, tra cui anche la stazione d'utenza, al fine di ottenere il previsto benessere dal Distributore.

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo della stazione d'utenza dell'impianto fotovoltaico.

Infatti il collegamento alla rete elettrica di e-distribuzione necessita della realizzazione di una stazione MT/AT di utenza che serve ad elevare la tensione di impianto al livello di 132 kV, per il successivo collegamento alla cabina primaria di e-distribuzione 132 kV di Acquapendente. La stazione di utenza sarà anch'essa ubicata nel Comune di Acquapendente, in prossimità della Cabina Primaria esistente.

2. OGGETTO E SCOPO

Oggetto del presente documento è la stazione elettrica di utenza per la connessione alla rete elettrica di e-distribuzione dell'impianto fotovoltaico, che verrà realizzata in un'area appositamente dedicata, nei pressi della cabina primaria di e-distribuzione 132 kV di Acquapendente.

Scopo del documento è quello di descrivere le caratteristiche tecniche dell'opera, nonché le relative modalità realizzative ai fini del rilascio delle autorizzazioni previste dalla vigente normativa.

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

3.1. Generalità

La stazione elettrica di utenza sarà realizzata allo scopo di collegare alla cabina primaria di Acquapendente l'impianto fotovoltaico in progetto.

La stazione è prevista nel Comune di Acquapendente (VT).

Il sito che ospiterà la nuova stazione elettrica d'utenza si trova in un'area vicina a quella occupata dalla cabina primaria esistente 132 kV di Acquapendente.

Dalla stazione d'utenza di cui sopra, mediante un cavidotto a 132 kV, il parco fotovoltaico sarà connesso in antenna a 132 kV con la sezione 132 kV dell'ampliamento previsto della cabina primaria di e-distribuzione 132 kV di Acquapendente.

Il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco fotovoltaico alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) Rete in cavo interrato a 30 kV dal parco fotovoltaico ad una nuova stazione di trasformazione utente 30/132 kV;
- b) N. 1 Stazione elettrica di trasformazione 30/132 kV (Stazione utente)
- c) N. 1 elettrodotto in cavo interrato a 132 kV per il collegamento della stazione 30/132 kV allo stallo 132 kV dell'ampliamento della CP 132 kV di Acquapendente (indicato da e-distribuzione nel Preventivo di connessione).

Dette opere, che costituiscono opere di utenza, sono state progettate ed inserite nel Piano Tecnico delle Opere (PTO) da presentare alle amministrazioni competenti per le necessarie autorizzazioni alla realizzazione ed all'esercizio.

La presente relazione illustra le opere di cui ai punti b) e c), mentre in altra relazione sono descritte le opere di cui al punto a).

Condizioni ambientali di riferimento

- Valore minimo temperatura ambiente all'interno: -5°C
- Valore minimo temperatura ambiente all'esterno: -25°C
- Temperatura ambiente di riferimento per la portata delle condutture: 30°C
- Altitudine e pressione dell'aria: poiché l'altitudine è inferiore ai 1000 m s.l.m. non si considerano variazioni della pressione dell'aria
- Umidità all'interno: 95%
- Umidità all'esterno: fino al 100% per periodi limitati
- Classificazione sismica: zona 3 - sismicità media

3.2. Stazione di trasformazione Utente 30/132 kV

3.2.1. Ubicazione ed accessi

La stazione di trasformazione è prevista nel comune di Acquapendente su di un'area individuata al N.C.T. di Acquapendente nel foglio di mappa N. 75, ed occuperà parte della particella 38. La stazione interesserà una superficie di circa 3000 mq e l'area in cui è prevista è classificata area "E2 - agricola" dal comune di Acquapendente.

Si accede alla Stazione Elettrica 30/132 kV dalla strada comunale di Lutinano.

3.2.2. Disposizione elettromeccanica

La stazione in progetto a 30/132 kV (vedi elaborato "AT1 - Piante prospetti sezioni della stazione di trasformazione AT-MT Utente") sarà del tipo con isolamento in aria a singolo sistema di sbarra.

La configurazione del progetto prevede:

- N° 1 Sistema di sbarre a 132 kV con isolamento in aria a semplice sbarra;

- N° 1 montante trasformatore 30/132 kV;
- N° 1 montante a 132 kV attrezzato con misure fiscali per il collegamento in cavo interrato a 132 kV con la CP 132 kV di Acquapendente di e-distribuzione;
- N° 1 Edificio per il controllo, misure e servizi ausiliari

3.2.3. Servizi Ausiliari

I servizi ausiliari saranno alimentati tramite un trasformatore MT/bt, derivato dalle sbarre 30 kV di stazione.

Inoltre, è previsto un gruppo elettrogeno di emergenza della potenza di 15 kW avente un'autonomia di circa 40 ore di funzionamento. Le principali utenze in c.a. saranno; motori interruttori e sezionatori, illuminazione esterna ed interna, scaldiglie, etc.

Le utenze fondamentali quali protezione e comando, manovra interruttori e segnalazioni, saranno alimentate in c.c. 110 Vc.c. tramite batterie al piombo ermetiche, tenute in tampone da un raddrizzatore. Il dimensionamento delle batterie sarà effettuato tenendo conto della massima implementazione dell'impianto.

3.2.4. Rete di terra

Il dispersore, ed i collegamenti alle apparecchiature, saranno realizzati in accordo alle Norme CEI 11-1/99 e dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec. Il dispersore (vedi elaborato "AT7 - Rete di terra planimetria") sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame 132 mmq, interrata alla profondità di circa 0,9 m, composta a sua volta da maglie regolari di minore dimensione, mentre i collegamenti alle apparecchiature saranno in corda di rame da 132 mmq .

3.2.5. Fabbricati

Nella stazione è previsto un edificio del quale quali si riportano pianta sezioni e prospetti (vedi "AT5 - Edificio e disposizione interna apparecchiature").

L'edificio è di circa 22,9 x 4,6 m con altezza di 3,9 m dove saranno realizzati i locali per il posizionamentodell sistema di sbarre in MT dove si attesteranno i cavi 30 kV (composto da un numero di scomparti necessari per l'arrivo dei cavi provenienti dagli impianti fotovoltaici), per il collegamento al trasformatore 30/132 kV, per le celle misure, e per i

Servizi Ausiliari, I servizi ausiliari e la sala controllo, i servizi igienici, il locale misure fiscali e l'ufficio.

La superficie coperta dell'edificio è di circa 105,34mq e la cubatura riferita al piano piazzale è di circa 411 mc.

Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

Le coperture dei fabbricati saranno realizzati con tetti piani. La impermeabilizzazione dei solai sarà eseguita con l'applicazione di idonee guaine impermeabili in resine elastometriche. Particolare cura verrà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla legge n.373 del 04.04.75 e successivi aggiornamenti, nonché alla legge n.10 del 09.01.91.

Gli edifici saranno serviti da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione ecc.

Per le apparecchiature AT sono previste fondazioni in c.a. Inoltre, è prevista la sistemazione del terreno con viabilità interna e recinzione della stazione in pannelli prefabbricati di altezza non inferiore a 2,50 m.

3.3. Consistenza della sezione in alta tensione a 132 kV

La sezione in alta tensione a 132 kV è composta da uno stallo di trasformazione con apparati di misura e protezione (TV e TA), interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni e-distribuzione.

3.3.1. Apparecchiature Principali

Le principali apparecchiature AT, costituenti la sezione 132 kV, saranno le seguenti:

Trasformatore di potenza, interruttore tripolare, sezionatore tripolare orizzontale con lame di messa a terra, sezionatori verticali, trasformatori di corrente e di tensione per misure e protezione, scaricatori ad ossido di zinco, terminali cavi AT.

Dette apparecchiature sono rispondenti alle Norme tecniche CEI

Le caratteristiche nominali principali sono le seguenti:

Tensione nominale	80 kV
Corrente nominale	1700 A
Corrente nominale sbarre	2000 A
Corrente breve durata	31,5 kA (1 s)
Potere d'interruzione	31,5 kA.

3.3.2. Rumore

Nella Stazione d'Utenza la sola apparecchiatura che rappresenta una sorgente di rumore permanente è il trasformatore AT/MT, per il quali si può considerare un livello di pressione sonora $L_p(A)$ a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 metri in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 metri in funzionamento ONAF: esso però non viene percepito all'esterno del perimetro di recinzione.

Inoltre, gli interruttori, durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti), possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447.

3.4. ELETTRODOTTO 132 kV

3.4.1. Tracciato

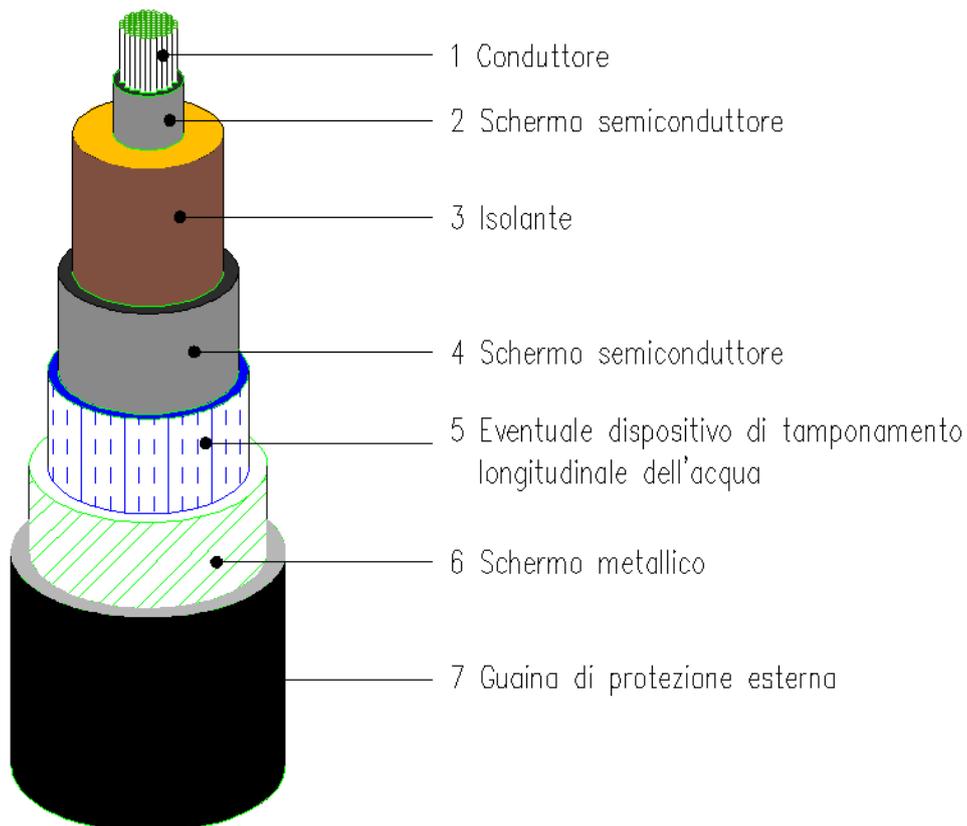
Per collegare la suddetta Stazione di trasformazione 30/132 kV alla vicina cabina primaria di e-distribuzione è stato previsto un collegamento di circa 1,4 km in cavo interrato a 132 kV. Il tracciato del cavo interrato, quale risulta dalla Corografia allegata "Linea_evacuazione" e dalla planimetria catastale si sviluppa in una zona in cui i terreni risultano essere terreno agricolo. E' previsto l'attraversamento di 2 corsi d'acqua.

3.4.2. Caratteristiche cavo 132 kV e relativi accessori - Composizione dell'elettrodotto in cavo

L'elettrodotto sarà costituito da tre cavi unipolari a 132 kV.

Ciascun cavo d'energia a 132 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1000 mmq, tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in politenereticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietene con grafitatura esterna.

SCHEMA TIPO DEL CAVO



DATI TECNICI DEL CAVO

Cavo 132 kV sezione 1000 mmq in alluminio

CARATTERISTICHE DI COSTRUZIONE

Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio termosaldato

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Diametro del conduttore	48,9 mm
Sezione	1000 mm ²
Diametro esterno nominale	103,0 mm
Sezione schermo	520 mm ²
Peso approssimativo	9 kg/m

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Max tensione di funzionamento	170kV
Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	830 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	715 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	910 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	785 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,029 Ohm/km
Capacità nominale	0,3 µF / km
Corrente ammissibile di corto circuito	54,8 kA
Tensione operativa	132kV

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

3.4.3. Modalità di posa

I cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,70 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

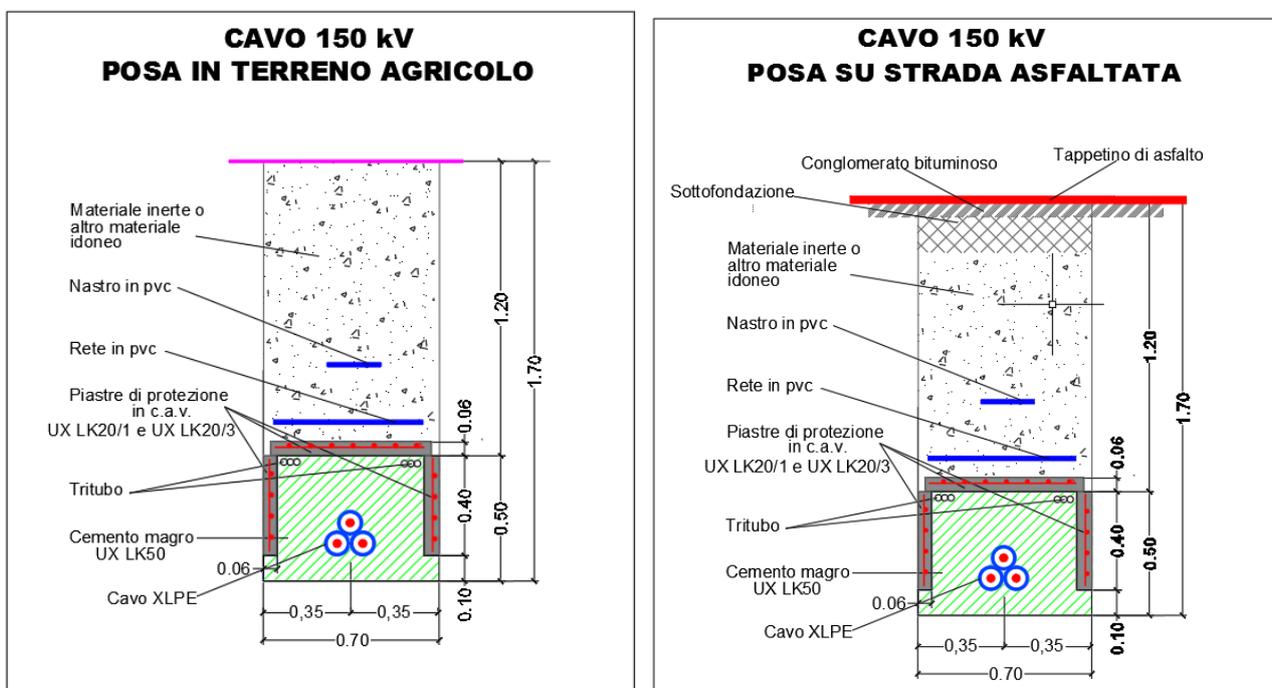
La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro

segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno

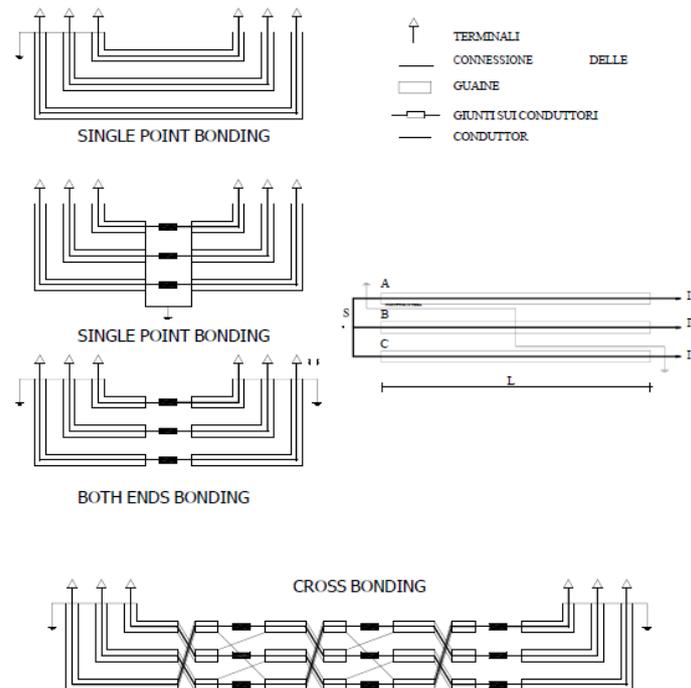
essere adottate per attraversamenti specifici.

Di seguito sono evidenziate alcune tipiche modalità di posa.



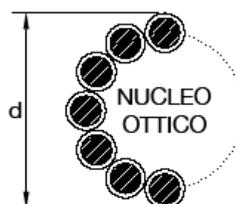
3.4.4. Giunti e buche giunti

In considerazione della lunghezza dei cavi sono previsti giunti e buche giunti che saranno realizzati come di seguito riportato



3.4.5. Sistema di telecomunicazioni

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la stazione elettrica di trasformazione 30/132 kV e la cabina primaria 132kV di e-distribuzione, costituito da un cavo con 48 fibre ottiche.



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	≤ 11,5		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	≤ 0,6		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	≤ 0,9		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 7450		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 10000		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	≤ 16,0E-6		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 10		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	≤ 0,36
		a 1550 nm	(dB/km)	≤ 0,22
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	≤ 3,5
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

3.5. Consistenza della sezione in media tensione a 30 kV

La sezione in media tensione è composta dal quadro MT a 30 kV, che prevede:

- Montante partenza trasformatore MT/AT
- Montante di arrivo linea dall' impianto fotovoltaico
- Montante alimentazione trasformatore ausiliari

3.5.1. Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo

La stazione può essere controllata da: un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione, alla restituzione dell'oscillografia e alla registrazione cronologica degli eventi.

Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione. In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio

3.5.2. Servizi ausiliari in c.a. e c.c.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT
- trasformatori MT/BT
- quadro BT centralizzato di distribuzione

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due

raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

3.5.3. Trasformatore

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 132 KV e secondaria 30 kV, è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore. Gli avvolgimenti vengono tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione. Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/ circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile.

Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili. Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 40 t.

3.6. Collegamento alla Cabina Primaria di Acquapendente

Il collegamento alla Cabina Primaria di Acquapendnete permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico in progetto alla rete ad alta tensione. A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 30 kV dall'impianto fotovoltaico, sarà inviata allo stallo di trasformazione della costruenda stazione di Utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 132 kV tramite trasformatore 30/132 kV, alle sbarre della sezione 132 kV della Cabina Primaria mediante un collegamento in cavo AT, interrato, tra i terminali cavo della stazione d'utenza e i terminali cavo del relativo stallo in stazione di rete.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli: dispositivo generale; dispositivo di interfaccia; dispositivo del generatore. Al dispositivo generale + interfaccia non può essere infatti associata anche la funzione di dispositivo di generatore (in pratica fra la generazione e la rete e-distribuzione saranno sempre presenti interruttori in serie tra loro).

3.6.1. Dispositivo Generale

Il dispositivo generale sarà costituito da un interruttore in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura oppure interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare a valle del trasformatore di utenza.

3.6.2. Dispositivi di Interfaccia e Collegamento alla Rete

Il dispositivo di interfaccia (DI) determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di trasmissione nazionale.

La protezione di interfaccia, agendo sull'omonimo dispositivo, sconnette l'impianto di produzione dalla rete e-distribuzione evitando che:

- in caso di mancanza dell'alimentazione e-distribuzione, il Cliente Produttore possa alimentare la rete e-distribuzione stessa;
- in caso di guasto sulla rete e-distribuzione, il Cliente Produttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso inficiando l'efficacia delle richiuse automatiche, ovvero che l'impianto di produzione possa alimentare i guasti sulla rete e-

distribuzione prolungandone il tempo di estinzione e pregiudicando l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza;

- in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori e-distribuzione, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete e-distribuzione con possibilità di rotture meccaniche

Le protezioni di interfaccia sono costituite essenzialmente da relé di frequenza, di tensione ed, eventualmente, di massima tensione omopolare.

Per la sicurezza dell'esercizio della rete di Trasmissione Nazionale è prevista la realizzazione di un rinalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia.

Il rinalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s, che agirà sul dispositivo di protezione lato MT del trasformatore di utenza. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. In caso di mancata apertura di uno degli stalli di produzione il Dispositivo di Interfaccia comanda l'apertura del Dispositivo Generale che distacca l'impianto fotovoltaico dalla rete di e-distribuzione, contestualmente a questa situazione tutti i Servizi Ausiliari rimangono alimentati dall'UPS.

3.6.3. Dispositivo del generatore

Il dispositivo del generatore è costituito da (interruttore o contattore) installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione. In condizioni di "aperto", il dispositivo del generatore separa il gruppo dal resto dell'impianto.

3.6.4. Gruppi di misura

In un impianto fotovoltaico collegato in parallelo con la rete è necessario misurare:

- L'energia prelevata/immessa in rete;
- L'energia fotovoltaica prodotta.

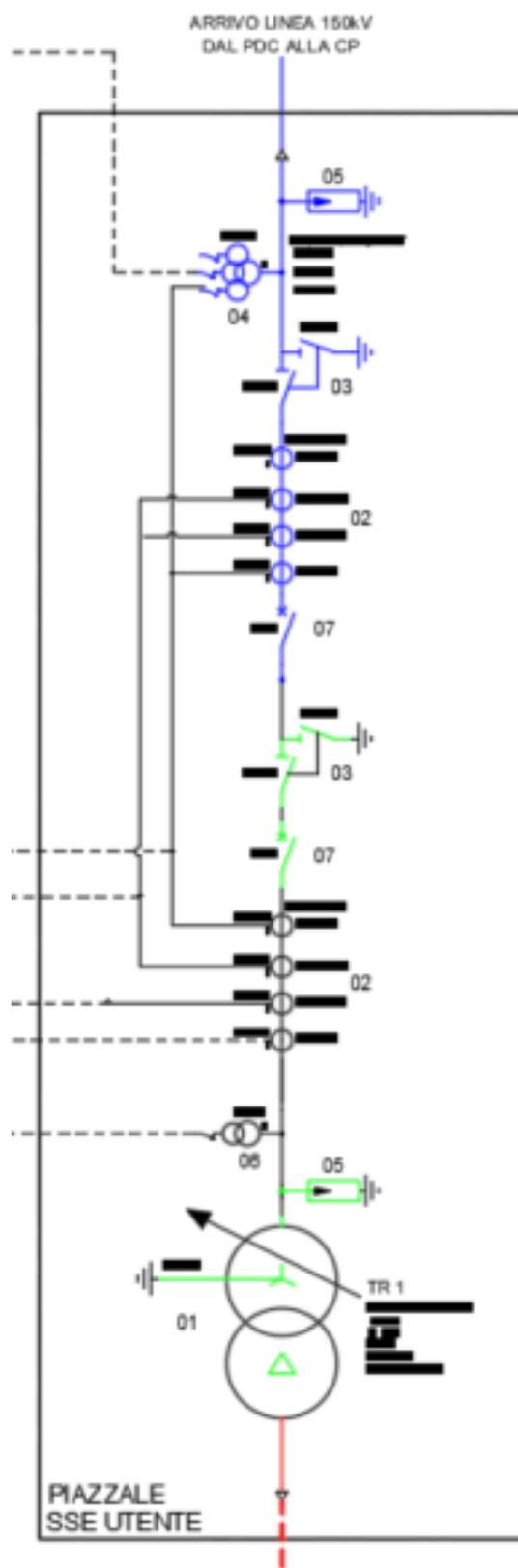
Il gruppo di misura, ad inserzione indiretta con TA e TV, dell'energia prelevata/immessa in rete sarà ubicato nel locale misure della cabina di consegna a valle del Dispositivo Generale.

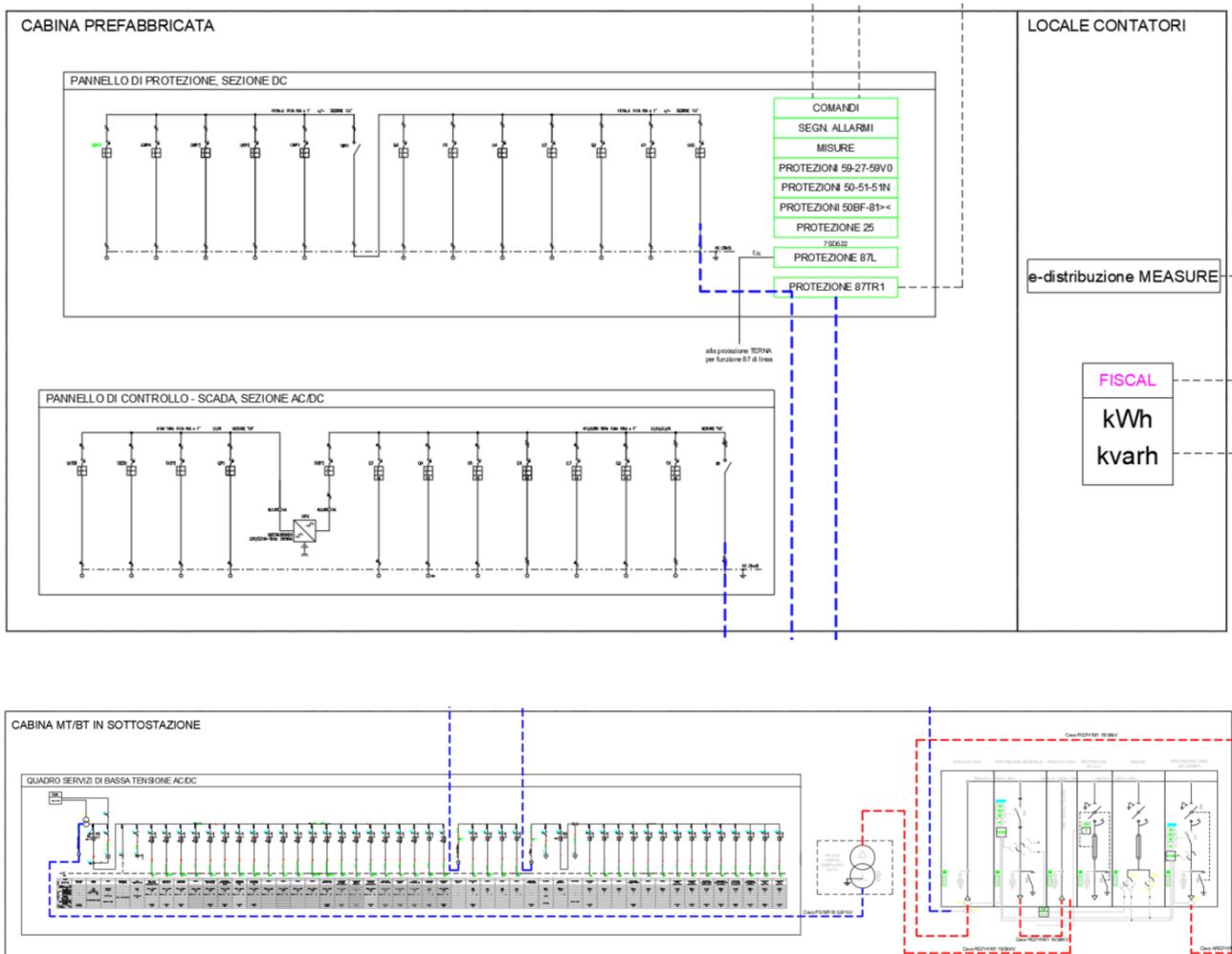
I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso.

I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

3.6.5. Schema di collegamento

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema seguente:





4. Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1. In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

4.1. Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}, \text{ dove:}$$

A = sezione minima del conduttore di terra, in mmq

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in sec.

$$K = 226 \frac{A \cdot \sqrt{s}}{mm^2} \text{ (rame)}$$

= 234,5 °C

i = temperatura iniziale in °C (20 °C)

f = temperatura finale in °C (300 °C)

Assumendo un tempo t = 0,5 s si ottengono i seguenti valori di sezione minima, in funzione del valore di corrente di guasto a terra:

Ig [kA]	S teorica [mm ²]	S scelta [mm ²]
40	145	132

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 132 mm².

4.2. Tensioni di contatto e di passo

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto esecutivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure. In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m. In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a

penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore.

In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui dall'allegato D della Norma CEI 11-1.

5. OPERE CIVILI

5.1. Fabbricati

Il fabbricato è costituito da un edificio in pannelli prefabbricati con i seguenti locali:

- locale quadri comando e controllo,
- locale per i trasformatori MT/BT,
- locale quadri MT
- locale misure e rifasamento.
- locale Distributore.

Il pavimento potrà essere realizzato di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi.

5.2. Strade e piazzole

Le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

5.3. Fondazioni e cunicoli cavi

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con l'esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera. Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN. I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

5.4. Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell'impianto alla viabilità sarà garantito da una vicina strada vicinale, che sarà eventualmente adeguata al transito dei mezzi pesanti e d'opera.

Per l'ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo m 7,00 ed un cancello pedonale, ambedue, sul lato ovest della stazione, inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio. La recinzione perimetrale sarà essere conforme alla norma CEI 11-1.

La stazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione di altezza pari a 2500 mm realizzata con pannelli metallici tipo Orsogril su cordolo o muretto di base. Nel documento di progetto potranno essere indicate altre tipologie di recinzione in funzione di eventuali diverse richieste da parte degli enti autorizzanti.

5.5. Smaltimento acque meteoriche e fognarie

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.).

Lo smaltimento delle acque, meteoriche, è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere costituito da un semplice tubo drenante, da un pozzo disperdente o da un sistema di sub-irrigazione.

5.6. Illuminazione

L'illuminazione della stazione sarà realizzata con pali rastremati in acciaio zincato di altezza fuori terra 10m e dotati di corpi illuminanti del tipo led 100W 10000lm orientabili.

5.7. Maglia di terra

L'impianto di terra di stazione è costituito essenzialmente da un dispersore intenzionale interrato ad una profondità di circa 900 mm ed immerso in terreno vegetale, a cui saranno collegate le armature di tutte le opere civili (dispersori di fatto), le strutture metalliche e le apparecchiature di impianto. La posa in opera del dispersore intenzionale ed i collegamenti con i dispersori di fatto sarà realizzata durante i lavori delle opere civili, mentre i collegamenti fra la maglia interrata e tutte le apparecchiature e strutture metalliche emergent saranno realizzate durante i montaggi elettromeccanici.

5.8. Cavidotti

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

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

- cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiancati con calcestruzzo;

- pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

5.9. Fondazioni

I basamenti saranno realizzati mediante getto in opera di piastre in calcestruzzo armato comprensivo di casseforme, armature metalliche, previo magrone di sottofondazione in calcestruzzo.

La fondazione dei trasformatori dovrà essere unica per tutte le tipologie di trasformatori in modo da consentire, senza opere civili aggiuntive, l'installazione di qualsiasi taglia di trasformatore fra quelli previsti.

Al fine di realizzare la raccolta dell'olio che può eventualmente fuoriuscire dal trasformatore dovrà essere prevista o una base in c.a. con vasca di raccolta incorporata o una cisterna interrata separate dalla base del trasformatore e collegata a questa tramite una idonea tubazione; in entrambi i casi la capacità dovrà essere adeguata al volume dell'olio presente all'interno di ogni trasformatore; per tale dimensionamento si considererà la massima taglia prevista per i trasformatori e l'eventuale presenza di più di un trasformatore in olio.

Sul lato MT del trasformatore AT/MT dovrà essere predisposta anche la fondazione per il cavalletto di ammarco dei cavi MT che interconetteranno lo stesso trasformatore con il quadro MT dell'impianto fotovoltaico alloggiato nel locale dedicato del fabbricato servizi.

6. MOVIMENTI TERRA

I rilievi effettuati sull'area in oggetto, evidenziano che il terreno, dove dovrà sorgere la nuova stazione, è praticamente pianeggiante; per cui non sono da prevedere movimenti di terra, se non di trascurabile entità e costituiti essenzialmente dalla pulizia della coltre superficiale e da scavi superficiali per la posa della piastra di fondazione del fabbricato.

7. CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO

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: 1250 A,
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

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

- corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.

Trasformatori di corrente

- rapporto di trasformazione nominale: 250/5-5-5-5 A
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale,
- corrente nominale termica di cto cto: 1,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: /

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: 132/23 kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico: 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale: 325 kV

Elenco apparecchiature

Q.tà	Descrizione
1	Sezionatore tripolare a tre isolatori per polo e a doppia apertura laterale completo di una tema di lame di messa a terra – tipo S3CT / TCBT – 170 kV (BIL 650/750 kVp) – 1250 A – 31,5 kA – comando a motore per sezionatore di linea e manuale per le lame di messa a terra – Isolatori tipo LJ 1002/5 – altre caratteristiche come da Foglio Dati 8.1.2
3	Trasformatore di tensione capacitivo unipolare per misure e protezione – isolamento in olio – tipo TCVT 170 – con 3 secondari – $150:\sqrt{3} / 0,1:\sqrt{3}-0,1:\sqrt{3}-0,1:3$ kV – 10 VA / 0,5 – 20 VA / 3P – 20 VA / 3P – altre caratteristiche come da Foglio Dati 8.1.4
1	Interruttore tripolare isolamento in gas SF6 – comando a molla per auto–richiusura tripolare con 2 circuiti di apertura a lancio di tensione, 1 circuito d’apertura a mancanza di tensione e 1 circuito di chiusura – tipo 3AP1 FG 170 – 170 kV – 1250 A – 31,5 kA – altre caratteristiche come da Foglio Dati 8.1.1b
3	Trasformatore di corrente unipolare per misura e protezioni (arrivo linea) – isolamento in olio – tipo IOSK 170 – con 4 secondari di cui 1 certificato UTF – 250 / 5–5–5–5 A – 31,5 kA 15 VA / 0,2S – 20 VA / 0,2 – 30 VA / 5P20 – 30 VA / 5P30 altre caratteristiche come da Foglio Dati 8.1.3
3	Trasformatore di tensione induttivo unipolare per misura fiscale (arrivo linea) – isolamento in olio – tipo VEOT 170 – con 1 secondario certificato UTF – $150:\sqrt{3} / 0,1:\sqrt{3}$ kV – 20 VA / 0,2 – altre caratteristiche come da Foglio Dati 8.1.5
6	Scaricatore di sovratensione unipolare ad ossido metallico adatto per la protezione da sovratensioni di origine atmosferica o di manovra in reti a 150 kV tipo 3EL2 138-2PQ32-4ZZ2 – completo di base isolante e contascariche Um 170 kV – Ur 138 kV – MCOV 110 kV – 10 kA – Classe 3 – altre caratteristiche come da Foglio Dati 8.1.6
1	Trasformatore di Potenza – isolamento in olio minerale – raffreddamento ONAN/ONAF 25/30 MVA – $150\pm 10 \times 1,25\%$ / 30 kV – YNd11.

7.1. Aree impegnate

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto in cavo che sono di norma pari a circa:

- 5 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 380 kV.
- 3.5 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 220 kV.
- 2 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 132 kV.

Le "fasce di rispetto" sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003, emanata con Decreto MATT del 29 Maggio 2008.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04).

L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di circa:

- 5 m dall'asse linea per parte per elettrodotti in cavo interrato a 132 kV.

La planimetria catastale scala 1:2000 riporta l'asse indicativo del tracciato e le aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

7.2. Descrizione del tracciato

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, sarà inviata, alla tensione di 30 kV, allo stallo di trasformazione della costruenda stazione di Utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 132 kV tramite trasformatore 30/132 kV, alle sbarre della sezione 132 kV della Cabina Primaria mediante un collegamento in cavo AT, interrato, tra i terminali cavo della stazione d'utenza e i terminali cavo del relativo stallo in stazione di rete.

La scelta di realizzare il collegamento attraverso un cavo AT interrato è scaturita da due esigenze:

- la prima di tipo ambientale, per evitare l'installazione di ulteriori tralicci in aggiunta a quelli esistenti;
- la seconda di tipo tecnico in quanto la presenza di un notevole numero di tralicci renderebbe difficoltoso se non impossibile la realizzazione di ulteriori elementi di sostegno di cavi aerei in AT.

7.3. Vincoli

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato in oggetto interferisce con aree soggette a vincoli consistenti in

Linea	INDIVIDUAZIONE DEGLI IMMOBILI E DELLE AREE DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO L.R. n. 37/83, art. 14 L.R. n. 24/98 – art. 134 co.1 lett. a) D.lgs. n. 42/04 e art. 136 D.lgs. n. 42/04	Lett. c) e d) beni d'insieme vaste località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche (NTA PTPR art. 8)
	RICOGNIZIONE DELLE AREE TUTELATE PER LEGGE art. 134 co.1 lett. b) e art. 142 co.1 D.lgs. n. 42/04	c) protezione dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua (NTA PTPR art. 36) g) protezione delle aree boscate (NTA PTPR art. 39) m) protezione linee di interesse archeologico e relativa fascia di rispetto (NTA PTPR art. 42)
	INDIVIDUAZIONE DEL PATRIMONIO IDENTITARIO REGIONALE art. 134 co.1 lett. c) D.lgs. n. 42/04	Insedimenti urbani storici e relativa fascia di rispetto (NTA PTPR art. 44)

Si sottolinea che la realizzazione del cavidotto rientra tra le opere esonerate dalla autorizzazione paesaggistica ex art. 146 del D.lgs. 42/04, ai sensi del DPR 31/2017, punto A15 dell'allegato A, in quanto verrà realizzato completamente in interrato. L'intervento relativo alla linea di connessione rientra tra gli "interventi ed opere in aree vincolate esclusi dall'autorizzazione paesaggistica" riportati nell'allegato A del D.P.R. 13/02/2017, n. 31 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dalla autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata". Nello specifico l'intervento in oggetto rientra nell'Allegato A (di cui all'art. 2, comma 1) A del citato **D.P.R. 31/2017**, dove al punto A15 si rileva che:

“A.15. fatte salve le disposizioni di tutela dei beni archeologici nonché le eventuali specifiche prescrizioni paesaggistiche relative alle aree di interesse archeologico di cui all’art. 149, comma 1, lettera m) del Codice, la realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali, quali: volumi completamente interrati senza opere in soprasuolo; condotte forzate e reti irrigue, pozzi ed opere di presa e prelievo da falda senza manufatti emergenti in soprasuolo; (...) serbatoi, cisterne e manufatti consimili nel sottosuolo; tratti di canalizzazioni, tubazioni o cavi interrati per le reti di distribuzione locale di servizi di pubblico interesse o di fognatura senza realizzazione di nuovi manufatti emergenti insoprasuolo o dal piano di campagna; l’allaccio alle infrastrutture a rete. Nei casi sopraelencati è consentita la realizzazione di pozzetti a raso emergenti dal suolo non oltre i 40 cm”.

7.4. Opere attraversate

Il tracciato interessa una strada vicinale su area agricola per un tratto di 3,5 km ca, prosegue su terreno agricolo per 255 m, quindi prosegue sulla strada consorziale del Siele per circa 4,2 km. Si immette poi sulla strada Procenese (SP52) percorrendola per 3,7 km ca; continua sulla SR2 per 1 km, sulla Strada vicinale di san leonardo per 2,2 km, poi interessa via caduti sul lavoro per 70 m per tornare sulla SR2 per 500 m, svoltare sulla SP 50 per 1,2 km, infine percorre la strada di Lutinano per 500 m.

La lunghezza complessiva del tracciato è di circa 17,5km.

Dall’analisi dei dati a disposizione al momento attuale non vi sono attraversamenti di linee elettriche interrate.

7.5. Campi elettrici e magnetici

Si rimanda alla consultazione del capitolo “8 Relazione campi elettromagnetici”

7.6. Fasce di rispetto

Le “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Le fasce di rispetto indicate sono state definite in conformità alla metodologia di calcolo emanata dall'APAT, in applicazione del D.P.C.M. 08/07/2003, con pubblicazione sul supplemento ordinario della G.U. n° 160 del 05.07.2008

Per il calcolo delle fasce di rispetto si rimanda alla consultazione della relazione di impatto elettromagnetico di seguito riportata al capitolo “8 Relazione campi elettromagnetici”.

7.7. Normativa di riferimento

7.7.1. Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 “Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, (G.U. n. 55 del 7 marzo 2001)
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 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”, (GU n. 200 del 29-8-2003)
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 giugno 2001 n°327 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità.
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, “Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi”.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 “Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio”.
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 “Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell’ art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali”.
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988 ,”Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne” e successive modifiche ed integrazioni.

- Decreto Ministero Ambiente e Tutela del Territorio del 29 maggio 2008 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto.

7.7.2. Norme tecniche

- CEI 11-17, “Esecuzione delle linee elettriche in cavo”, quinta edizione, maggio 1989
- CEI 11-60, “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne”, prima edizione, 2000 -07
- CEI 211-4, “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 50 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”, prima edizione, 2001-01
- CEI 106-11, “Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)
- CEI 11-4, “Esecuzione delle linee elettriche esterne”, quinta edizione, maggio 1989 edizione, 1996-07
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;

7.8. SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di cui al Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 e sue modifiche ed integrazioni.

Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione esecutiva si provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell’opera, sarà nominato un Coordinatore per l’esecuzione dei lavori, anch’esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

8. RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco fotovoltaico alla rete elettrica prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) Rete in cavo interrato a 30 kV dal parco fotovoltaico (PFV) ad una nuova stazione di trasformazione 30/132 kV;
- b) N. 1 Stazione elettrica di trasformazione 30/132 kV (Stazione utente)
- c) N. 1 elettrodotto in cavo interrato a 132 kV per il collegamento della stazione 30/132 kV allo stallo 132 kV dell'ampliamento della CP Acquapendente (indicato da e-distribuzione nel Preventivo di Connessione).

Dette opere, che costituiscono opere di utenza, sono state progettate ed inserite nel Piano Tecnico delle Opere (PTO) da presentare alle amministrazioni competenti per le necessarie autorizzazioni alla realizzazione ed all'esercizio.

La presente relazione descrive l'andamento dei campi elettrici e magnetici e calcola la fascia di rispetto delle opere di cui ai punti b) e c).

8.1. QUADRO NORMATIVO GENERALE

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione

Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12/07/99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente, nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono

comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- limite di esposizione: il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione: come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivo di qualità, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro, emanata nel 2001, comporta la prescrizione e l'osservanza in Italia di misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali ed adottate da tutti i paesi dell'Unione Europea, che hanno accettato il parere del Consiglio di quest'ultima; infatti, come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/07/99 sollecitavano gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato emanato il 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 ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", che ha fissato :

- il limite di esposizione: in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il valore di attenzione: di 10 μT , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere;
- il valore di 3 μT , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di ambienti abitativi e scolastici,

di aree gioco per l'infanzia, luoghi adibiti a permanenza non inferiore alle quattro ore.

Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

E' opportuno ricordare che in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08/07/2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 07/10/2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli, neanche in melius.

Successivamente, in esecuzione della Legge 36/2001 e del suddetto il D.P.C.M. 08/07/2003, è stato emanato il D.M. ATTM del 29/05/2008, che ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della "distanza di prima approssimazione (DPA)" e delle connesse "aree o corridoi di prima approssimazione".

In particolare si ricorda che con esso sono state date le seguenti definizioni :

- 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;
- portata di corrente 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;
- 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.

Inoltre è stato definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:

- per linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
- per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

Normativa di riferimento

- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fino a 300 GHz (n. 1999/519/CE)
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- 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";
- DMAATM 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 28 giugno 1986 n° 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

Norme CEI

- CEI 11-17 terza edizione "Linee in Cavo"
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09

- CEI 20-21, " Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente " terza edizione, 2007-10
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02

8.2. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

L'elettrodotto (sia aereo che in cavo) durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla sorgente (conduttore).

La metodologia di calcolo utilizzata per determinare i valori dei campi elettromagnetici, è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree e in cavo. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot - Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120°. In particolare, nel caso di un cavo interrato, il terreno di ricopertura ha un effetto schermante che annulla completamente il campo elettrico a livello del suolo. I risultati delle simulazioni sono rappresentati nelle fig. 1 e 2.

I valori restituiti sono illustrati mediante due diverse modalità:

- I profili laterali visualizzano le curve del campo elettrico e dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione degli elettrodotti in esame su un piano parallelo al piano di campagna (suolo). I valori delle ascisse, sono espressi in

metri ed indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, mentre l'ordinata è espressa in μT o kV/m e rappresenta il valore del campo calcolato relativamente a punti situati all'altezza del piano considerato rispetto al piano di campagna.

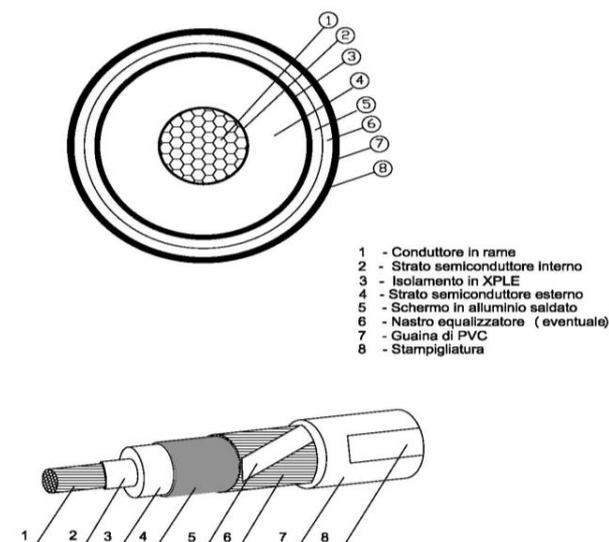
- Le mappe verticali rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse dell'elettrodotto; i valori espressi in metri sull'ascissa indicano la distanza rispetto al punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, l'ordinata rappresenta invece, sempre in metri, l'altezza da terra.

La linea elettrica in cavo interrato non produce campo elettrico per la presenza della guaina metallica collegata a terra e dallo schermo effettuato dal terreno e pertanto vengono illustrati gli andamenti del campo magnetico e solo per le sezioni dove si riscontrano le condizioni definite dalla normativa vigente.

8.3. CAVO 132 kV

Per il tratto di cavo 132 kV “SE 30/132 kV Utente - CP ampliamento Acquapendente” è stato scelto di posare un cavo in alluminio avente sezione 1000 mm², con isolamento in polietene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, schermo in alluminio saldato e rivestimento in polietilene e con un diametro esterno di 103 mm.

Lo schema tipo del cavo 132 kV è il seguente:

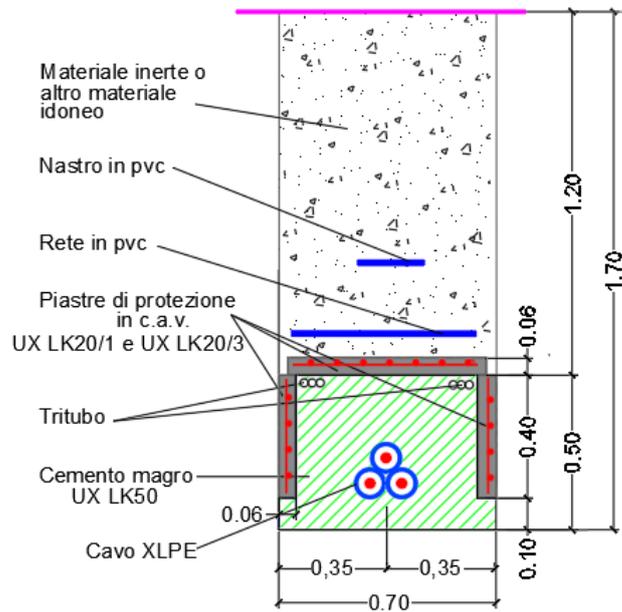


Il cavo sarà posato, lungo il tracciato, in configurazione a trifoglio, con schermi collegati con il sistema "cross bonding", temperatura del conduttore non superiore a 90°, profondità di posa 1,70 m, temperatura del terreno 20°C, resistività termica del terreno 1,5°Cxm/W.

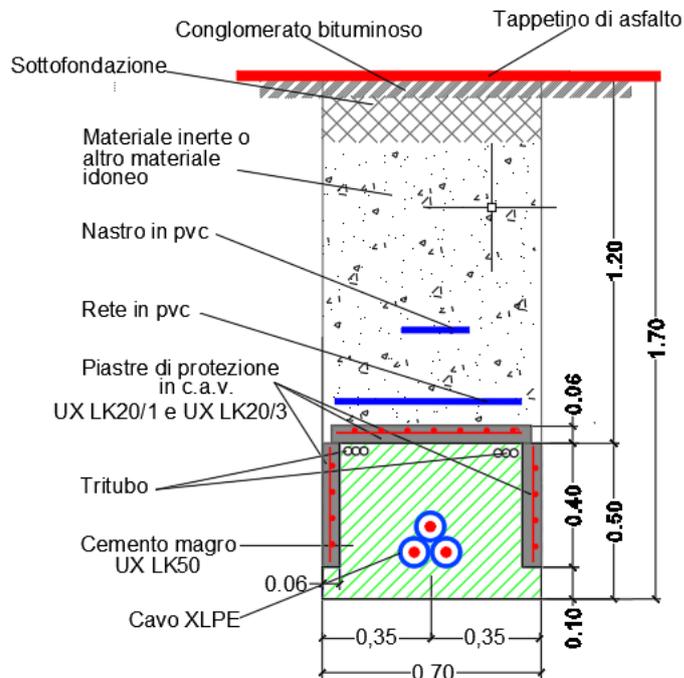
Con le ipotesi di cui sopra la corrente nominale in regime permanente, rilevata dalla scheda tecnica riportata in precedenza è pari 910 A.

Il tracciato del cavo presenterà pertanto la seguente sezione di posa riportata schematicamente per il valore di corrente di 910 A e la profondità di posa di 1,7 metri.

CAVO 150 kV POSA IN TERRENO AGRICOLO



CAVO 150 kV POSA SU STRADA ASFALTATA



Con la suddetta geometria di posa e con i valori di massimo carico abbiamo i seguenti andamenti del campo magnetico ad un metro sul suolo:

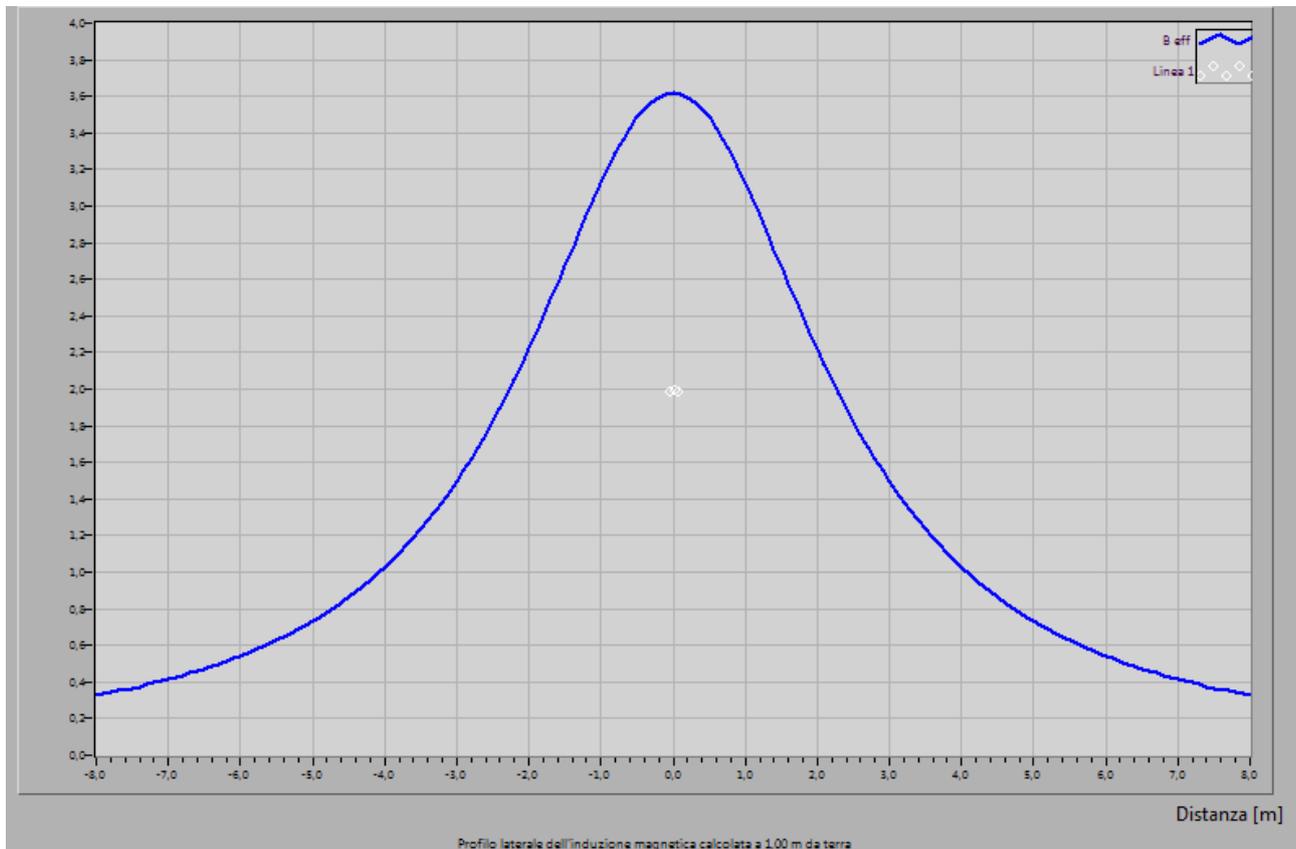


Fig. 1 Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=132 kV I = 910 A

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 3,6 μT inferiore al limite di esposizione pari a 100 μT .

Si osserva inoltre che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a 3 μT) è di 1,20 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto, per approssimazione come da normativa, la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 4,0 m quindi +/- 2 m centrata in asse linea.

La mappa verticale dell'induzione magnetica a quota conduttori è la seguente:

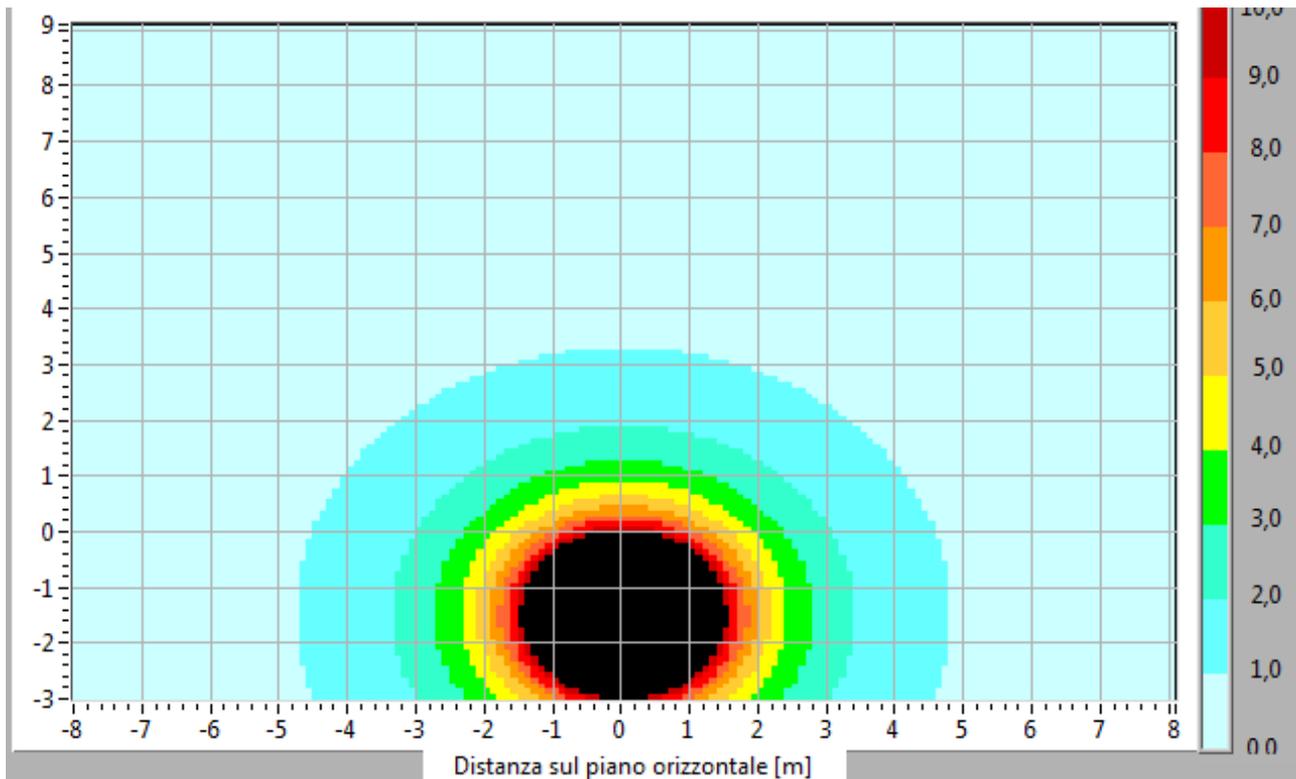


Fig. 2 Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=132 kV I = 910 A

8.4. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/132 kV

La stazione di trasformazione 30/132 kV è assimilabile per configurazione a stazioni primarie (punto 5.2.2 del DM 29.05.2008) e non ad una cabina elettrica (punto 5.2.1) essendo dotata di recinzione esterna. Pertanto, per questa tipologia di impianti la Dpa e, quindi la fascia di rispetto, rientra, prevedibilmente, nei confini di pertinenza dell'impianto delimitato dalla stessa recinzione.

La stazione 132 kV è costituita da un sistema di sbarre che costituisce il quadro 132 kV unica sorgente di campi elettrici e magnetici in quanto la linea elettrica in cavo 132 kV di collegamento alla stazione di smistamento.

I conduttori delle sbarre sono tubolari rigidi di 100 mm di diametro con le fasi disposte in piano a distanza di 2,2 m tra loro e a 7,5 m di altezza dal suolo, attraversati dalla corrente di 2000 A (corrente nominale di sbarre).

La geometria di tali conduttori è pertanto la seguente:

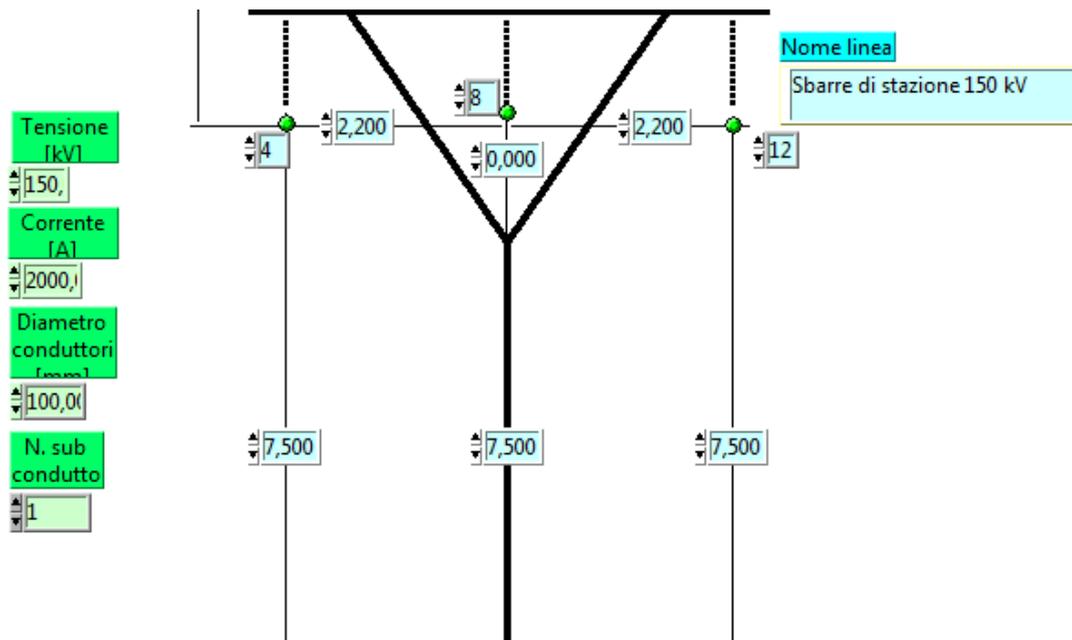


Fig. 3 Schema sezione sbarre 132 kV Stazione di trasformazione 30/132 kV con caratteristiche geometriche e di carico

Per quanto su detto abbiamo il seguente andamento di campo elettrico calcolato in sezione ortogonale all'asse sbarre a 1 m sul suolo:

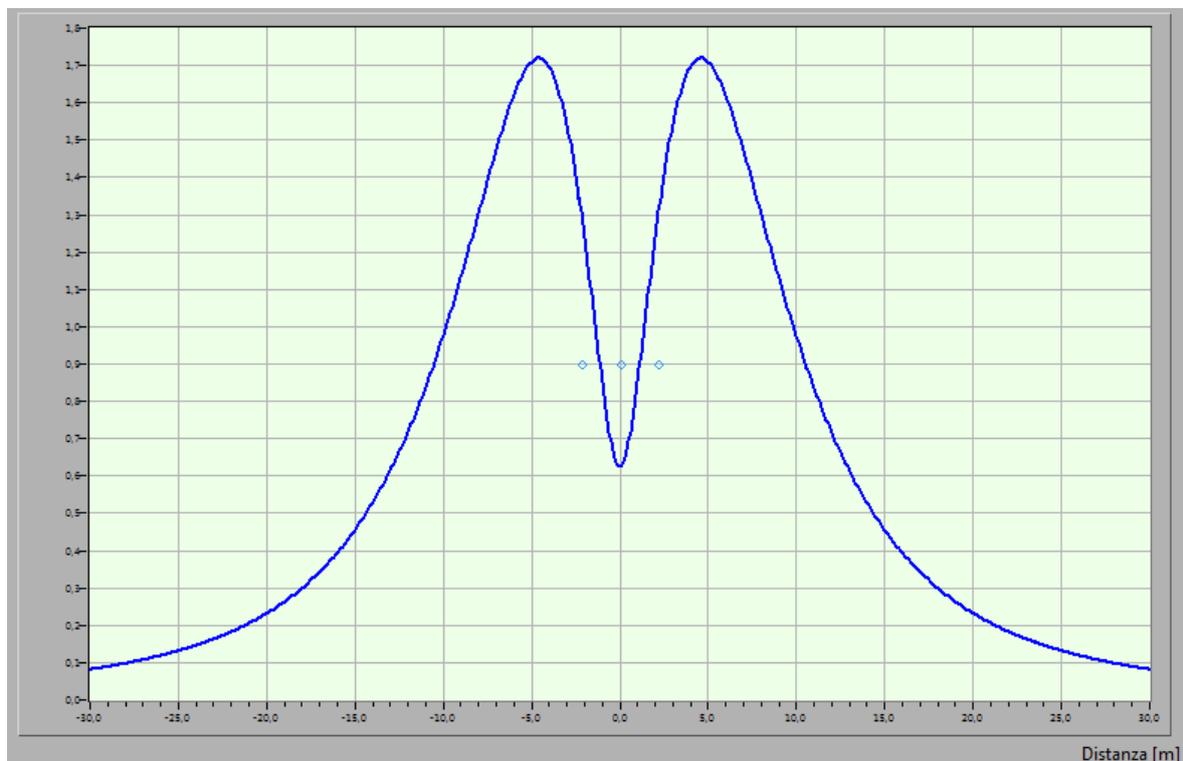


Fig. 4 Profilo laterale campo elettrico (E) sbarre 132 kV

Dal suddetto diagramma si evince che il valore massimo del campo elettrico calcolato ad un metro sul suolo è pari a 1,72 kV/m inferiore al valore di 5 kV/m di esposizione previsto dalla normativa.

Per quanto riguarda l'andamento del campo magnetico abbiamo i seguenti diagrammi:

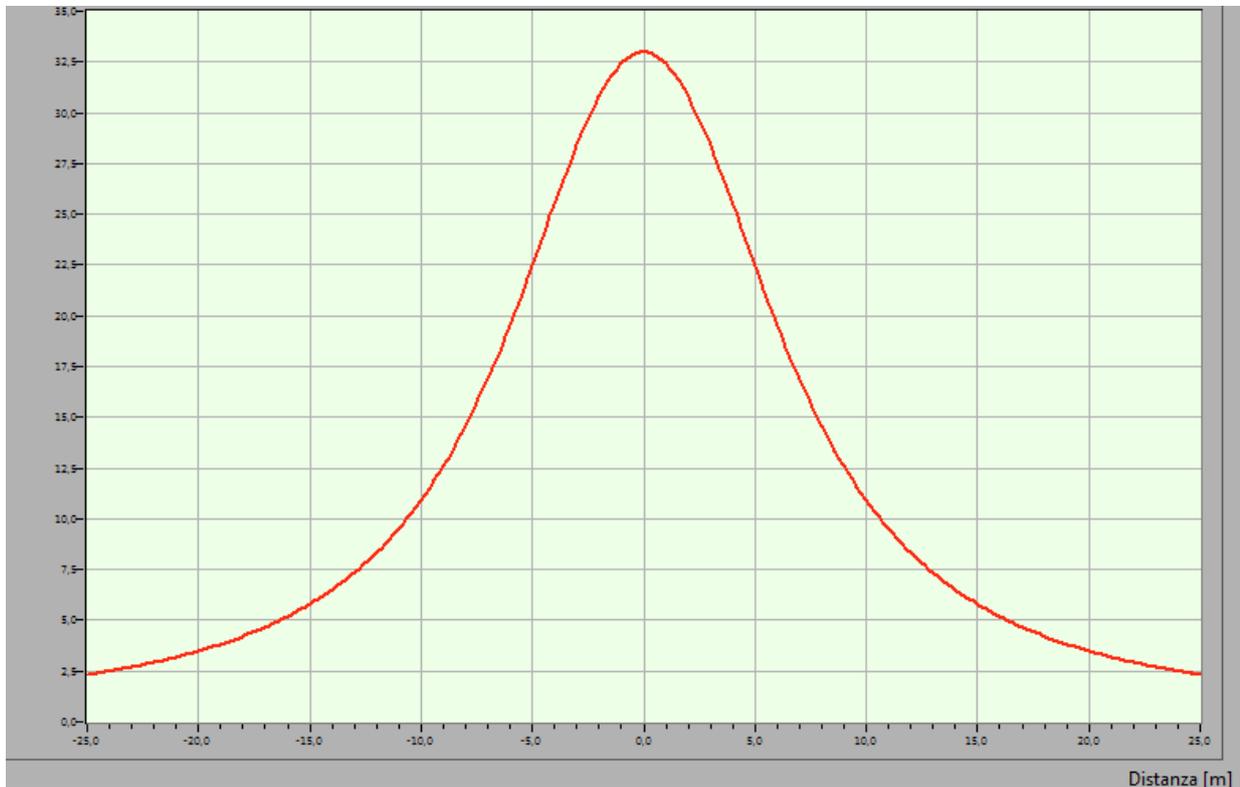


Fig. 5 Profilo laterale induzione magnetica (B) sbarre 132 kV

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 35 µT inferiore al limite di esposizione pari a 100 µT.

La mappa verticale dell'induzione magnetica calcolata a quota conduttori (7 m sul piano di stazione) è la seguente:

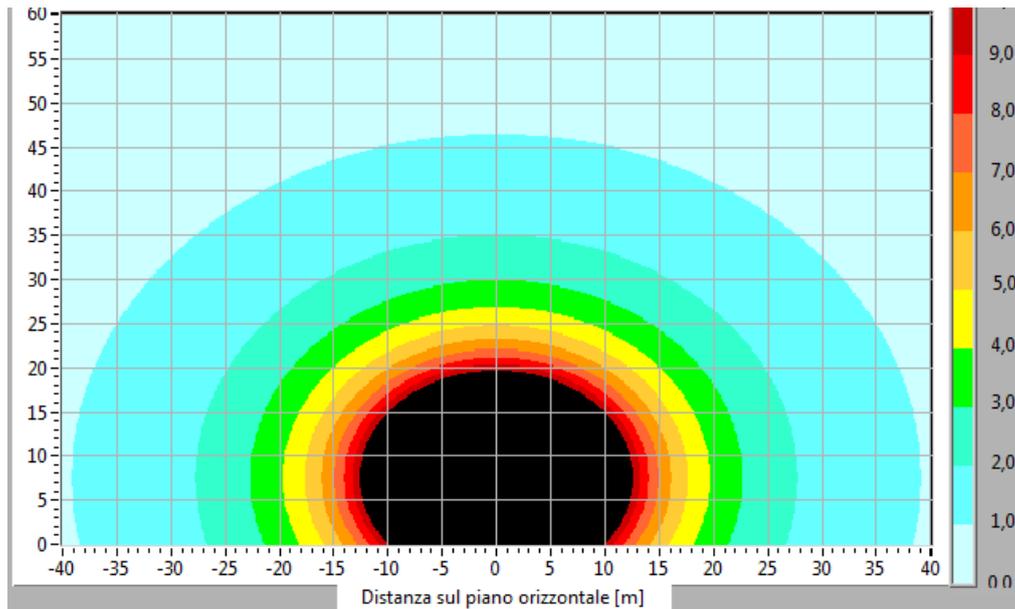


Fig. 6 Mappa verticale induzione magnetica (B) sbarre 132 kV

Dai diagrammi si evince che i $3 \mu\text{T}$ si ottengono alla distanza di circa 14 m dall'asse sbarra e conseguentemente la fascia di rispetto vale ± 14 m centrata in asse sbarra.

8.5. CONCLUSIONI

Riepilogo Dpa e fasce di rispetto per tratte di impianto

DM Ministero Ambiente: Decreto 29 Maggio 2008

	Dpa (m)	Fascia di rispetto (m)
Cavo 132 kV	1,2	± 2
Sbarre 132kV	14	± 14

Come si evince dalla corografia e dalla planimetria catastale, all'interno dell'area di prima approssimazione (Dpa) precedentemente calcolata, non ricadono edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza non inferiore alle 4 ore.

Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica le opere elettriche progettate, come illustrato nel piano tecnico delle opere di cui fa parte la presente relazione, sono conformi alla normativa vigente.