




Energy Park – via Sant'Orsola Faenza (RA)

Verifica di assoggettabilità

L.R. 20 Aprile 2018, n.4 e s.m.i.

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE Energy Park di Faenza

ELABORATO 18 **RELAZIONE CALCOLO DPA**

Approvato	E. Piraccini	Studio Associato Ne.Ma Ingegneria Ambiente Sicurezza Via Cavour, 67 – 40026 Imola (BO) P.IVA 02653670394 	
Controllato	S. Allegra		
Redatto	D. Negrini		
Rev.	00	Data	05/06/2024
Cod. Doc.	EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Pagine	1 di 21

SOMMARIO

A PREMESSA 3

B TIPOLOGIA DI POSA ED INSTALLAZIONE 4

B.1 ELETTRDOTTO MT 4

B.1.1 Posa tipo "N" 4

B.2 ELETTRDOTTO AT 5

C OBIETTIVI DI QUALITA' E FASCIA DI RISPETTO 7

C.1 INTRODUZIONE 7

C.2 OBIETTIVO DI QUALITÀ 8

C.3 CRITERI PER LA DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO 9

C.4 SUPERFICIE DI ISOLIVELLO 3 MT 10

D DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO RELATIVAMENTE ALLA LINEA ELETTRICA MT 12

D.1 LINEA INTERRATA UTENTE 12

E DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO RELATIVAMENTE ALLA LINEA ELETTRICA AT INTERRATA 14

F CALCOLO DPA CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/MT 16

G DETERMINAZIONE DPA SOTTOSTAZIONE MT/AT 20

H CONCLUSIONI 21

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	2 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

A PREMESSA

La Società Hera S.p.A. intende realizzare un nuovo impianto agrovoltaico a terra su terreno agricolo in Comune di Faenza (RA).

Il Produttore e Soggetto Responsabile, è la Società Hera S.p.A., con Sede Legale in v. Berti Pichat 2-4 – 41121 Bologna (BO). Le Aree sulle quali è prevista l'installazione del campo fotovoltaico sono già nella disponibilità della proponente.

L'energia prodotta dal campo fotovoltaico in uscita dal singolo inverter sarà condotta alla cabina di campo dove verranno parallelati e la tensione di esercizio elevata da 800V a 30kV mediante n.8 trasformatori in resina DYn11 da 2.000 kVA con Vcc 6%.

Le cabine MT saranno collegate ad anello per il collegamento alla rete esterna (con soluzione di collegamento all'utenza).

Con la presente relazione si procede alla stima delle DPA generate dal trasformatore BT/MT, dal cavo MT, dal trasformatore MT/AT e dal cavo AT della sottostazione di utenza.

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	3 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

B TIPOLOGIA DI POSA ED INSTALLAZIONE

B.1 ELETTRODOTTO MT

L'elettrodotto in Media Tensione (MT) a 30kV che collega le cabine di campo dell'impianto di produzione da FV, con funzione di elevazione della tensione da 0,8 kV a 30 kV, alla cabina di connessione rete in AT del Distributore, sarà realizzato in cavo con conduttori in rame o alluminio isolati tipo RG7H1M1 12/20 kV – 18/30 kV aventi differenti sezioni:

- 3x1x95mmq;

Le linee MT saranno posate in tubazione interrata: sarà adottata la tipologia di posa Tipo N, secondo CEI 11-17;

B.1.1 **Posa tipo "N"**

Si prevede la posa del cavidotto ad una profondità di circa 1,0 -1,2 metri. Per questa posa la Norma di riferimento CEI 11-17 art. 4.3.11, prevede una protezione meccanica (elemento protettivo in resina o tubazione protettiva in resina) ed una segnalazione di avvertimento mediante nastro monitor recante "CAVI ELETTRICI MT 30.000V" interrata a non meno di 20 cm sull'asse verticale rispetto alla protezione meccanica.

Se la posa della linea dovesse essere al di sotto di uno stradello/carreggiata, per quella parte la tubazione verrà inglobata in un bauletto di cemento.

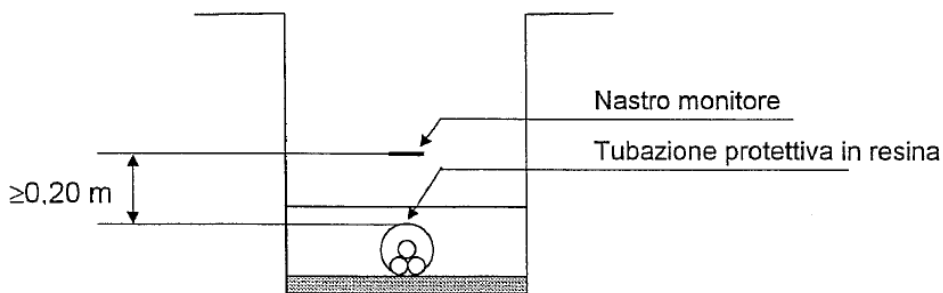


Figura 1: Posa di tipo N

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	4 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

In ogni caso, la tubazione deve avere diametro nominale interno pari ad almeno 1,4 volte il diametro del cavo o del fascio di cavi. Nel nostro caso il diametro dell'involuppo del cavo di MT è di circa 70 mm, e pertanto il diametro interno minimo calcolabile per la tubazione è di 100 mm. In questo caso si uniformeranno le tubazioni ad un diametro interno minimo di 138 mm, posando una tubazione corrugata pesante a doppia parete 450 N, avente diametro esterno 160 mm, diametro inferiore per la categoria di tubazione per linee elettriche secondo specifiche ENEL DS 4235.

B.2 ELETTRDOTTO AT

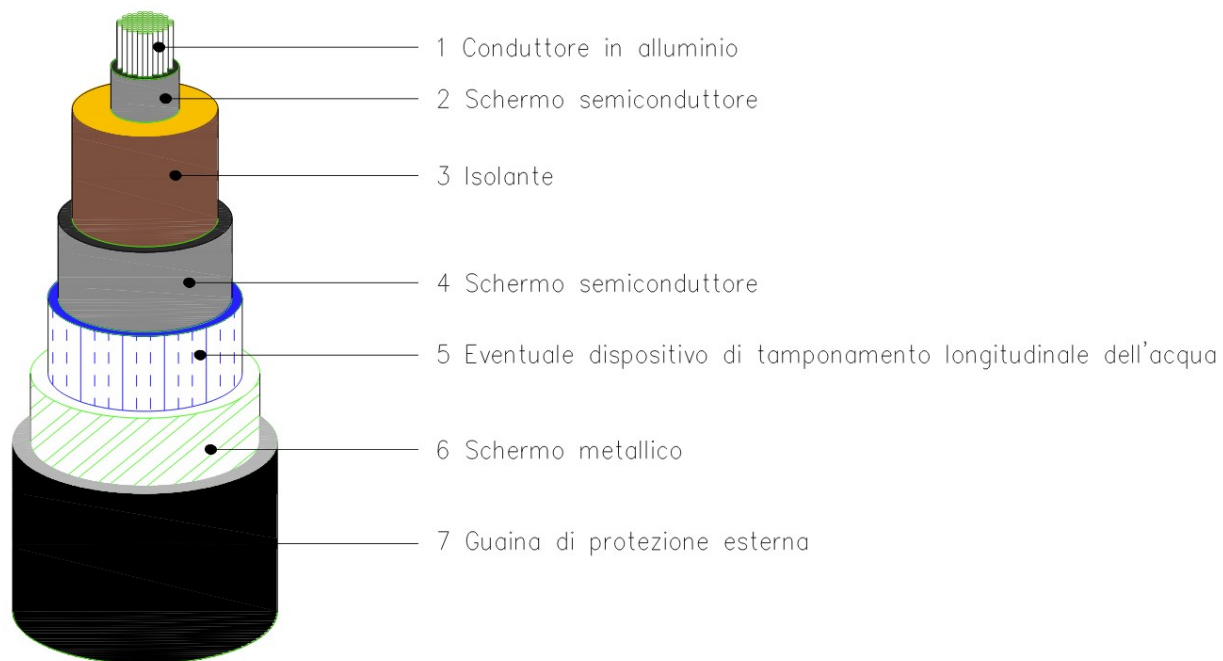
L'elettrodotto interrato sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio o rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 1000-1600 mm². Le principali caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Tensione nominale 132 kV in corrente alternata
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 500 A (per fase)

Si allega di seguito uno schema tipologico del cavo AT.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,5 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'. I cavi saranno protetti e segnalati 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

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	5 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	



1	CONDUTTORE IN RAME O ALLUMINIO	5	BARRIERA CONTRO LA PENETRAZIONE DI ACQUA
2	SCHERMO SUL CONDUTTORE	6	GUAINA METALLICA
3	ISOLANTE	7	GUAINA ESTERNA
4	SCHERMO SEMICONDUCTORE		

Figura 2: Cavo AT

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	6 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

C OBIETTIVI DI QUALITA' E FASCIA DI RISPETTO

C.1 INTRODUZIONE

Le distanze di rispetto da un elettrodotto sono le distanze minime da terra, da edifici, da alberi, ecc. che è indispensabile garantire per evitare eventuali scariche in aria (DM 21/3/88 n. 449 e successive modifiche ed integrazioni).

Le fasce di rispetto per gli elettrodotti sono invece più recenti; risalgono alla legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". Secondo l'art. 4, comma h, di tale legge "all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale scolastico, sanitario, ovvero ad uso che comporti la permanenza non inferiore a quattro ore".

Il provvedimento legislativo testé richiamato costituisce, il quadro di riferimento normativo al quale occorre obbligatoriamente attenersi affinché la linea elettrica per la quale si chiede l'autorizzazione alla costruzione ed al successivo esercizio rispetti i valori di salubrità stabiliti dal Legislatore. Al fine di assicurare adeguate condizioni di salubrità per i cittadini, il legislatore ha distinto due diversi parametri di riferimento:

- l'obiettivo di qualità (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 e art. 13, comma 4, della L.R. n. 30/2000);
- la fascia di rispetto o corridoio per la localizzazione (art. 4 della legge n. 36/2001).

È chiaro che il secondo discende dal primo, nel senso che la fascia di rispetto è di fatto quel perimetro di distanza dalla fonte oltre il quale sono assicurati valori di induzione magnetica contenuti strutturalmente e permanentemente entro i valori obiettivo.

Ed infatti l'art. 6 del citato DPCM 8 luglio 2003 stabilisce che "per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà far riferimento all'obiettivo di qualità".

Per quanto riguarda l'obiettivo di qualità la normativa nazionale: il DPCM 8 luglio 2003 pone il limite a $3\mu\text{T}$ (art. 4).

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	7 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Occorre sottolineare infine che la legge quadro n. 36/01, art. 3, comma 1, lettera e), ed il successivo DPCM 8 luglio 2003, All. A, specificano che la fascia di rispetto deve essere determinata con riferimento all'elettrodotto inteso come "insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione". Nel nostro caso si tratta della linea interrata che si sviluppa su terreno agricolo e dalla cabina di campo.

C.2 OBIETTIVO DI QUALITÀ

Gli effetti sanitari prodotti da un campo elettrico o magnetico sulle persone si suddividono in acuti e cronici.

Gli effetti acuti (a breve termine) scompaiono al cessare dell'esposizione. Gli effetti cronici o differiti (a lungo termine) si possono manifestare dopo anni. Gli effetti differiti (possibili tumori, ad esempio leucemia) sono ipotizzati (non dimostrati) solo per il campo magnetico a 50Hz, non per il campo elettrico.

La legge n. 36/01 ha introdotto tre riferimenti (livelli) con il significato di seguito indicato:

- limite di esposizione; valore di campo definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione; valore di campo che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate; esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivi di qualità, i quali costituiscono:
 1. i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie possibili;
 2. i valori di campo ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione al campo stesso.

Il successivo DPCM 8 luglio 2003 ha stabilito come limite di esposizione a 50Hz:

1. 5kV/m per il campo elettrico;

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	8 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

2. 100 μ T per l'induzione magnetica.

Per evitare gli eventuali effetti differiti, in base al principio di precauzione, il DPCM 8 luglio 2003 ha stabilito per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T (per il campo elettrico non sono ipotizzati effetti differiti). Lo stesso Decreto ha individuato come obiettivo di qualità il limite di 3 μ T.

In definitiva, con riferimento al campo magnetico a 50 Hz i limiti sono tre:

1. limite di esposizione: 100 μ T;
2. valore di attenzione: 10 μ T;
3. obiettivo di qualità nazionale: 3 μ T;

Come appena illustrato, i limiti sopra richiamati hanno finalità diverse:

- il limite di esposizione intende prevenire gli effetti sanitari acuti;
- il valore di attenzione vuole evitare, in base al principio di precauzione, che le persone siano esposte per lungo tempo al campo, il quale potrebbe produrre effetti differiti anche se solo ipotizzati;
- l'obiettivo di qualità non costituisce un limite per evitare effetti sanitari, ma vuole ridurre il campo negli ambienti di vita e migliorare l'ambiente sul piano urbanistico, evitare cioè che gli elettrodotti passino troppo vicino agli edifici.

L'obiettivo di qualità si applica ai nuovi elettrodotti e alle nuove costruzioni ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

C.3 CRITERI PER LA DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO

La metodica da usarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti ad una o più linee elettriche aeree o interrate che insistono sulla medesima porzione di territorio può compiersi come segue:

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	9 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

- il gestore considera i dati caratteristici delle linee, ivi incluse le eventuali condizioni di fase relativa tra più linee elettriche intersecanti o vicine;
- si assume come portata in corrente circolante nelle linee la relativa corrente in servizio normale così come definita all'interno della norma CEI 11-60. Nel caso di linee elettriche aeree con tensione maggiore di 100 kV, la corrente può essere definita secondo la stessa norma al Cap. 3.1;
- le linee possono essere schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", Cap. 4.1. Il calcolo può essere eseguito secondo l'algoritmo definito al Cap. 4.3;
- si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a $3\mu\text{T}$ in termini di valore efficace;
- le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto. Le relative dimensioni, espresse in metri, possono essere arrotondate all'intero più vicino.

In buona sintesi:

- il campo magnetico dipende dall'intensità della corrente che percorre i conduttori e per calcolare il campo si deve considerare la corrente in servizio normale, DPCM 8 luglio 2003, art. 6, comma 1; si individua la superficie sulla quale l'induzione è di $3\mu\text{T}$, oltre la quale l'induzione è quindi minore di $3\mu\text{T}$;
- le proiezioni verticali a livello del suolo di detta superficie determinano la fascia di rispetto.

C.4 SUPERFICIE DI ISOLIVELLO $3\mu\text{T}$

Il campo magnetico generato da un elettrodotto in un punto è la risultante dei campi prodotti in quel punto da tutte le correnti che percorrono i conduttori dell'elettrodotto stesso (paralleli tra loro).

Il campo magnetico dipende quindi dalla distanza e dalla posizione reciproca dei conduttori.

Gli elettrodotti possono essere a semplice terna, oppure a doppia terna. La guida CEI 211-4 fornisce le formule per il calcolo del campo magnetico e la guida CEI 106-11 applica tali formule a diversi tipi di elettrodotti per stabilire le fasce di rispetto.

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	10 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

A sufficiente distanza dagli elettrodotti, la superficie su cui l'induzione assume lo stesso valore (superficie isolivello) ha con buona approssimazione la forma di un "cilindro" avente come asse la catenaria ideale passante per il baricentro dei conduttori.

L'intersezione di questa superficie cilindrica con un piano ortogonale alla linea individua una circonferenza (sezione del cilindro); la guida CEI 106-11 fornisce le formule per calcolare il raggio di tale circonferenza.

Per gli elettrodotti in media tensione, in cavo cordato ad elica (sotterraneo), anche nelle condizioni più cautelative di conduttore di sezione maggiore e relativa portata nominale, l'induzione scende al di sotto di $3\mu\text{T}$ alla distanza di 50-80 cm dall'asse del cavo stesso come specificato nella guida CEI 106-11.

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	11 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

D DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO RELATIVAMENTE ALLA LINEA ELETTRICA MT

La superficie che delimita lo spazio intorno all'elettrodotto entro il quale l'induzione magnetica supera $3 \mu\text{T}$ è con buona approssimazione un cilindro, ad asse curvilineo con l'andamento dei conduttori, di raggio R .

Dentro questo volume "non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti la permanenza non inferiore a quattro ore", legge 36/01, art. 4 lett. h).

La fascia di rispetto è dunque un volume approssimato a quello di un cilindro. Per semplicità, e a favore della sicurezza, l'APAT ha trasformato il volume in una superficie individuata dalla proiezione del cilindro al suolo cioè un corridoio di larghezza R da ambo i lati rispetto al baricentro dei conduttori.

D.1 LINEA INTERRATA UTENTE

Tensione = 30 kV.

Conduttori = Rame/Alluminio

Formazione/Sezione = $3 \times 1 \times 95 \text{ mmq}$ (sezione massima nell'impianto) posato a trefolo Tipo di posa = entro tubazione

I = Corrente in servizio normale = 360 A

Facendo riferimento alla norma CEI 106-11 - figura 18, si determina che l'induzione magnetica generata dalle linee sopra descritte assume valori inferiori a $3 \mu\text{T}$ già ad una distanza di:

- Per le parti interrate, 80 cm dal centro della linea stessa.

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	12 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

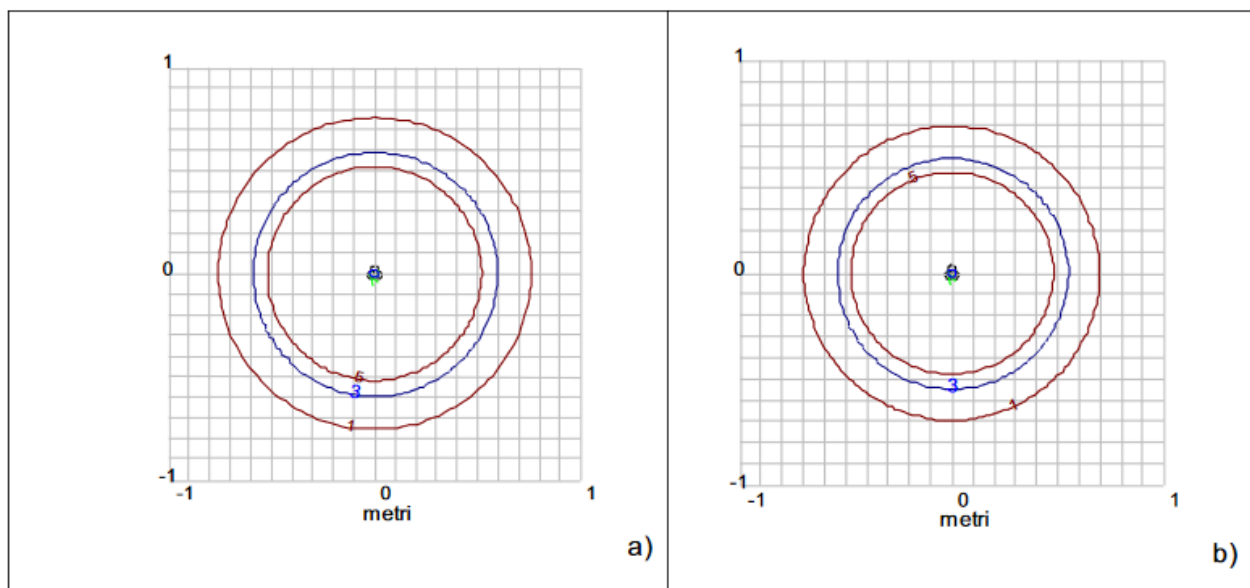


Figura 3: DPA cavo interrato MT

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	13 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

E DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO RELATIVAMENTE ALLA LINEA ELETTRICA AT INTERRATA

La superficie che delimita lo spazio intorno all'elettrodotto entro il quale l'induzione magnetica supera $3 \mu\text{T}$ è con buona approssimazione un cilindro, ad asse curvilineo con l'andamento dei conduttori, di raggio R .

Si riporta di seguito il calcolo della DPA per il cavo interrato AT

Determinazione della fascia di rispetto per il campo magnetico

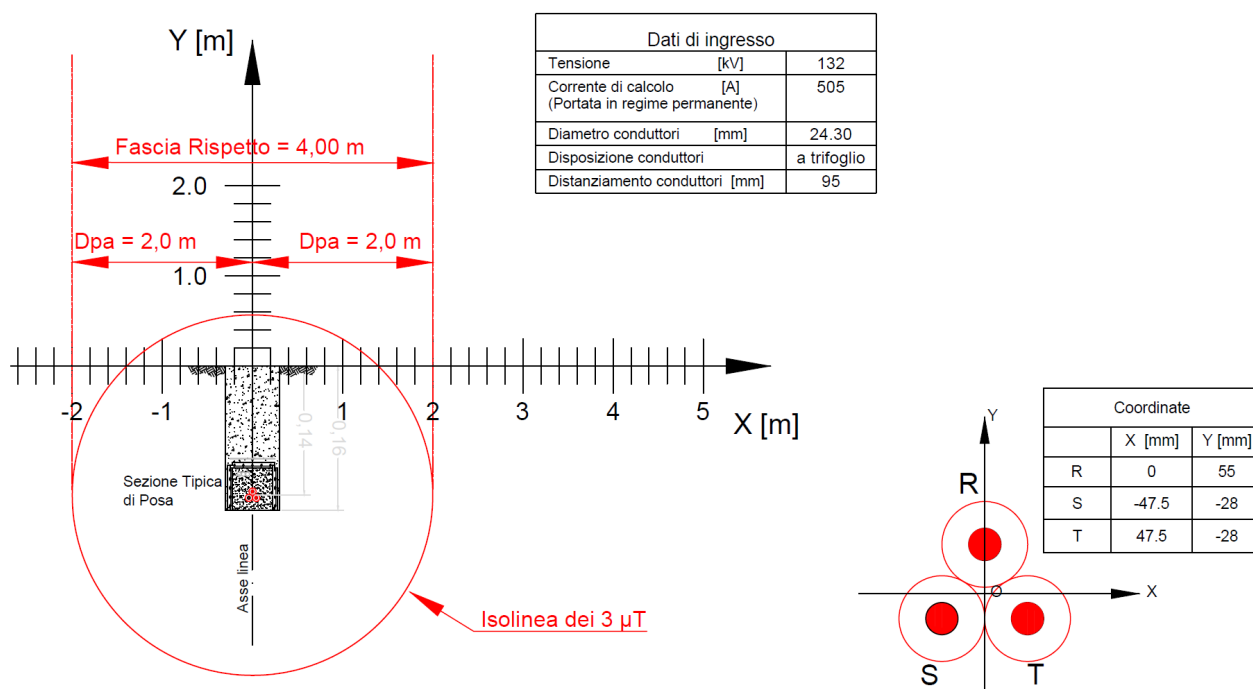


Figura 4: DPA cavo interrato AT

Si riporta di seguito stralcio della fascia DPA per il cavo interrato 132 kV.

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	14 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

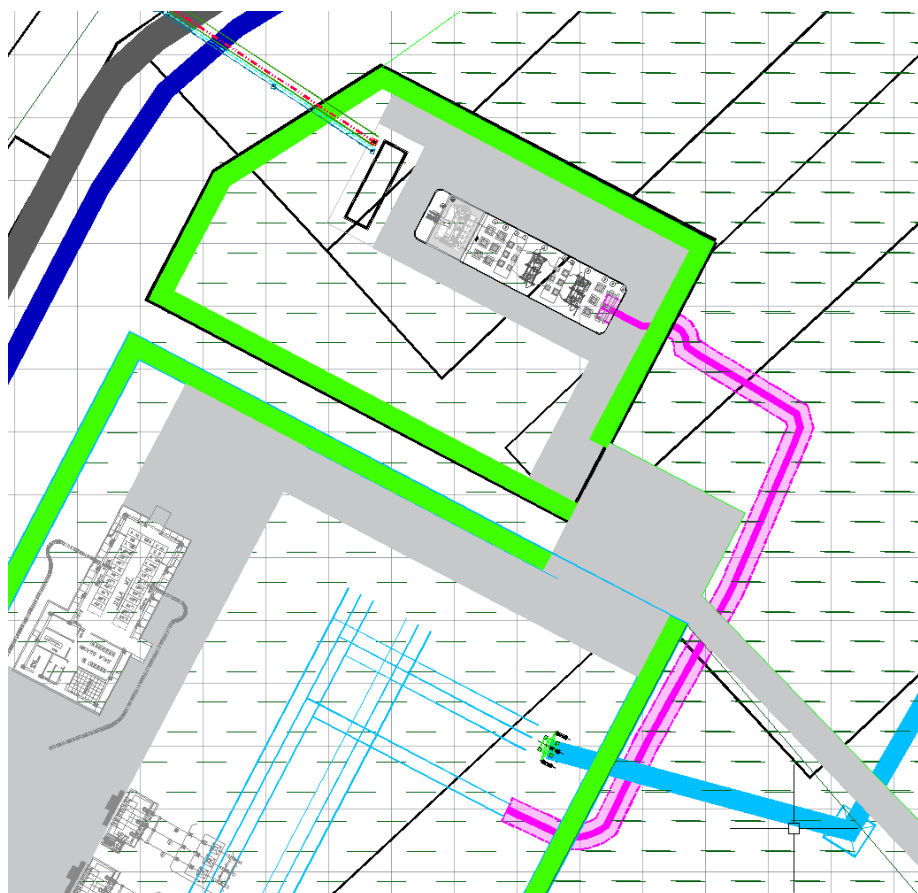


Figura 5: ipotesi di tracciato del collegamento di utenza

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	15 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

F CALCOLO DPA CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/MT

La cabina MT di alloggiamento apparecchiature (cabina di elevazione 0,8/30kV) è l'unica parte dell'elettrodotto MT in progetto collocata fuori terra.

Vengono definiti anche i punti cardinali di riferimento per questa specifica relazione, senza che gli stessi debbano coincidere con i reali punti cardinali terrestri.

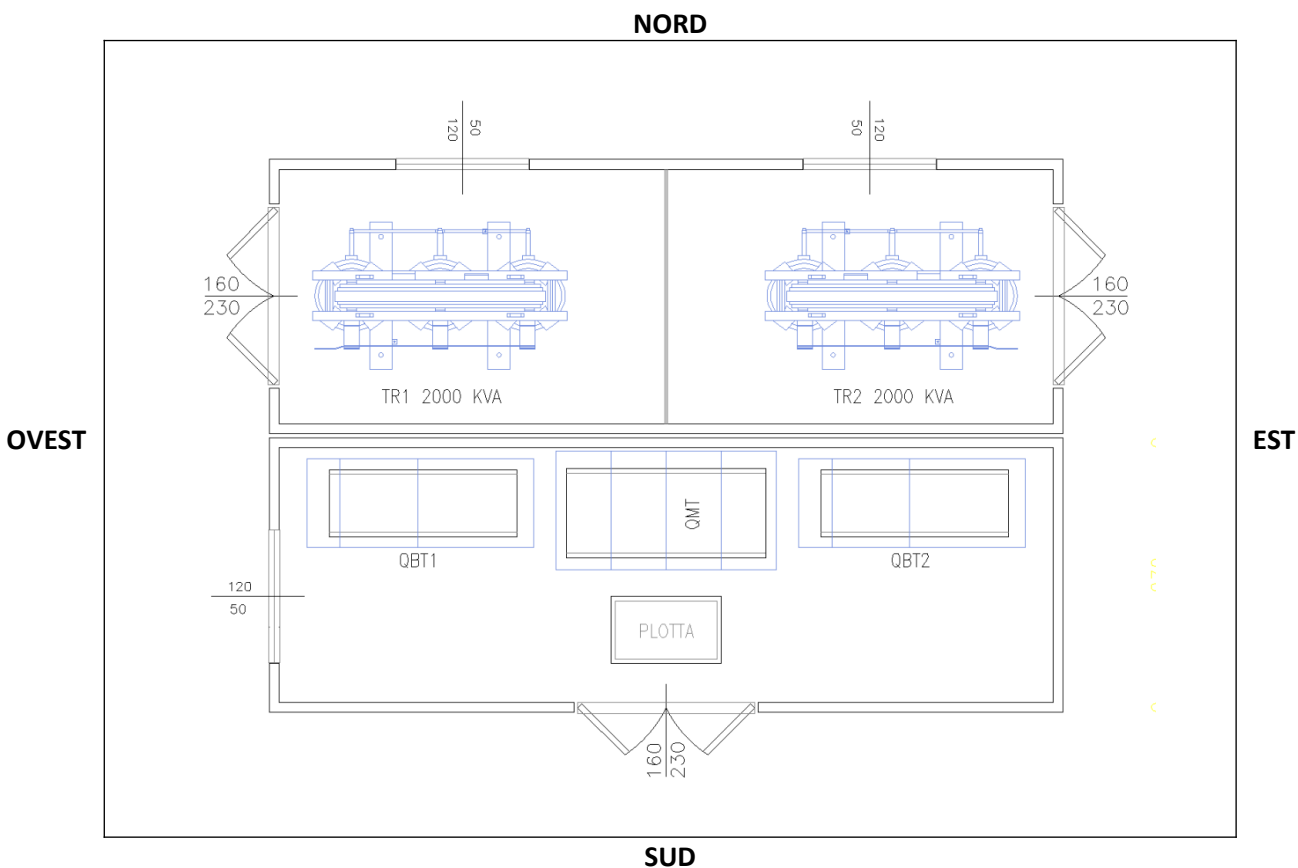


Figura 6: Cabina BT/MT di campo

La Cabina è situata al piano campagna in locale dedicato, risulta isolata da altre costruzioni, con distanze superiori ad alcune decine di metri.

Le apparecchiature elettriche presenti nella medesima, caratterizzate da valori di corrente non trascurabili ai fini delle valutazioni del campo magnetico, sono:

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	16 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

- n.2 Trasformatori MT/BT da 2000 kVA isolato in resina;
- n.1 Quadro generale di media tensione, facente parte di un anello ipotizzato di 260A;
- n.2 Quadri BT Power Center;
- n.2 Linee MT di collegamento tra quadro di media tensione e trasformatori;
- n.2 Linee BT di collegamento tra trasformatori e quadri BT.

Lo studio è stato effettuato partendo dall'individuazione delle aree sensibili e delle sorgenti principali di campo magnetico per le quali si è ritenuto necessario effettuare una valutazione dell'induzione magnetica, in linea con i principali valori limite in materia di esposizione a campi magnetici prodotti da sorgenti elettriche di bassa frequenza, ovvero:

- 100 μ T esposizione istantanea, valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 3;
- 3 μ T, obiettivo di qualità negli ambienti ad esposizione prolungata di persone (superiore alle quattro ore giornaliere), valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 4.

Lo studio si sviluppa con una modellizzazione dell'induzione magnetica generata dai dispositivi elettrici considerati mediante software "MAGIC", di cui si riporta un estratto.

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	17 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Cabina - calcolo su piano xy - quote Z=1 m

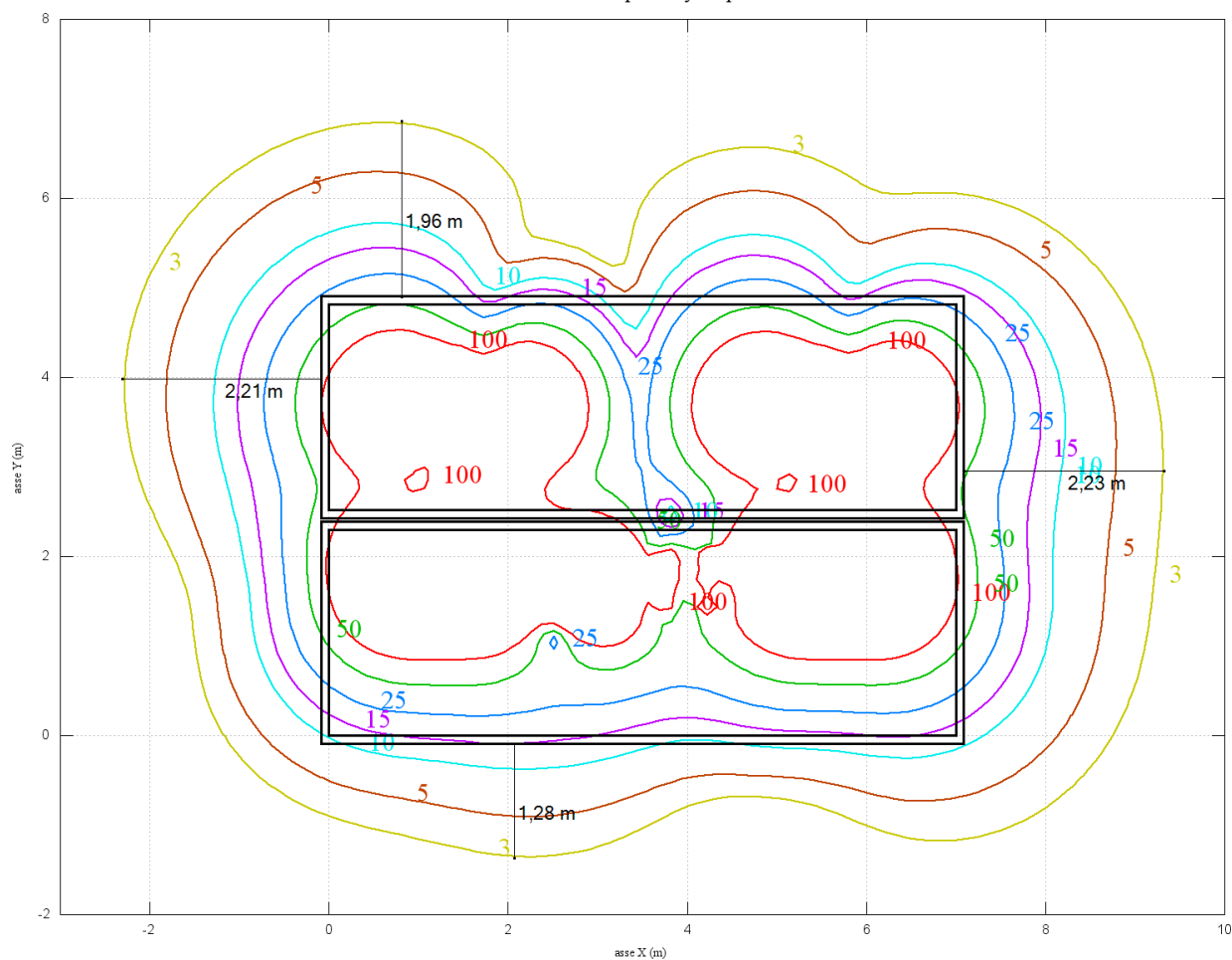


Figura 7: Curve isolivello d'induzione magnetica calcolate su un piano XY per $z = 1,0$ m (corrispondente ad una quota di 1,0 metro a partire dal pavimento della cabina)

A favore di sicurezza si adotta una DPA di 3 m.

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	18 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

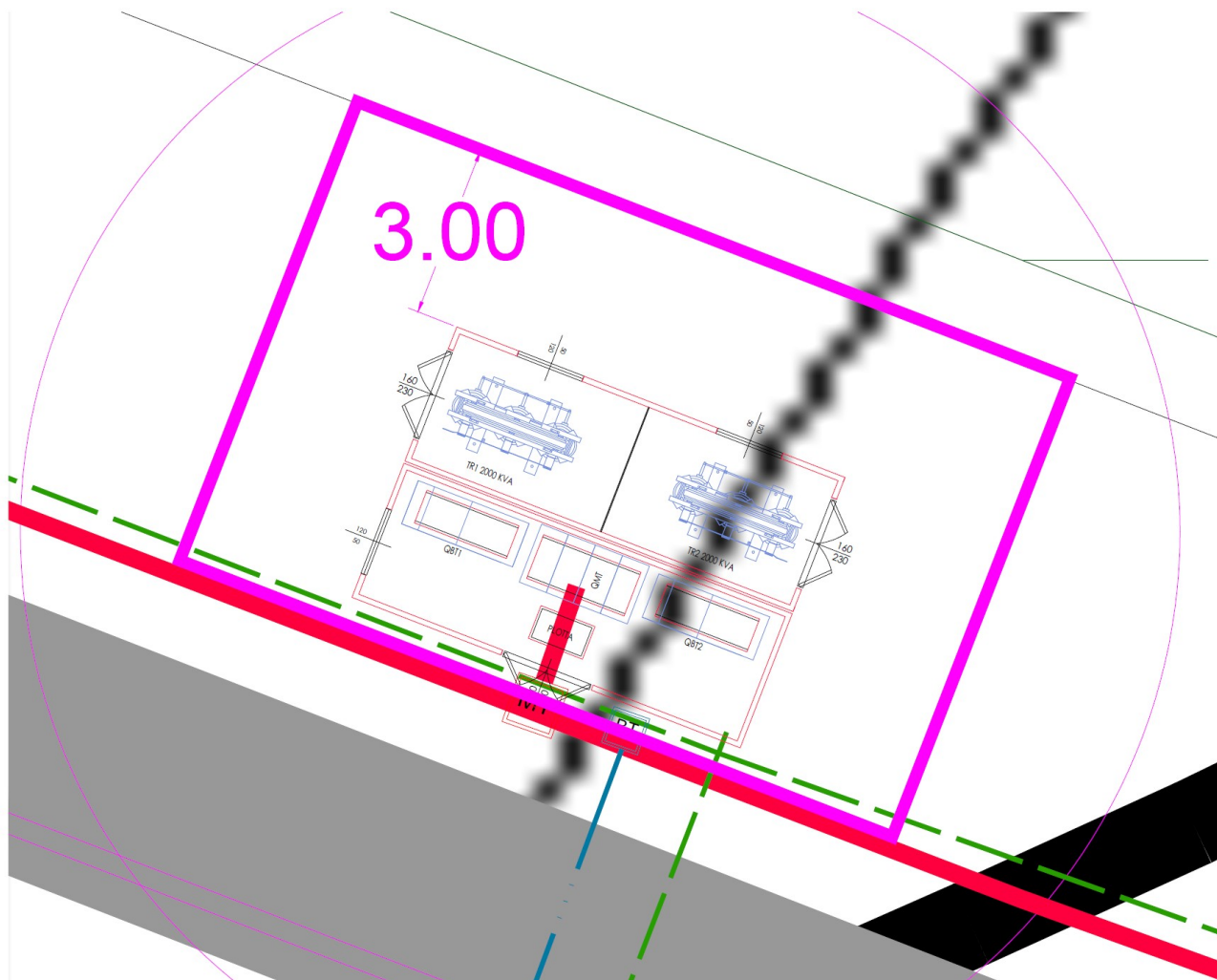


Figura 8: DPA cabina BT/MT

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	19 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

G DETERMINAZIONE DPA SOTTOSTAZIONE MT/AT

In conformità al DM 29/05/2008 la fascia DPA della sottostazione di utenza a 132 kV è pari a 14 m rispetto all'asse della stazione. Mentre per i cavi aerei AT, essendo a singola terna con tensione 132 kV si adotta DPA 20 m.

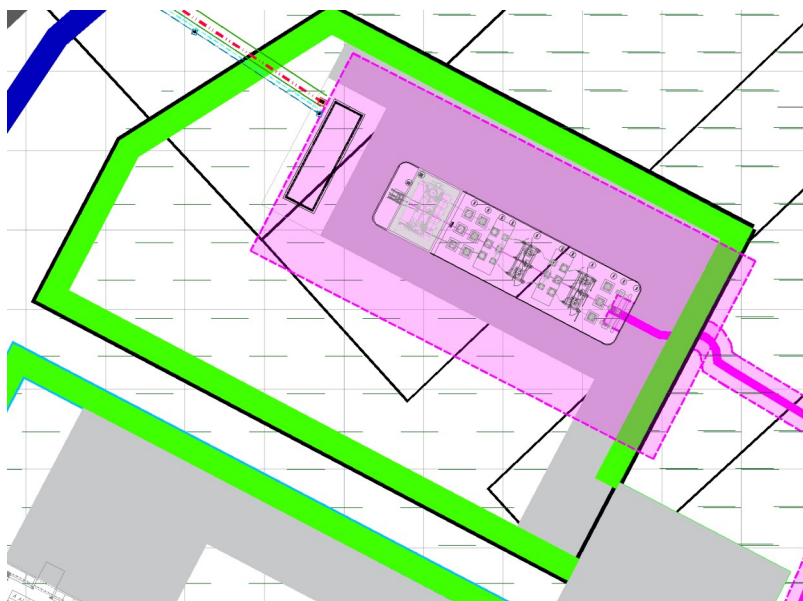


Figura 9: DPA sottostazione MT/AT

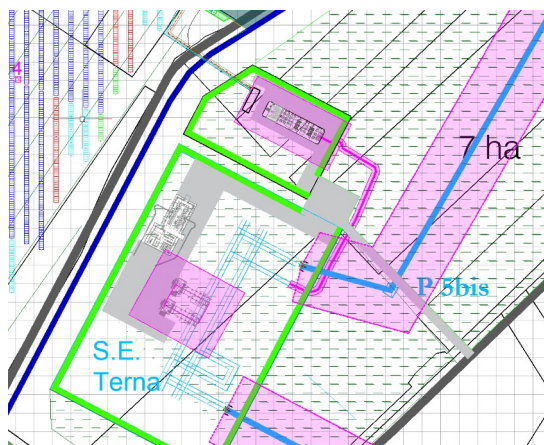


Figura 10: DPA SE AT

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	20 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

H CONCLUSIONI

L'analisi dell'esposizione a campi elettromagnetici svolta nei paragrafi precedenti evidenzia che:

- DPA cavo MT 30 kV – 0,70 m rispetto all'asse cavo, e quindi non interessa aree esterne al terreno;
- DPA cavo AT 132 kV – 2 m rispetto all'asse cavo;
- DPA cabina BT/MT 30 kV – 3 m rispetto alla parete della cabina;
- DPA sottostazione di utenza a 132 kV – 14 m rispetto all'asse dei cavi
- DPA SE a 132 kV – 20 m rispetto all'asse dei cavi

Considerato che l'installazione è prevista in aperta campagna e che non sono presenti postazioni di lavoro fisse per una durata maggiore di 4 h all'interno delle fasce DPA, con riferimento alle condizioni fisiche, tecnologiche e oggettive illustrate nei paragrafi precedenti, il sottoscritto Ing. David Negrini, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ravenna al 1124

dichiara

che le opere in progetto rispettano le normative nazionali e regionali in materia di riduzione dell'inquinamento elettromagnetico. Non vi sono postazioni di lavoro interessate da esposizione a campi elettromagnetici.

Il Progettista

Ing. David Negrini

EP 01 RA SC 00 SC RS 18.00	Relazione calcolo DPA	00	05/06/2024	21 di 21
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	