

IMPIANTO AGRIVOLTAICO
SITO NEI COMUNI DI SAN PANCRAZIO SALENTINO E TORRE SANTA SUSANNA
IN PROVINCIA DI BRINDISI

Valutazione di Impatto Ambientale

(artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/2006)

Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

(art. 17 del D.L. 77/2021, convertito in L. 108/2021)

Prot. CIAE: DPE-0007123-P-10/08/2020

Idea progettuale, modello insediativo e coordinamento generale: **AG Advisory S.r.l.**

Paesaggio e supervisione generale: **CRETA S.r.l.**

Elaborazioni grafiche: **Eclettico Design**

Assistenza legale: **Studio Legale Sticchi Damiani**

Progettisti:

Responsabili VIA: **CRETA S.r.l.**

Arch. Sandra Vecchietti

Arch. Filippo Boschi

Arch. Anna Trazzi

Arch. Giulia Bortolotto

Arch. Mattia Zannoni

Contributi specialistici:

Acustica: **Dott. Gabriele Totaro**

Agronomia: **Dott. Agr. Barnaba Marinosci**

Agronomia: **Dott. Agr. Giuseppe Palladino**

Archeologia: **Dott.ssa Caterina Polito**

Archeologia: **Dott.ssa Michela Ruge**

Asseverazione PEF: **Omnia Fiduciaria S.r.l.**

Fauna: **Dott. Giacomo Marzano**

Geologia: **Geol. Pietro Pepe**

Idraulica: **Ing. Luigi Fanelli**

Piano Economico Finanziario: **Dott. Marco Marincola**

Vegetazione e microclima: **Dott. Leonardo Beccarisi**

Cartella	VIA_3/	Identificatore:	Relazione campi elettromagnetici
Sottocartella	DOC_SPECIALIS/	DOCSPEC14	connessioni
Descrizione	Relazione di verifica esposizione ai campi elettromagnetici delle connessioni		
Nome del file:		Tipologia	Scala
DOCSPEC14.pdf		Relazione	-

Autori elaborato: Ing. Fabio Calcarella

Rev.	Data	Descrizione
00	01/02/22	Prima emissione
01		
02		

Spazio riservato agli Enti:

Sommario

1	Premessa	2
2	Descrizione generale delle opere di connessione alla RTN	2
3	Valutazione dell'esposizione umana. Valori limite	4
4	Campo magnetico generato dall'elettrodotto MT di collegamento tra Impianto e Stazione Elettrica Utente	7
5	Calcolo del campo di induzione magnetica generato dall'elettrodotto AT di collegamento alla SE Terna "Erchie"	13
6	Campo magnetico generato dalla SU Utente	17
6.1	Determinazione della fascia di rispetto.....	18

1 Premessa

Scopo del progetto è la realizzazione di un impianto Agrivoltaico di proprietà della Società *Marseglia – amaranto Energia e Sviluppo S.r.l.*, con la Stazione Utente di Trasformazione e consegna.

Il generatore di elettricità (Impianto fotovoltaico) avrà una potenza installata di **78,72 MWp**. L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici, sarà convogliata poi alla Sottostazione Elettrica Utente, all'interno della quale avverrà la trasformazione MT/AT e la cessione a Terna S.p.a., a mezzo della Stazione Elettrica Terna "Erchie" su stallo da realizzare.

In particolare la presente relazione ha la finalità di valutare l'Impatto Elettromagnetico generato dal **cavidotto MT** (tra Impianto FV e Stazione Utente) e **cavidotto AT** (tra Stazione Utente e SE Terna) a dalla Stazione Elettrica SU 30/150 kV di nuova realizzazione.

La realizzazione delle opere di utenza (SSE Utente e Sistema di sbarre AT) per la connessione alla Rete Elettrica Nazionale di proprietà Terna S.p.A. permetteranno la cessione dell'energia prodotta dall'Impianto Agrivoltaico del produttore; inoltre, come sopra detto, il sistema di sbarre AT costituirà anche un centro di raccolta di ulteriori iniziative di produzione di energia da fonte rinnovabile per il collegamento delle quali occorrerà condividere lo stallo AT all'interno della SE RTN.

2 Descrizione generale delle opere di connessione alla RTN

La Stazione Utente di Trasformazione AT/MT avrà una estensione di circa 2.025 m² e Catastalmente sarà ubicata sulla particella 127 del foglio 33 di Erchie (BR).

In estrema sintesi le opere di Connessione alla **Rete di Trasmissione Nazionale (RTN)**, saranno composte da:

- Stazione Elettrica Utente di Trasformazione 150/30 kV, comprendente due Stalli AT ognuno costituito da:
 1. Trasformatore AT/MT 150/30 kV da 45 MVA;
 2. Scaricatore di Tensione 150 kV;
 3. Trasformatore di Tensione 150 kV;
 4. Trasformatore di Corrente 150 kV;
 5. Interruttore 150 kV;

6. Sezionatore con lame di terra 150 kV.
- Edificio servizi che ospiterà le apparecchiature di media e bassa tensione, costituito da:
 - Locale Quadri MT;
 - Locale Quadri BT;
 - Locale Gruppo elettrogeno;
 - Locale Misure.
 - Area di condivisione Sbarre AT per la raccolta dell'energia prodotta da altri Utenti attivi, comprensivo di n. 1 stallo destinato alla connessione verso la **RTN** con cavo interrato; il montante di uscita sarà equipaggiato come segue:
 1. Sezionatore Tripolare Verticale;
 2. Colonnino isolatore di supporto cavi;
 3. Sezionatore con lame di terra 150 kV;
 4. Interruttore 150 kV;
 5. Trasformatore di Corrente 150 kV;
 6. Trasformatore di Tensione 150 kV;
 7. Scaricatore 150 kV;
 8. Terminale cavo.
 - Cavidotto AT a 150 kV per la cessione dell'energia prodotta alla Stazione Elettrica di Terna S.p.a. "Erchie".

Alcune delle opere sopra descritte, saranno in condivisione con altri produttori, in particolare le opere in comune saranno:

- Area sbarre AT a 150 kV;
- Cavidotto AT a 150 kV per la cessione dell'energia alla SE Terna "Erchie".

3 Valutazione dell'esposizione umana. Valori limite

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50

Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti, in particolare:

- All'art.3 comma 1: 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 μT** per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- All'art.3 comma 2: a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il **valore di attenzione di 10 μT** , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio;
- Art.4 comma 1. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'**obiettivo di qualità di 3 μT per il valore dell'induzione magnetica**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio
- Lo stesso DPCM, all'art 6, fissa i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità (**B=3 μT**) di cui all'art. 4 sopra richiamato ed alla portata della corrente in servizio normale. L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale *fascia di rispetto* lo spazio circostante l'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.

- Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.
- ***Pertanto, obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di 3 μ T.***

Campo magnetico

I campi elettromagnetici sono un insieme di grandezze fisiche misurabili, introdotte per caratterizzare un insieme di fenomeni osservabili indotti senza contatto diretto tra sorgente ed oggetto del fenomeno, vale a dire fenomeni in cui è presente un'azione a distanza attraverso lo spazio.

Esso è composto in generale da tre campi vettoriali, il *campo elettrico*, il *campo magnetico* e un terzo campo che spesso per semplicità viene escluso che è il "*termine di sorgente*".

Questo significa che i vettori che caratterizzano il campo elettromagnetico hanno ciascuno un valore definito in ciascun punto del tempo e dello spazio.

I vettori che modellizzano le grandezze introdotte nella definizione del modello fisico dei campi elettromagnetici sono quindi:

- ***E***: Campo elettrico
- ***B***: Campo di induzione magnetica

parallelamente:

- ***D***: spostamento elettrico o induzione dielettrica
- ***H***: Campo magnetico

L'esposizione umana ai campi elettromagnetici è una problematica relativamente recente che assume notevole interesse con l'introduzione massiccia dei sistemi di telecomunicazione e dei sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. In realtà anche in assenza di tali sistemi siamo costantemente immersi nei campi

elettromagnetici per tutti quei fenomeni naturali riconducibili alla natura elettromagnetica, primo su tutti l'irraggiamento solare.

Per quanto concerne i fenomeni elettrici si fa riferimento al campo elettrico, il quale può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica.

Per i fenomeni di natura magnetica si fa riferimento ad una caratterizzazione dell'esposizione ai campi magnetici, non in termini del vettore campo magnetico, ma in termini di induzione magnetica, che tiene conto dell'interazione con ambiente ed i mezzi materiali in cui il campo si propaga. Dal punto di vista macroscopico ogni fenomeno elettromagnetico è descritto dall'insieme di equazioni note come equazioni di Maxwell.

La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente i valori ammissibili di campo elettromagnetico, distinguendo così i "campi elettromagnetici quasi statici" ed i "campi elettromagnetici a radio frequenza".

Nel caso dei campi quasi statici, ha senso ragionare separatamente sui fenomeni elettrici e magnetici e ha quindi anche senso imporre separatamente dei limiti normativi alle intensità del campo elettrico e dell'induzione magnetica.

Il modello quasi statico è applicato per il caso concreto della distribuzione di energia, in relazione alla frequenza di distribuzione dell'energia della rete che è pari a 50 Hz. In generale gli elettrodotti dedicati alla trasmissione e distribuzione di energia elettrica sono percorsi da correnti elettriche di intensità diversa, ma tutte alla frequenza di 50 Hz, e quindi tutti i fenomeni elettromagnetici che li vedono come sorgenti possono essere studiati correttamente con il modello per campi quasi statici. Gli impianti per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz, costituiscono una sorgente di campi elettromagnetici nell'intervallo 30-300 Hz.

2.4 Campo elettrico

Il campo elettrico è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua, allontanandosi da un elettrodotto, come l'inverso della distanza dai conduttori. I valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano; l'intensità del campo elettrico può considerarsi, in prima approssimazione, costante.

La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico, e in particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo notevolmente inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

Per le linee elettriche aeree, l'intensità maggiore del campo elettrico si misura generalmente al centro della campata, ossia nel punto in cui i cavi si trovano alla minore distanza dal suolo. L'andamento e il valore massimo delle intensità dei campi, dipenderà anche dalla disposizione e dalle distanze tra i conduttori della linea.

4 Campo magnetico generato dall'elettrodotto MT di collegamento tra Impianto e Stazione Elettrica Utente

L'Impianto Agrivoltaico, ed in particolare il generatore elettrico costituito dall'Impianto fotovoltaico, produrrà **78,72 MWp** di potenza. Quindi dalla Cabina di Raccolta dell'energia ubicata all'interno delle aree di Impianto, partirà una linea elettrica in Media Tensione (30 kV) costituita da 3 terne di cavi MT in alluminio da 630 mm², che trasporterà quindi tutta l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici (**78,72 MWp**), alla Stazione Elettrica Utente (SU).

Quella che viene presentata di seguito, è una valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto occorre innanzitutto distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati.

In linea generale l'utilizzo di cavi MT in configurazione ad "elica visibile" con sezione sino a 240 mm², fanno sì che il campo magnetico prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio. Le particolarità costruttive di questi cavi, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fa sì che il campo elettromagnetico generato dai cavi di sezione 50 – 185 mm² risulta essere infatti di gran lunga inferiore ai valori limite richiesti e, pertanto, già dopo una prima analisi qualitativa, se ne può escludere la valutazione numerica, così come previsto dalla normativa e dalle leggi vigenti.

Nello specifico del nostro caso, è stato preso in analisi il “*worst-case*”, cioè la terna di cavi MT che trasporta tutta l’energia dell’Impianto alla SU. Avremo quindi i seguenti dati di ingresso:

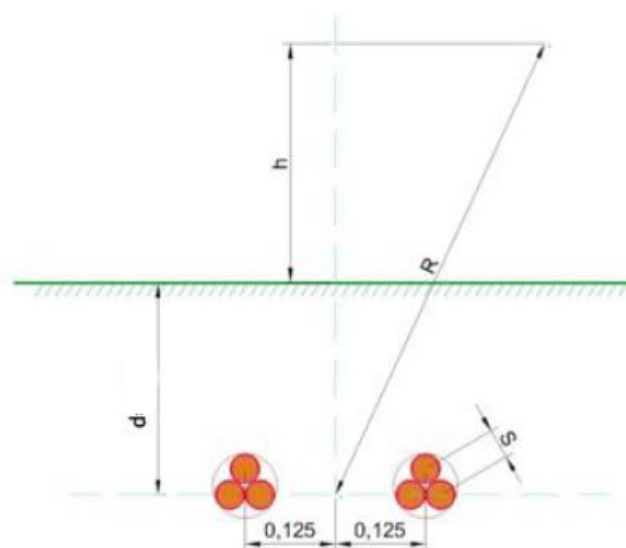
- Potenza trasportata dalla terna: **78,72 MW**;
- Corrente generata: **1.545,93 A**;
- Sezione conduttori: **630 mm²**;
- Diametro del singolo conduttore: **61 mm**;
- Numero terne di cavi: **3**;
- Corrente trasportata da ciascuna terna: Corrente generata: **515,31 A**;
- Profondità di posa: - **1,20 m** da piano campagna.

In linea generale, nel caso di cavidotti in cui sono posate più terne di cavi, è possibile fare ricorso ad un modello matematico che tenga conto del campo magnetico generato da ogni singola terna.

Il modello costituito, secondo quanto previsto e suggerito dalla norma CEI 211-4 cap. 4.3, tiene conto delle componenti spaziali dell’induzione magnetica, calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori.

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x_i - x}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$



È possibile a questo punto effettuare una semplificazione del modello, che consideri il contributo non del singolo conduttore ma dell'intera terna, della quale sono note le caratteristiche geometriche. Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati: in questo modo viene introdotto un grado di protezione maggiore nel sistema, essendo il campo magnetico generato dal un cavo elicordato meno intenso di quello di una terna posata a trifoglio.

Per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

$$B = 0,1 * \sqrt{6} \frac{S * I}{R^2}$$

dove:

B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante;

R [m] dal conduttore centrale;

S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Considerata la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne e calcolare, attraverso il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.

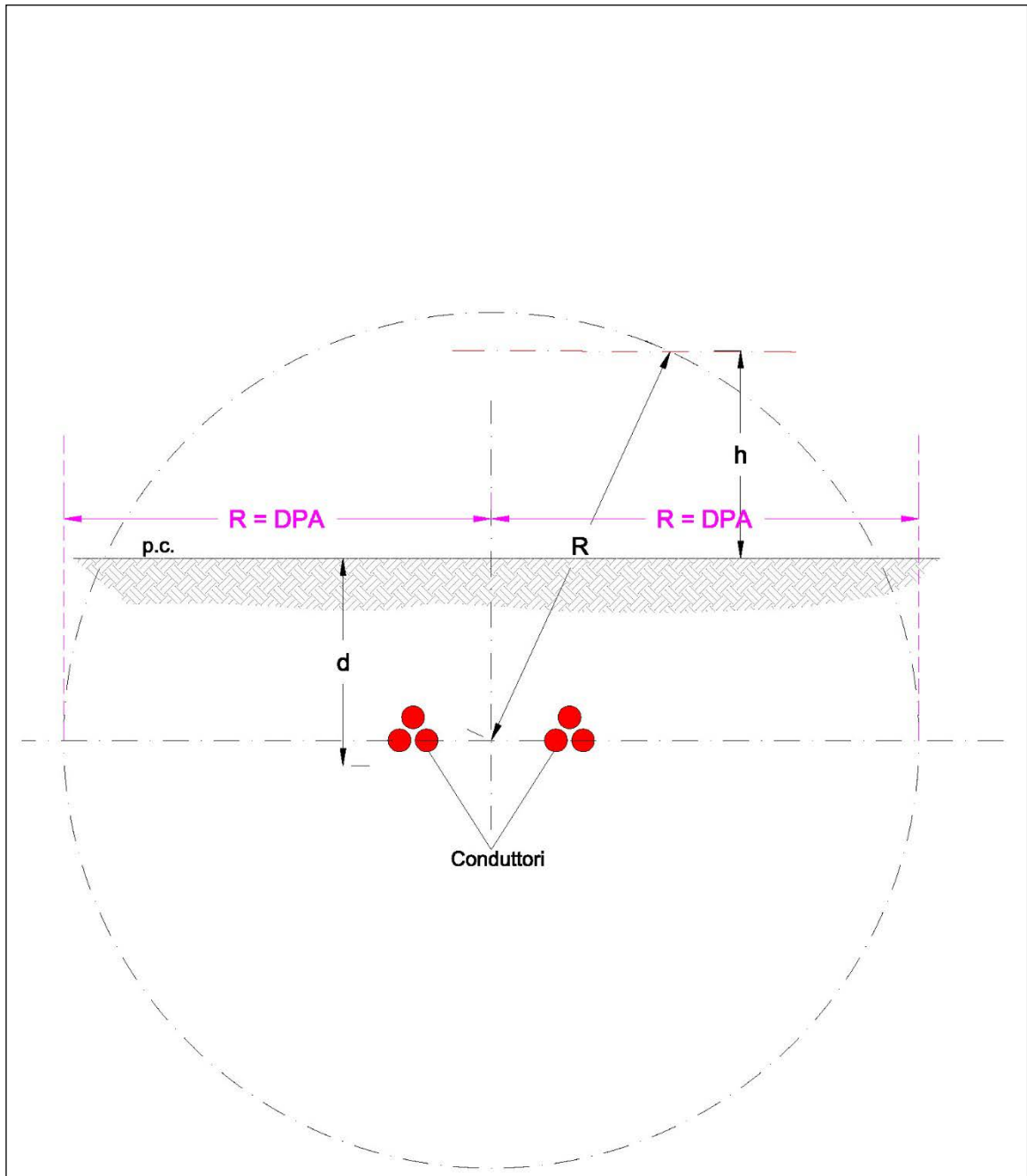
Possiamo quindi riscrivere la formula nella maniera seguente:

$$Bi = 0,1 * \sqrt{6} \frac{S_i * I_i}{(x - x_i)^2 + (y - d)^2}$$

Per cui applicando la formula di cui sopra si ottengono i risultati riportati nella tabella seguente.

Il calcolo è stato effettuato per diverse altezze dal livello del suolo e con intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m. Inoltre, si è tenuto conto della profondità di posa dei cavi lungo il percorso del cavidotto MT. Si è considerata quindi una profondità pari a 1,20 m.

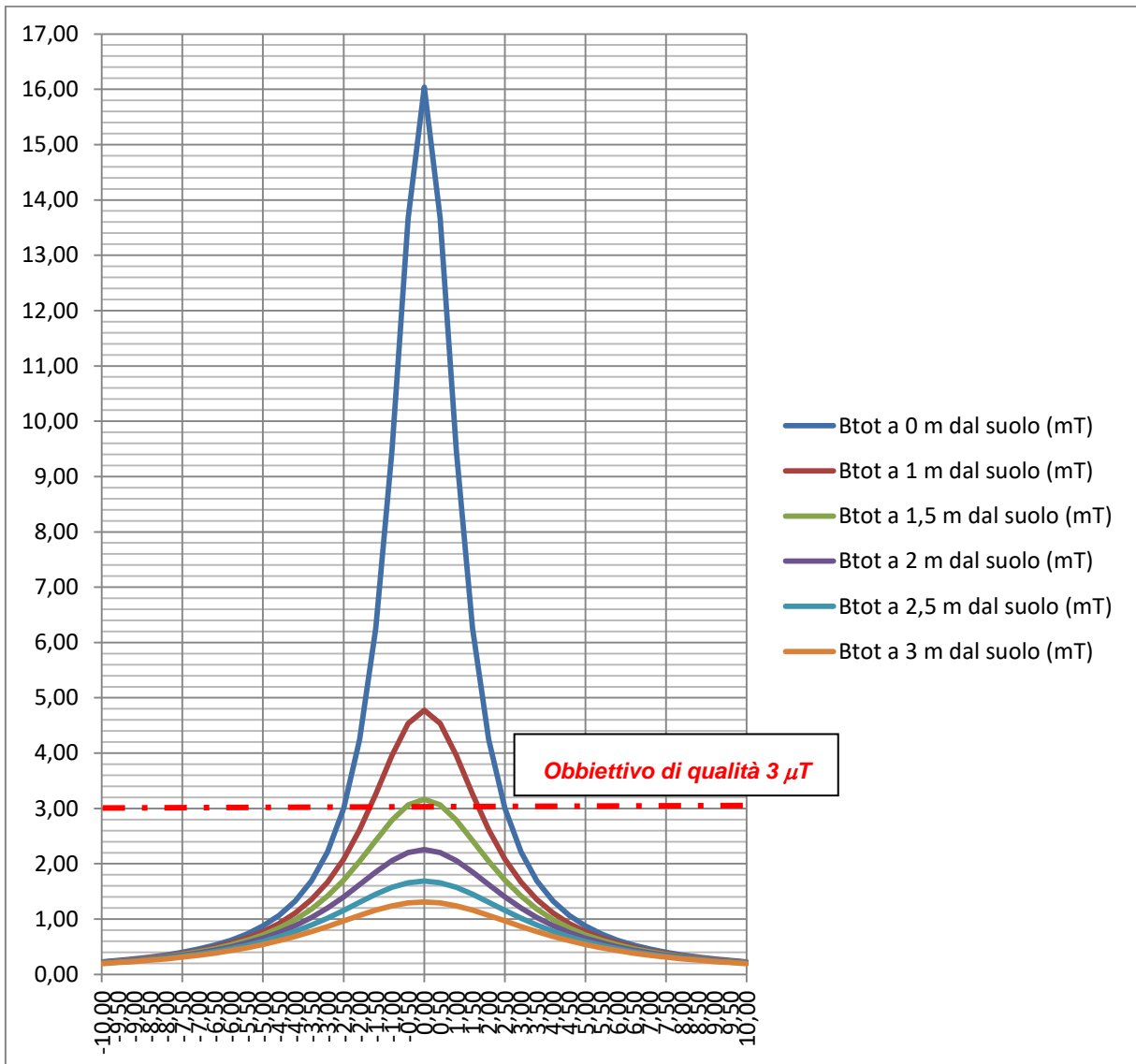
Si precisa che la distanza ricavata e numericamente esplicitata nella Tab. A, rappresenta il raggio del cerchio avente centro coincidente con il centro linea (alla profondità di posa dei conduttori) quindi al di sotto del piano campagna. La fascia di rispetto (DPA) che è stata considerata, è quella ottenuta dalla proiezione del raggio al livello del piano campagna, come esplicitato nella figura sottostante.



Rappresentazione grafica della DPA calcolata

Distanza dall'asse centrale (m)	B _{tot} a 0 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 1 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 1,5 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 2 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 2,5 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 3 m dal suolo (μT)
-10,00	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20
-9,50	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,21
-9,00	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23
-8,50	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
-8,00	0,35	0,34	0,32	0,31	0,30	0,28
-7,50	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,31
-7,00	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35
-6,50	0,53	0,49	0,47	0,44	0,41	0,39
-6,00	0,62	0,57	0,53	0,50	0,46	0,43
-5,50	0,73	0,66	0,62	0,57	0,53	0,48
-5,00	0,87	0,77	0,72	0,66	0,60	0,54
-4,50	1,06	0,92	0,84	0,76	0,68	0,61
-4,00	1,32	1,11	0,99	0,88	0,78	0,69
-3,50	1,69	1,35	1,18	1,03	0,89	0,77
-3,00	2,21	1,67	1,42	1,20	1,02	0,87
-2,50	3,00	2,08	1,71	1,40	1,16	0,97
-2,00	4,25	2,61	2,05	1,62	1,31	1,07
-1,50	6,26	3,26	2,42	1,85	1,45	1,16
-1,00	9,47	3,96	2,79	2,06	1,57	1,24
-0,50	13,67	4,54	3,06	2,20	1,66	1,29
0,00	16,04	4,77	3,17	2,26	1,69	1,31
0,50	13,67	4,54	3,06	2,20	1,66	1,29
1,00	9,47	3,96	2,79	2,06	1,57	1,24
1,50	6,26	3,26	2,42	1,85	1,45	1,16
2,00	4,25	2,61	2,05	1,62	1,31	1,07
2,50	3,00	2,08	1,71	1,40	1,16	0,97
3,00	2,21	1,67	1,42	1,20	1,02	0,87
3,50	1,69	1,35	1,18	1,03	0,89	0,77
4,00	1,32	1,11	0,99	0,88	0,78	0,69
4,50	1,06	0,92	0,84	0,76	0,68	0,61
5,00	0,87	0,77	0,72	0,66	0,60	0,54
5,50	0,73	0,66	0,62	0,57	0,53	0,48
6,00	0,62	0,57	0,53	0,50	0,46	0,43
6,50	0,53	0,49	0,47	0,44	0,41	0,39
7,00	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35
7,50	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,31
8,00	0,35	0,34	0,32	0,31	0,30	0,28
8,50	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
9,00	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23
9,50	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,21
10,00	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20

Tab. A - Valori del Campo Magnetico a diverse distanze dall'asse del cavidotto e diverse altezze dal suolo



Il grafico mostra come nel caso in esame, il valore del Campo di Induzione Elettromagnetica risulti superiore all'obiettivo di qualità, pari a $3 \mu T$, risultando ad una quota dal suolo pari ad 0 m e sull'asse dei conduttori, pari a **16,04 μT** (v. Tab. A). Tuttavia se consideriamo poi che ad 3 m di distanza dall'asse dei conduttori (anche a quota 0 m dal suolo), il valore di B è pari a **2,21 $\mu T < 3 \mu T$** , possiamo affermare che l'impatto elettromagnetico è limitato ad una ristretta fascia a cavallo sull'asse dei conduttori, avente appunto larghezza pari a 6 m.

Inoltre c'è da considerare che per la totalità del suo percorso, l'elettrodotta esterna "correrà" su strada pubblica, sia asfaltata che sterrata, ad una profondità minima di **1,2 m** dal piano viabile e lo stesso rispetta quanto indicato all'art. 4 comma 1 del D.P.C.M. 8 luglio 2003 a misura di cautela, poiché non interessa aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti

scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore per cui è fissato l'obiettivo di qualità di 3 µT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio"

5 Calcolo del campo di induzione magnetica generato dall'elettrodotto AT di collegamento alla SE Terna "Erchie"

Effettuiamo adesso il calcolo del campo di induzione elettromagnetica generato dal cavo AT di collegamento tra la Sottostazione Elettrica Utente e la Stazione Terna "Erchie", punto di cessione dell'energia immagazzinata nelle Batterie.

La metodologia di calcolo è la medesima utilizzata per l'elettrodotto MT, con la differenza che la tensione in "gioco" questa volta, trattandosi di un cavo ad Alta Tensione, sarà pari a 150 kV.

Avremo quindi:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} \frac{S * I}{R^2}$$

dove:

B [µT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante;

R [m] dal conduttore centrale;

S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Si precisa che R è la distanza dal conduttore misurata in piano, cioè al livello del suolo, quindi a quota 0.

Per il calcolo della corrente I, utilizziamo l'espressione:

$$I_{b,max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi}$$

dove:

$$P_{max} = 200.000 \text{ kW } (*)$$

$$V_n = 150.000 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 0.95$$

(*) per il calcolo è stata considerata la massima Potenza di immissione sullo Stallo Terna per cui avremo:

$$I = 785,53A$$

Il cavo utilizzato avrà sezione pari a 1.600 mm², isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, guina in alluminio saldata e rivestimento in polietilene, con diametro esterno pari a 108 mm, posato in configurazione di terna a trifoglio con cavi a contatto, con schermi collegati con sistema "cross bonding", temperatura del conduttore non superiore a 90°, profondità di posa pari a 1,50 m, temperatura del terreno 20°C, resistività del terreno 1°C x M/W.

Sezione Conduttore	Diam. Conduttore	Diametro Cavo	Portata	Profondità di posa
3x1x1600 mmq	45,2 mm	108 mm	840 A	1,5 m

Anche in questo caso la formula utilizzata per il calcolo della fascia oltre la quale il valore del campo di induzione magnetica **B** rientra nei limiti del D.P.C.M. 8 luglio 2003, è la stessa per le linee MT prima visto, dal momento che **B** dipende, con approssimazione conservativa, dalla corrente e non dalla tensione di rete, pertanto abbiamo:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} \frac{S * I}{R^2}$$

dove:

B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante;

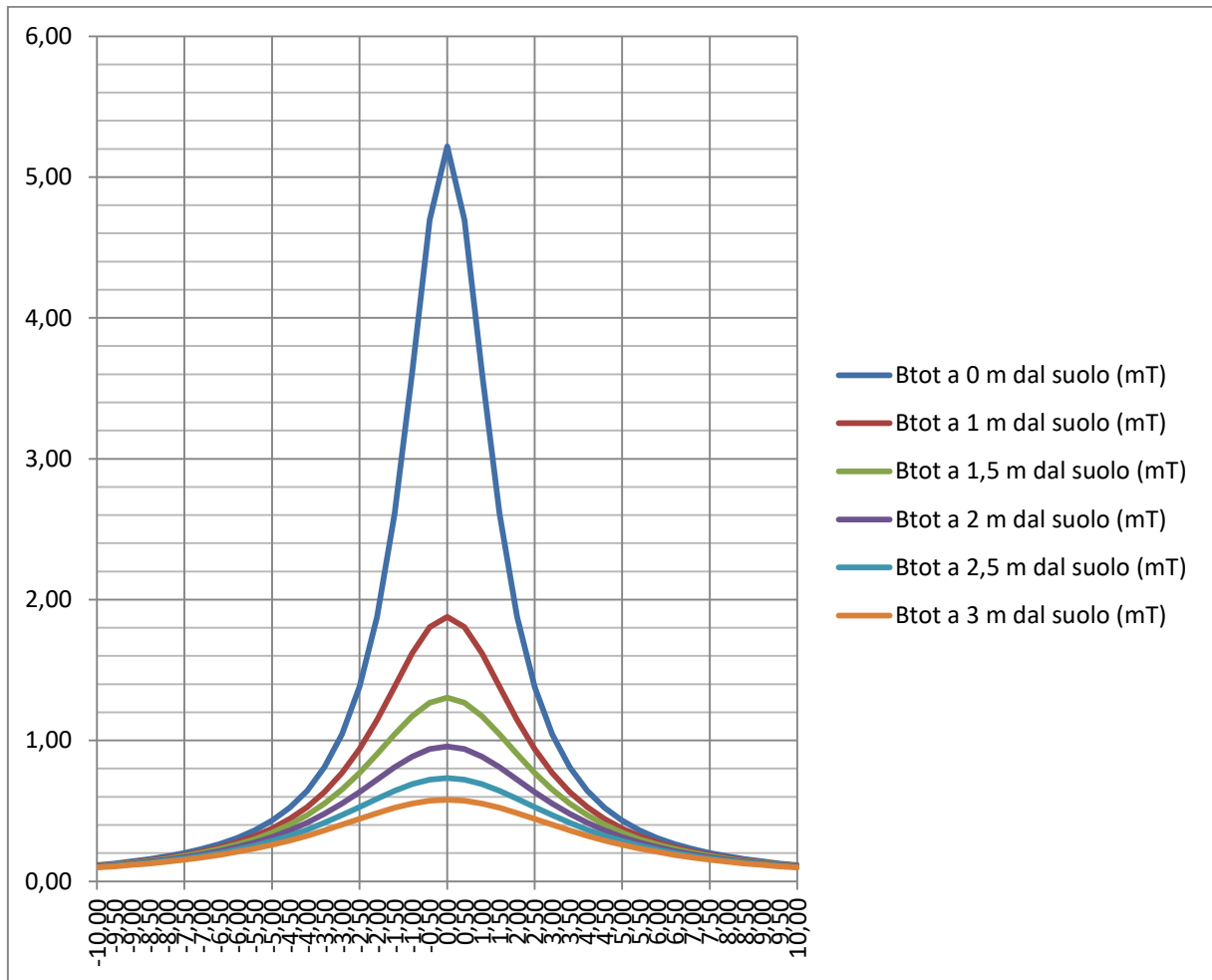
R [m] dal conduttore centrale;

S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Si precisa che anche in questo caso R è la distanza dal conduttore misurata in piano, cioè al livello del suolo e dal centro linea, quindi a quota 0.

Distanza dall'asse centrale (m)	Btot a 0 m dal suolo (μT)	Btot a 1 m dal suolo (μT)	Btot a 1,5 m dal suolo (μT)	Btot a 2 m dal suolo (μT)	Btot a 2,5 m dal suolo (μT)	Btot a 3 m dal suolo (μT)
-10,00	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
-9,50	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
-9,00	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
-8,50	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13
-8,00	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14
-7,50	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15
-7,00	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
-6,50	0,26	0,24	0,23	0,22	0,20	0,19
-6,00	0,31	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
-5,50	0,36	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23
-5,00	0,43	0,38	0,35	0,32	0,29	0,26
-4,50	0,52	0,44	0,40	0,36	0,32	0,29
-4,00	0,64	0,53	0,47	0,42	0,37	0,32
-3,50	0,81	0,63	0,55	0,48	0,42	0,36
-3,00	1,04	0,77	0,65	0,55	0,47	0,40
-2,50	1,38	0,94	0,77	0,63	0,53	0,44
-2,00	1,88	1,15	0,90	0,72	0,59	0,48
-1,50	2,61	1,38	1,04	0,81	0,64	0,52
-1,00	3,61	1,62	1,17	0,89	0,69	0,55
-0,50	4,69	1,81	1,27	0,94	0,72	0,57
0,00	5,22	1,88	1,30	0,96	0,73	0,58
0,50	4,69	1,81	1,27	0,94	0,72	0,57
1,00	3,61	1,62	1,17	0,89	0,69	0,55
1,50	2,61	1,38	1,04	0,81	0,64	0,52
2,00	1,88	1,15	0,90	0,72	0,59	0,48
2,50	1,38	0,94	0,77	0,63	0,53	0,44
3,00	1,04	0,77	0,65	0,55	0,47	0,40
3,50	0,81	0,63	0,55	0,48	0,42	0,36
4,00	0,64	0,53	0,47	0,42	0,37	0,32
4,50	0,52	0,44	0,40	0,36	0,32	0,29
5,00	0,43	0,38	0,35	0,32	0,29	0,26
5,50	0,36	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23
6,00	0,31	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
6,50	0,26	0,24	0,23	0,22	0,20	0,19
7,00	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
7,50	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15
8,00	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14
8,50	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13
9,00	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
9,50	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
10,00	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10

Tab. D Valori del campo di induzione magnetica per diverse distanze dall'asse del cavidotto esterno MT e diverse altezze dal suolo



**Grafico del campo di induzione magnetica per diverse distanze dall'asse dei cavidotti e altezze dal suolo
Cavidotto esterno AT**

Il grafico mostra come nel caso esaminato, il valore del Campo di Induzione Elettromagnetica risulta superiore all'obiettivo di qualità, pari a $3 \mu T$, risultando ad una quota dal suolo pari ad 0 m e sull'asse dei conduttori, pari a **$5,22 \mu T$** (v. Tab. d). Tuttavia si può anche vedere il valore dell'induzione elettromagnetica scende rapidamente a **$2,61 \mu T < 3 \mu T$** ad una distanza di 1,50 m, sempre dall'asse linea e al livello del suolo Il valore di induzione superiore ai **$3 \mu T$** , rimane quindi confinato all'interno di una fascia larga 3 m. Possiamo così affermare che l'impatto elettromagnetico è limitato a questa ristretta fascia oltre la quale il Campo di induzione magnetica rispetta l'obiettivo di qualità.

Inoltre come indicato all'art.3 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, anche in questo caso l'elettrodotta in questione non interesserà **aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.**

6 Campo magnetico generato dalla SU Utente

Come detto l'energia proveniente dall'Impianto Fotovoltaico, raggiungerà la Sottostazione di Trasformazione Utente (SU), ubicata in prossimità della SE TERNA "Erchie". Qui è previsto:

- un ulteriore innalzamento della tensione con una trasformazione 30/150 kV;
- la misura dell'energia prodotta;
- la consegna a TERNA S.p.a.

La sottostazione avrà una superficie di circa 2.025 m². Al suo interno sarà presente un edificio adibito a locali tecnici, in cui saranno allocati gli scomparti MT, i quadri BT, il locale comando controllo ed il gruppo elettrogeno.

È prevista altresì la realizzazione di due stalli di trasformazione per la connessione tramite cavo AT alla RTN di Terna. Ognuno di essi avrà una potenza nominale di 40/45 MVA raffreddamento in olio ONAN/ONAF, con vasca di raccolta sottostante, in caso di perdite accidentali.

Oltre al trasformatore MT/AT saranno installate apparecchiature AT per protezione, sezionamento e misura:

- Scaricatore di Tensione 150 kV;
- Trasformatore di Tensione 150 kV;
- Trasformatore di Corrente 150 kV;
- Interruttore 150 kV;
- Sezionatore con lame di terra 150 kV.

La recinzione sarà realizzata con elementi prefabbricati "a pettine", che saranno installati su apposito cordolo in calcestruzzo (interrato). La finitura del piazzale interno alla SSE sarà in asfalto. In corrispondenza delle apparecchiature AT sarà realizzata una finitura in ghiaietto.

Per quanto concerne la determinazione della fascia di rispetto, la SSE è del tutto assimilabile ad una Cabina Primaria, per la quale la fascia di rispetto rientra, nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto (area recintata). Ciò in conformità a quanto riportato al paragrafo 5.2.2 dell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 che afferma che: per questa tipologia di impianti la DPA e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

L'impatto elettromagnetico nella SSE è essenzialmente prodotto:

- dall'utilizzo dei trasformatori BT/MT e MT/AT;

- dalla realizzazione delle linee/sbarre aeree di connessione tra il Trasformatore e le apparecchiature elettromeccaniche
- dalla linea interrata AT (già trattata nel paragrafo precedente)

L'impatto generato dalle linee/sbarre AT è di gran lunga quello più significativo e pertanto si propone il calcolo della fascia di rispetto dalle linee/sbarre AT.

raggiungerà la Sottostazione di Trasformazione, ubicata in prossimità della SE TERNA di Erchie. Qui è previsto:

- un ulteriore innalzamento della tensione con una trasformazione 30/150 kV;
- la misura dell'energia prodotta;
- la consegna a TERNA S.p.a.





L'impatto generato dalle linee/sbarre AT è di gran lunga quello più significativo e pertanto si propone il calcolo della fascia di rispetto dalle linee/sbarre AT.

6.1 Determinazione della fascia di rispetto

Per le **DPA** ci si è rifatti comunque alle "*Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3. dell'Allegato al DM 29.05.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche*", di cui si riporta di seguito lo stralcio per quanto di interesse che pongono la distanza di prima approssimazione dal centro delle sbarre AT pari a **14 m**.

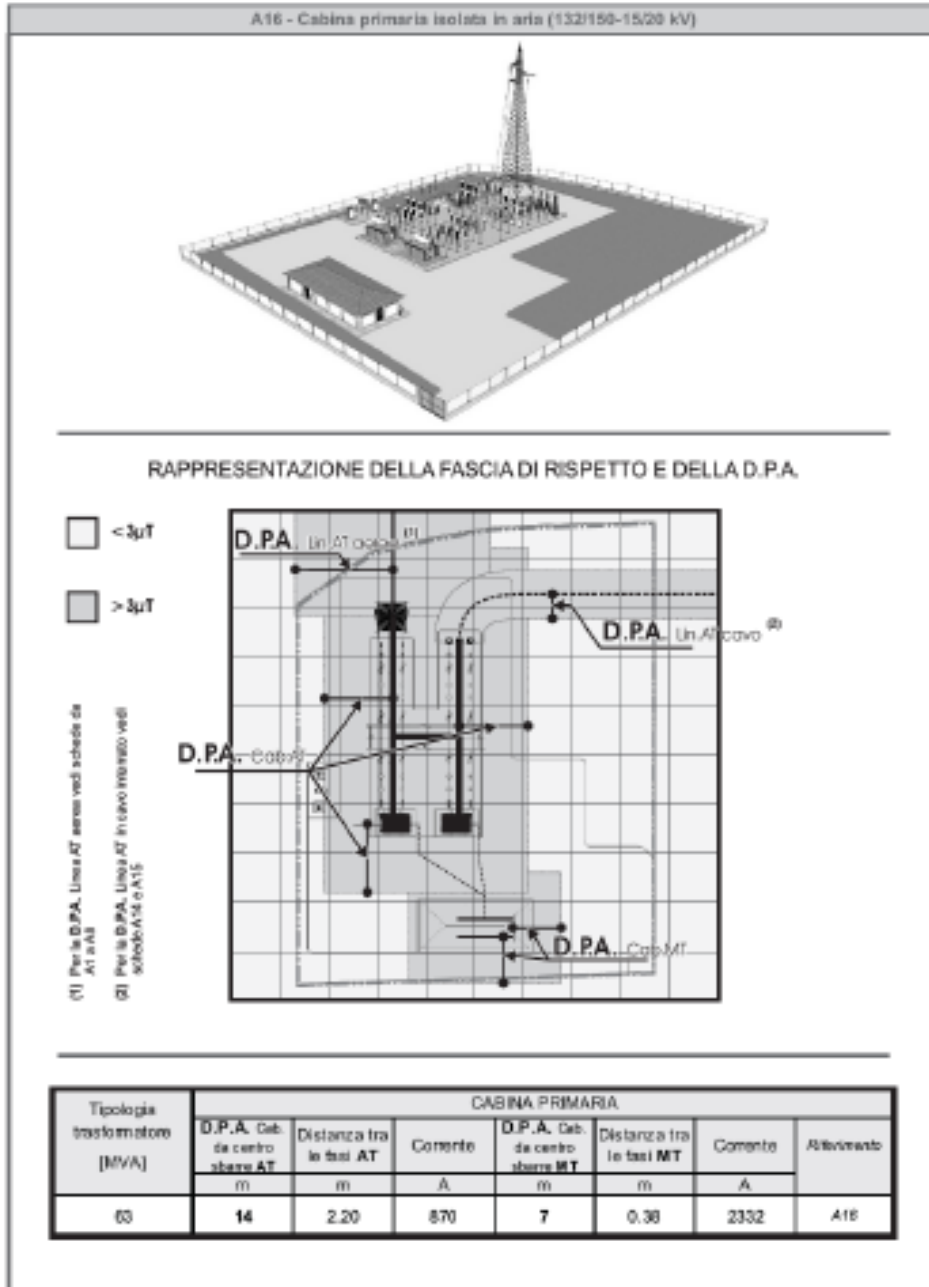


DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI
 Q&A/TUN

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
Tubolare Doppia Terna con mensole isolanti (serie 132/150 kV) Scheda A13	22.8 mm 307.75 mm²		576	22	A13a
			444	19	A13b
	31.5 mm 585.35 mm²		870	27	A13c
			675	23	A13d
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti in piano (serie 132/150 kV) Scheda A14	108 mm 1600 mm²		1110	5.10	A14
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) Scheda A15	108 mm 1600 mm²		1110	3.10	A15
CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA Scheda A16	Distanza tra le fasi AT = 2.20 m		870	14	A16
	Distanza tra le fasi MT = 0.37 m		2332	7	



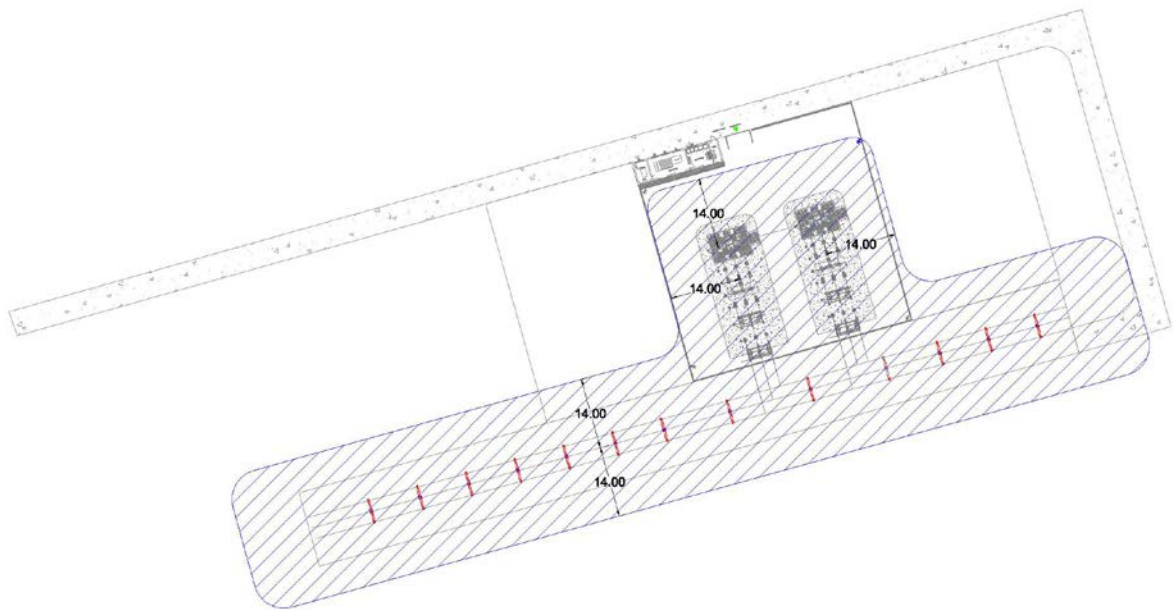
DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI
 Q&A/T/U/N



Inoltre:

- in conformità a quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 *la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) e, quindi, la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza della cabina di trasformazione in progetto;*
- *la sottostazione di trasformazione è comunque realizzata in un'area agricola, con totale assenza di edifici abitati per un raggio di almeno 400 m.*
- *all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.*

Pertanto, si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone, prodotto dalla realizzazione della SSE, sarà trascurabile.



**Applicazione delle D.P.A. secondo "Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3. dell'Allegato al DM
29.05.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche"**