

# REGIONE TOSCANA

Provincia di Grosseto (GR)

COMUNE DI GROSSETO

## **PROGETTO DI IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 44,00 MW E POTENZA DI PICCO DI 45,78 MWp**

**ARCA.LAB S.R.L.**  
Largo della Fiera 21 - Venturina Terme (LI)  
tel. 0565 855314  
mail: info@bernardinieiacovazzi.com  
www.bernardinieiacovazzi.com

**D.R.E.A.M. ITALIA Soc. Coop. Agr. For.**  
Via Garibaldi, 3 - Pratovecchio Stia (AR)  
tel. 0575 529514  
mail: ar@dream-italia.it  
www.dream-italia.it

**Tuscany Engineering**  
Via Aldo Rossi 31 - Montecatini Terme (PT)  
tel. 0572 74912  
mail: info@tsng.it  
http://www.tuscanyengineering.com

FIRMA/Signature:

FIRMA/Signature:

FIRMA/Signature:

		28/06/2024	DATA/Date	COMMITTENTE/Purchaser:	LOCALITA'/Place:	COMMESSA/P.o.:	
				<b>SOLEROSELLE S.R.L.</b>	<b>LOCALITA' POGGIONE (GR)</b>	<b>24-AV-001</b>	
		Eseguita	ESECUITA/Carried out	TITOLO/Title: <b>Relazione sull'impatto elettromagnetico</b>			
				NOME/Name	DATA/Date	DISEGNO NUMERO/Drawing number	
				DISEGNATO/Drawn	GM	28/06/2024	
				VERIFICATO/Designed	LP	28/06/2024	
				CONTROLLATO/Checked	LP	28/06/2024	
				SCALA/Scale	-		
				Anno	Commessa	Gruppo	
						Tavola	
3	2	1	0	Prima emissione			0
				N° MODIFICA/Modified			
This document is property of ARCA.LAB srl. Reproduction and divulgation forbidden without written permission.							
						REV	

## Sommario

1	OGGETTO .....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
3	DESCRIZIONE IMPIANTO .....	4
4	CALCOLO DEI CAMPI MAGNETICI.....	5
4.1	Moduli Fotovoltaici.....	5
4.2	Power Station.....	5
4.3	Linee MT 30kV .....	7
4.4	Linee AT 132 kV .....	9
5	CONCLUSIONI .....	11

## 1 OGGETTO

Il presente studio costituisce la Valutazione dell'impatto elettromagnetico in fase di esercizio, relativa ad un nuovo impianto agrivoltaico a terra, collegato alla RTN con potenza nominale  $P_n=44,00$  MW e una potenza di picco  $P_p=45,7808$  MWp. Il sito individuato dal progetto in esame è ubicato nel comune di Grosseto (GR) in località Poggione (coordinate  $42^{\circ}47'04.5''N$   $11^{\circ}08'19.7''E$ ).

L'impiego dell'energia solare attraverso sistemi agrivoltaici rappresenta una soluzione innovativa e sostenibile per la produzione di energia rinnovabile in connessione con le attività agricole. Tale integrazione, tuttavia, richiede un'attenta valutazione degli impatti elettromagnetici al fine di garantire la sicurezza e il benessere sia dell'ambiente circostante che delle attività agricole stesse.

La presente Valutazione di Impatto Elettromagnetico è stata commissionata al fine di identificare, valutare e mitigare gli impatti elettromagnetici derivanti dalla realizzazione e dall'operatività dell'impianto agrivoltaico proposto. Tale valutazione mira a conformarsi alle normative vigenti e a verificare la compatibilità elettromagnetica con la permanenza continuativa delle persone.

L'impianto sarà del tipo Grid Connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, con allaccio in Alta Tensione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto venga collegato alla linea RTN a 132kV.

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico composto da 64480 moduli fotovoltaici per una potenza in corrente continua installata di 45,7808 MWp installati.

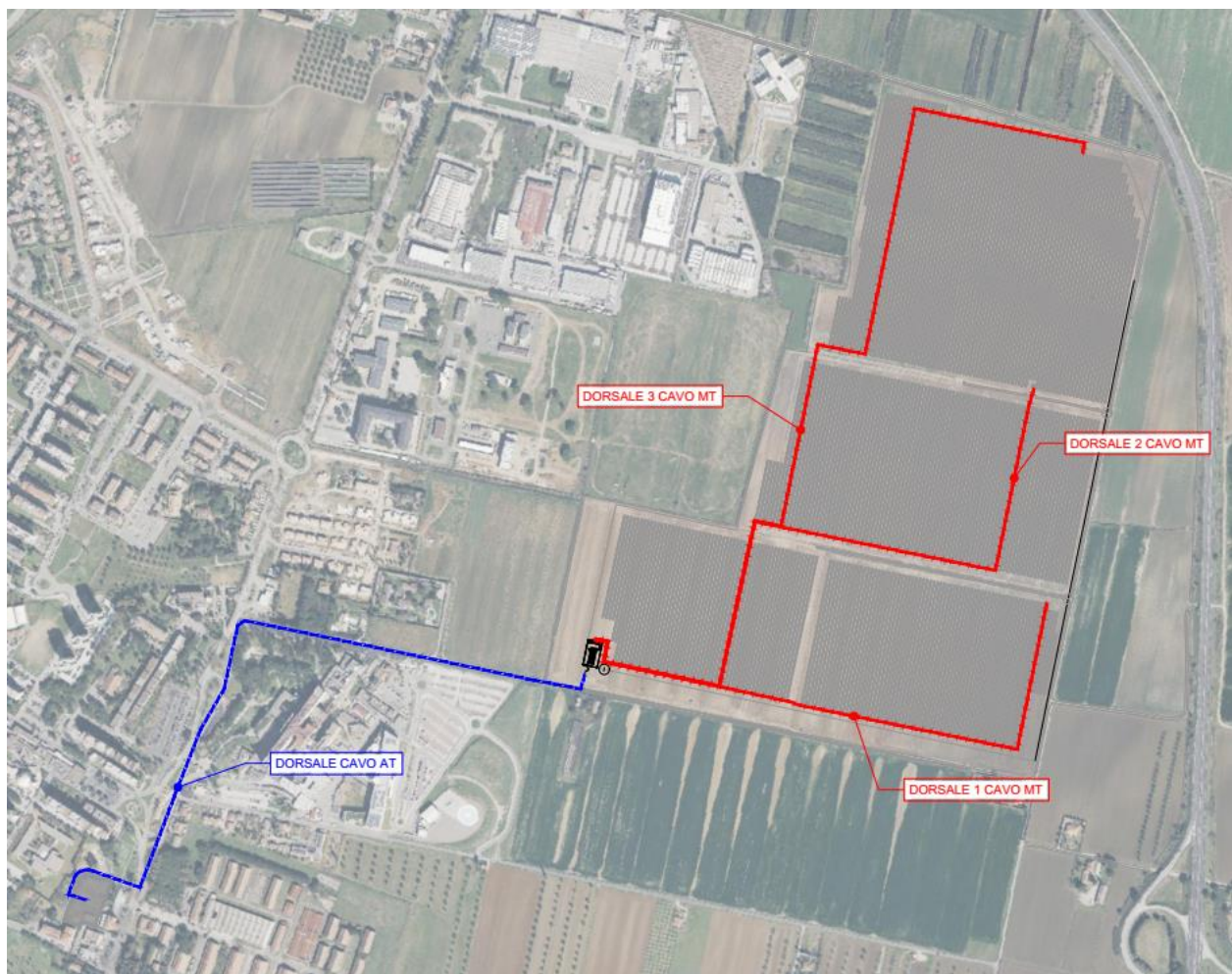
In particolare, per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alla cabine elettriche, ai cavidotti ed alla stazione utente per la trasformazione.

Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.

Nel presente studio è stata presa in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti.

Verrà riportata l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale dei cavidotti e nelle immediate vicinanze; la rilevazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di +1,5m dal livello del suolo.

Si fa presente che la quota di +1,5m dal livello del suolo è la quota nominale cui si fa riferimento nelle misure di campo elettromagnetico.



## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il quadro normativo di riferimento in materia di campi magnetici in bassa frequenza è definito da:

- **Legge n° 36 del 22/2/2001**, “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” (Legge che rimanda l’applicazione ai decreti applicativi: DPCM 8 luglio 2003);
- **Guida CEI 211-6 (2001)**, “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”;
- **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 (50Hz) generati da elettrodotti”;
- **Guida CEI 106-11: (2006)**, “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”;
- **Guida CEI 106-12 (2006)**, “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”;
- **CEI 14-35 (2008)**, in merito alla valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza aventi una gamma di potenza compresa fra 5 kVA e 1000 kVA;

- **DM 29 Maggio 2008**, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;
- **Supplemento ordinario n.160 alla Gazzetta ufficiale 5 luglio 2008 n. 156**, Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti (allegato APAT);
- **Guida CEI 211-4 (2008)**, “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”;
- **D.Lgs n. 81 del 9 aprile 2008**, “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”, nello specifico: Titolo VIII Capo IV;
- **Raccomandazione del Consiglio dell’Unione Europea 1999/519/CE**, 12 luglio 2009, relativa alla limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz;
- **Norma CEI EN 61000-4-8:2010**, Compatibilità elettromagnetica (EMC);
- **Norma CEI EN 62110: 2012-11 (CEI 106-27)**, Livelli di campo elettrico e magnetico generati da sistemi di potenza in c.a.: Procedure di misura con riferimento all’esposizione umana;
- **D.Lgs n. 159 del 01 agosto 2016**, “Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.”;
- **DM 11 Ottobre 2017** “Inquinamento elettromagnetico indoor”, per dimostrare la conformità al criterio **2.3.5.4** è necessario presentare una relazione tecnica, con relativi elaborati grafici, stato ante operam, interventi previsti, risultati raggiungibili e stato post operam;
- **Guida CEI 106-45 (gennaio 2021)**, Guida CEM – Guida alla valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivante dall’esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro.

In particolare, i **valori limite massimi** in materia di esposizione a campi magnetici prodotti da sorgenti elettriche di bassa frequenza previsti dalla normativa citata sono fissati a:

- **100  $\mu$ T** esposizione **istantanea**, valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 3;
- **3,78  $\mu$ T** per locali con presenza di **apparecchiature elettroniche sensibili**, valore indicato dalla norma tecnica CEI EN 61000-4:8;
- **3  $\mu$ 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.

In presenza di ambienti particolarmente sensibili, potrebbe essere esplicitamente richiesto dalla committenza una ulteriore riduzione del valore limite imposto dall’obiettivo di qualità per scopi cautelativi.

### 3 DESCRIZIONE IMPIANTO

L’impianto sarà costituito da un numero complessivo di pannelli pari a 64480, da installare su strutture metalliche con un sistema ad inseguimento solare monoassiale Est-Ovest (con asse di rotazione +/- 55° nord-sud azimuth 12° circa). L’impianto avrà una potenza nominale  $P_n=44,00$  MW e una potenza di picco  $P_p=45,7808$  MWp. Le file dei pannelli avranno un interasse pari a 6m per garantire la coltura e la lavorazione del terreno con macchine agricole. La superficie complessiva dell’intervento risulta pari a circa 62,66Ha. All’interno dell’area sarà realizzata una sottostazione elettrica (SSE) per l’installazione delle



apparecchiature di protezione e controllo dell'impianto. In particolare all'interno della SSE sarà installato un trasformatore elevatore da 30 a 132kV. Il collegamento alla Rete Nazionale avverrà in AT (132kV) mediante un elettrodotto interrato fino a raggiungere la cabina primaria denominata Grosseto Nord dove è prevista l'installazione di un nuovo stallo AT da collegare a sbarre esistenti.

L'impianto in esame sarà suddiviso in tre porzioni:

- Porzione 1: costituito da n.4 sottocampi ciascuno con 6448 pannelli fotovoltaici facenti capo ad power station composta da inverter centralizzato da  $P_n=4400$  kW, trasformatore con  $S_n=4400$  kVA 0,66/30 kV, collegato alla cabina di smistamento mediante la dorsale 1 composta da cavi del tipo ARG7H1R 18/30 kV - 3x(1x150) interrati alla profondità di almeno 1,7m;
- Porzione 2: costituito da n.3 sottocampi ciascuno con 6448 pannelli fotovoltaici facenti capo ad power station composta da inverter centralizzato da  $P_n=4400$  kW, trasformatore con  $S_n=4400$  kVA 0,66/30 kV, collegato alla cabina di smistamento mediante la dorsale 1 composta da cavi del tipo ARG7H1R 18/30 kV - 3x(1x150) interrati alla profondità di almeno 1,7m;
- Porzione 3: costituito da n.3 sottocampi ciascuno con 6448 pannelli fotovoltaici facenti capo ad power station composta da inverter centralizzato da  $P_n=4400$  kW, trasformatore con  $S_n=4400$  kVA 0,66/30 kV, collegato alla cabina di smistamento mediante la dorsale 1 composta da cavi del tipo ARG7H1R 18/30 kV - 3x(1x150) interrati alla profondità di almeno 1,7m;

Dalla cabina di smistamento posta all'interno della SSE, l'impianto sarà collegato al trasformatore elevatore 30/132kV e da lì mediante un elettrodotto AT per posa interrata, costituito da un cavo ARE4H1H5E 3x1x400 mm<sup>2</sup>, sarà collegato alla cabina primaria denominata "Grosseto Nord" mediante la creazione di un nuovo stallo AT.

## **4 CALCOLO DEI CAMPI MAGNETICI**

### **4.1 Moduli Fotovoltaici**

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata; per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPPT da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

### **4.2 Power Station**

La power station è composta da inverter e trasformatore di potenza 4400kVA con tensione 0,6/30 kV.

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi, pertanto, sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto, il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere

immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (CEI EN 61000-6-2, CEI EN 61000-6-4).

All'interno della power station la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/MT.

Nel seguente calcolo consideriamo il caso peggiorativo per la determinazione della DPA, ovvero si valutano le emissioni dovute al trasformatore da 4400 kVA.

Alla potenza di 4400 kVA con secondario a 660V, corrisponde una corrente totale sul lato bt pari a 3854 A e una corrente a primario MT pari a 85 A.

Il trasformatore è considerato la principale sorgente di emissione di campo magnetico.

Si stima che la corrente di 3854 A possa essere trasferita da almeno 3 corde per fase da 500 mm<sup>2</sup> in alluminio, ciascuna con diametro esterno pari a 53 mm.

Per il calcolo della distanza di prima approssimazione DPA, vale a dire la distanza al di fuori della quale il valore dell'induzione magnetica si intende inferiore a 3uT, si considera la corrente di bassa tensione del trasformatore e una distanza tra le fasi pari ad almeno il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore (isolante + conduttore). Si considera quindi  $I = 3854$  e  $x = \text{diametro cavi} = 32,5 \text{ mm} = 0,053 \text{ m}$ .

Applicando la formula di seguito descritta, derivante dal DM 29 maggio 2008 in applicazione del capitolo 5.2.1 si ottiene:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

dove:

DPA = distanza di prima approssimazione (m)

I = corrente nominale (A)

x = diametro dei cavi (m)

Da cui DPA = 5,45 m che arrotondata all'intero superiore porta a DPA =6 m dalla pianta di installazione della piattaforma di trasformazione e dei relativi quadri elettrici generali MT e BT alloggiati in corrispondenza della stessa.

**Il trasformatore si trova in una zona all'aperto che non sarà mai permanentemente presidiata.**

### **4.3 Linee MT 30 kV**

Al fine di determinare le condizioni più gravose dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, si è valutato l'impatto prodotto dalla dorsale considerando la potenza degli inverter Dc/AC a cui questa è collegata. Il caso peggiorativo è dato dalla dorsale con 4 inverter

- Tensione nominale: 30.000V
- Il cavo ARG7H1R di 300mm<sup>2</sup> utilizzato ha un diametro esterno pari a 32,5mm.
- Tipo di posa: linea interrata trifase posate a trifoglio
- Corrente nominale a cosfi 0,8 di circa 425A

La norma CEI 211-6:2001, prima edizione, "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", stabilisce che le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (par. 7.3.1).

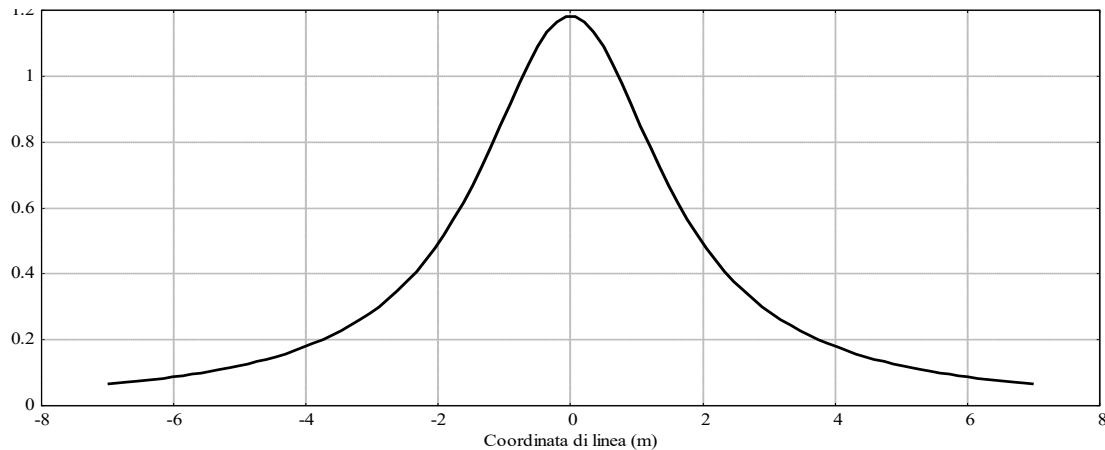
Per quanto riguarda le linee in cavo ad alta tensione non si ritiene di riportare risultati di calcolo o di misura di campi elettrici, visto che, per le ragioni sopra esposte, i livelli di tali campi sono normalmente del tutto trascurabili.

Tale considerazione può essere fatta anche nel caso di media tensione, dato che l'intensità del campo elettrico diminuisce con la diminuzione della tensione della linea.

Le linee in cavo interrato sono invece sorgenti di campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo.

Premesso ciò possiamo calcolare i campi e la DPA.





Come si può vedere al suolo possiamo considerare induzione magnetica pari a **1,84 uT**.

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

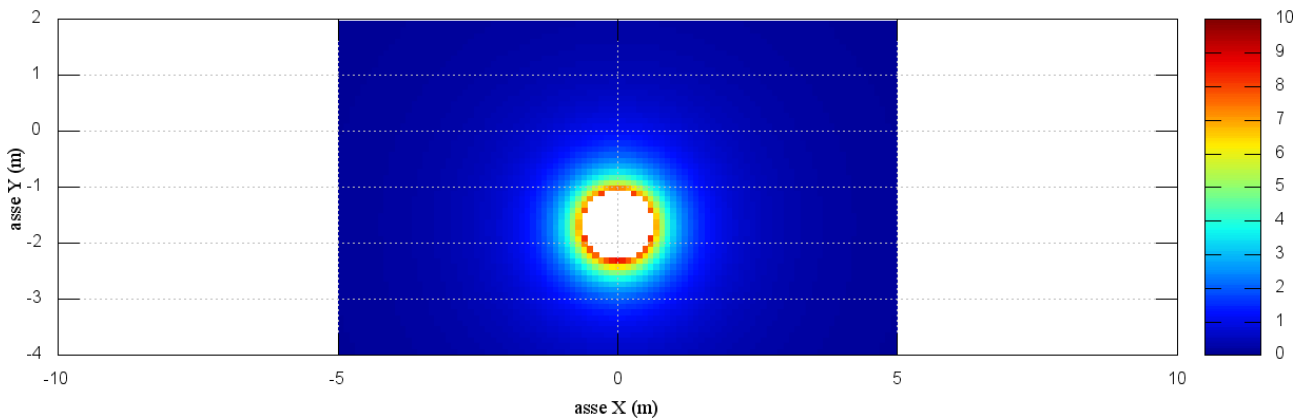
$$R = 0,286\sqrt{S * I}$$

Pertanto, ponendo:

$S = 0.0325$  m (uguale al diametro esterno del cavo pari a 32,5 mm)

$I = 425$  A

Si ottiene:  $R' = 1,06$  m



#### **4.4 Linee AT 132 kV**

Al fine di determinare le condizioni più gravose dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, si è valutato l'impatto prodotto dalla dorsale considerando la potenza di 44 MW

- Tensione nominale: 132.000 V
- Il cavo ARE4H1H5E di 400mm<sup>2</sup> utilizzato ha un diametro esterno pari a 109 mm.
- Tipo di posa: linea interrata trifase posate a trifoglio
- Corrente nominale a cosfi 0,8 di circa 241 A

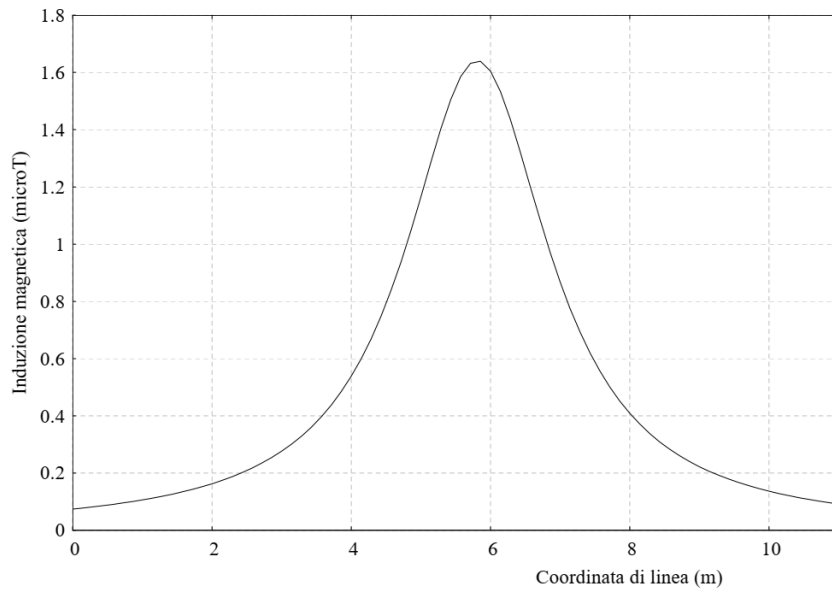
La norma CEI 211-6:2001, prima edizione, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", stabilisce che le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (par. 7.3.1).

Per quanto riguarda le linee in cavo ad alta tensione non si ritiene di riportare risultati di calcolo o di misura di campi elettrici, visto che, per le ragioni sopra esposte, i livelli di tali campi sono normalmente del tutto trascurabili.

Tale considerazione può essere fatta anche nel caso di media tensione, dato che l'intensità del campo elettrico diminuisce con la diminuzione della tensione della linea.

Le linee in cavo interrato sono invece sorgenti di campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo.

Premesso ciò possiamo calcolare i campi e la DPA.



Come si può vedere al suolo possiamo considerare induzione magnetica pari a **1,62 uT**.

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

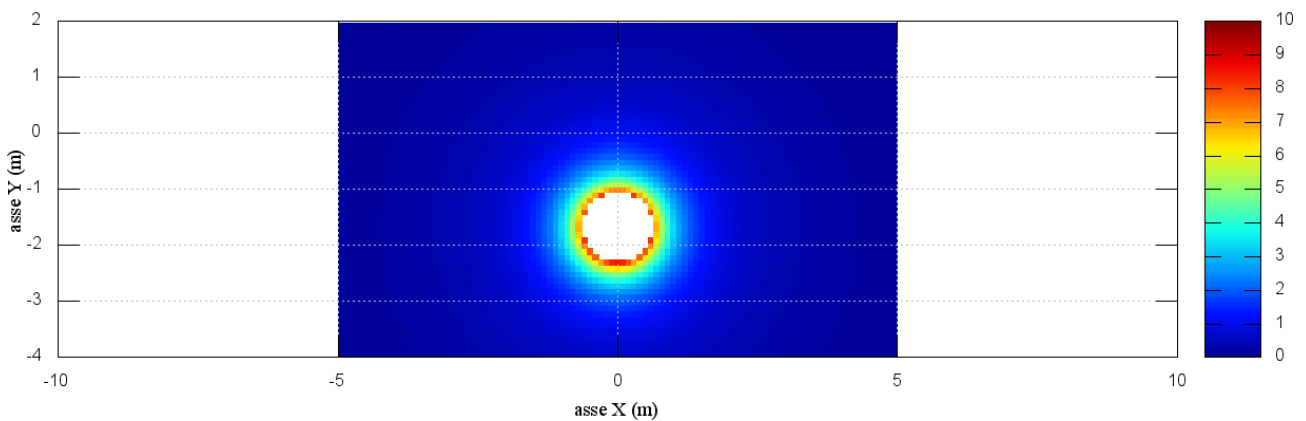
$$R = 0,286\sqrt{S * I}$$

Pertanto, ponendo:

$S = 0.109$  m (uguale al diametro esterno del cavo pari a 109 mm)

$I = 241$  A

Si ottiene:  $R' = 1,47$  m



## **5 CONCLUSIONI**

I cavi di distribuzione in media ed tensione, risultano posati a trifoglio ed interrati ad una profondità minima superiore a 1,7m. Possiamo pertanto dichiarare che tutte le emissioni al suolo risultano essere entro i limiti imposti dalla vigente normativa.