

# MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la qualità dello Sviluppo  
Divisione V - Sistemi di Valutazione Ambientale



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di  
B.A.T.

SPINAZZOLA  
56.307 kWp



Progettazione e coordinamento	dott. arch. Roberto CARLUCCIO via Nino Bixio 60/b 72023 Mesagne (BR) - Italy	 via Napoli n° 363/I 70132 Bari - Italy	Prog. impianto fotovoltaico
Studio Geologico	dott. geol. Luisiana SERRAVALLE via Puglie n° 1 72027 S. Pietro Vernotico (BR) - Italy	 3E Ingegneria srl via G. Volpe n° 92 56121 Pisa - Italy	Prog. Cavidotto e sottostazione
Studio Agronomico	dott. Alessandro COLUCCI via Monte Sarago n° 3 72017 Ostuni (BR) - Italy	RUWA srl acqua territorio energia via C. Pisacane n° 25F 88100 Catanzaro - Italy	Studio idraulico

Opera	<b>Progetto di un impianto fotovoltaico di 56.307 kWp nel comune di SPINAZZOLA</b>			
Oggetto	Folder B - Studio d'Impatto Ambientale			
	Nome elaborato Spinazzola_Doc_B05			
Revisione	Descrizione elaborato Studio degli impatti elettromagnetici			Scala ---
		Oggetto revisione	Elaborazione	Verifica
	13/10/2022	Oggetto revisione Revisione dopo commenti MITE	3E Ingegneria	Metka EGN
	12/07/2021	Oggetto revisione Emissione	3E Ingegneria	Metka EGN
	Codice Pratica <b>"Spinazzola"</b>			

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	  CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

## S O M M A R I O

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI.....</b>	<b>8</b>
4.1	GENERALITA'.....	8
<b>5</b>	<b>CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....</b>	<b>9</b>
5.1	CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE.....	9
5.1.1	Linee elettriche in corrente alternata in media tensione.....	9
5.1.2	Stazione elettrica d'utenza.....	13
5.1.3	DPA Stazione elettrica .....	16
5.1.4	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione .....	18
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>21</b>

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>2</b>	<b>22</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	  CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

## 1 PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alla cabina elettrica, al cavidotto 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 condizione maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti.

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>3</b>	<b>22</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	  CLIENTE / CUSTOMER
---	--	--

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] 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".
- [2] DL 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro"
- [3] Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- [4] Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- [5] Norma 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."
- [6] DM del MATTM del 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>4</b>	<b>22</b>



3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Impianto Fotovoltaico  
Collegamento in cavo MT  
Relazione impatto elettromagnetico

OGGETTO / SUBJECT



GRUPPO  
**M METKA**  
METKA EGN

CLIENTE / CUSTOMER

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

Nel 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", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

"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  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

"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  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];

"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  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>5</b>	<b>22</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	  CLIENTE / CUSTOMER
---	--	--

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3µT come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto FV trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione.

Come detto, il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1 e 2:

**Tabella 1** Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1-3	60	0.2	-
>3 – 3000	20	0.05	1
>3000 – 300000	40	0.01	4

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>6</b>	<b>22</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	  CLIENTE / CUSTOMER
---	--	--

**Tabella 2** Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA'DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

**Tabella 3** Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensita' di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensita' di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA'DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>7</b>	<b>22</b>

 <p><b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA</p>	<p align="center"><b>Impianto Fotovoltaico Collegamento in cavo MT Relazione impatto elettromagnetico</b></p> <p align="center">OGGETTO / SUBJECT</p>	  <p align="center">CLIENTE / CUSTOMER</p>
---	---	--

## 4 DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI

### 4.1 GENERALITA'

L'impianto fotovoltaico "Spinazzola" sorgerà intorno alla masseria Mirenzi, in un'area agricola nel comune di Spinazzola (BT) e verrà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale in antenna su unico stallo della sezione a 150 kV della esistente stazione elettrica della RTN a 380/150kV denominata "Genzano", situata nel comune di Genzano di Lucania (PZ).

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico a terra di taglia pari a circa 56,1 MWp che comprende in particolare:

- inseguitori monoassiali (tracker), ciascuno configurato per movimentare moduli fotovoltaici di potenza nominale pari a 380 Wp;
- un cavidotto interrato MT 30 kV di lunghezza pari a circa 13,3 km, che connette tra loro il campo fotovoltaico e la stazione elettrica di trasformazione Utente;
- una stazione elettrica di trasformazione utente (SSEU), ubicata in prossimità della stazione "Genziano" di Terna, in agro di Masseria de Marinis, in cui la tensione viene trasformata da 30 a 150 kV;
- un cavidotto interrato AT 150 kV per la connessione della SSEU alla SE di Terna.
- viabilità interna sterrata e permeabile, secondo quanto negli allegati elaborati grafici, per consentire il transito dei mezzi di manutenzione e pulizia dei moduli FV.

L'impianto sarà collegato alla rete di distribuzione nazionale e cederà la propria energia in "grid parity", cioè non graverà in alcuna maniera sulla collettività mediante la concessione di contributi. L'investimento sostenuto per la realizzazione dell'impianto sarà ripagato interamente mediante la vendita dell'energia elettrica prodotta dall'impianto.

La stazione di trasformazione di utenza verrà realizzata in prossimità della stazione di rete di "Genziano" su un'area di circa 5000 m<sup>2</sup> individuata catastalmente al foglio 17 particella 21, di cui occupa una porzione, del comune di Genzano di Lucania e sarà costituita da una sezione a 150 kV con isolamento in aria, che occuperà una superficie di circa 3000 m<sup>2</sup>.

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>8</b>	<b>22</b>





## 5 CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 5.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE

#### 5.1.1 Linee elettriche in corrente alternata in media tensione

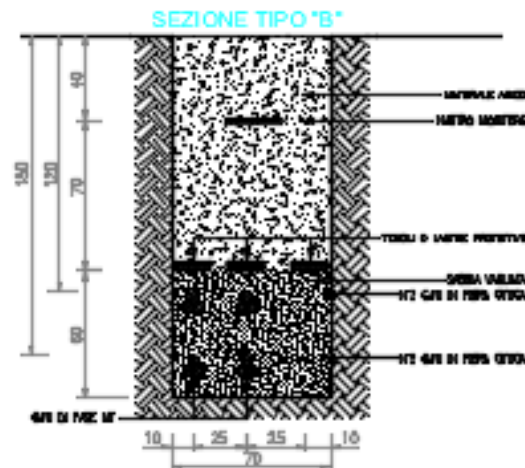
Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrato, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

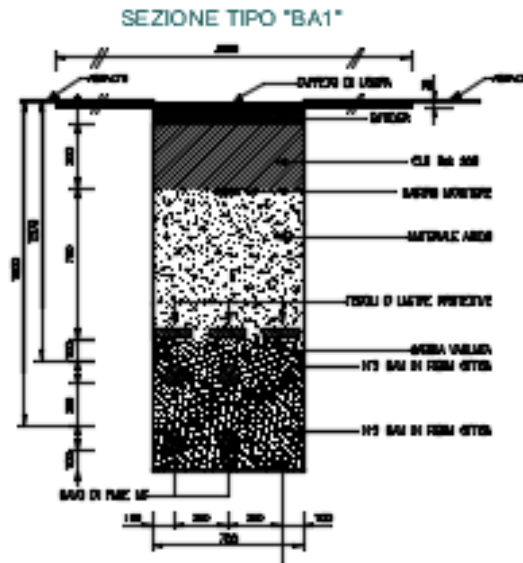
##### 5.1.1.1 *Configurazioni di calcolo*

Per il calcolo dei campi magnetici dei collegamenti MT con la stazione di trasformazione di utenza sono state esaminate le configurazioni più significative, rappresentate nella figura sottostante.



**Figura 1:** Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>9</b>	<b>22</b>



**Figura 2:** Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale

#### 5.1.1.2 Cavi

Il cavo di media tensione avrà le seguenti caratteristiche:

- Codice cavo: ARE4H1 o ARE4H5 18/30, in alluminio
- Formazione e sezione: 4x3x(1x630) mm<sup>2</sup>

Per quanto concerne i cavidotti MT esterni, per il collegamento di ciascun campo al quadro MT della stazione d'utenza, è prevista la partenza di 4 terne di cavi con l'utilizzo di cavi unipolari di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>, posati a trifoglio.

La corrente massima che può interessare la linea di collegamento MT per l'impianto in oggetto è la seguente:

Tratto	In (A)	Tipo Cavo
<b>FV-SSEU</b>	1080	4x(3x1x630) mm <sup>2</sup>

Calcolata con la seguente formula:

$$I_n = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos\varphi}$$

Dove  $\cos\varphi=1$  e  $P=56$  MW

 <p><b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA</p>	<p><b>Impianto Fotovoltaico Collegamento in cavo MT Relazione impatto elettromagnetico</b></p> <p>OGGETTO / SUBJECT</p>	  <p>GRUPPO <b>METKA</b> METKA EGN</p> <p>CLIENTE / CUSTOMER</p>
---	---	---

Nel calcolo del campo magnetico, essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede la posa dei cavi a trifoglio, come da sezioni precedenti, con un valore di corrente però pari alla portata massima di ciascuna linea elettrica in cavo nelle condizioni normali, senza correzioni, secondo la Norma CEI 20-21, che risulta essere uguale a 618A per il conduttore da 630 mm<sup>2</sup>. **Le condizioni di calcolo sono pertanto più gravose di quelle effettive.**

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di circa 1,4 m, con disposizione delle fasi a trifoglio e configurazione degli schermi cross bonded.

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

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

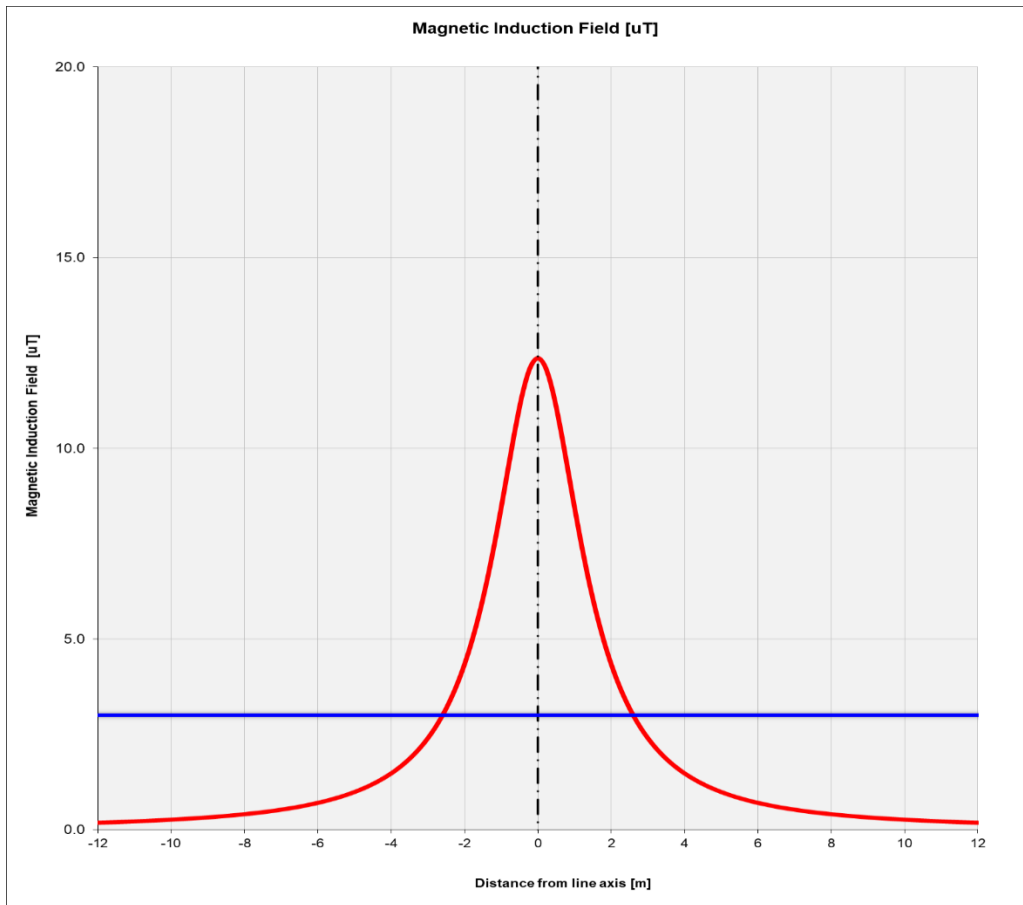
La configurazione dell'elettrodotto è quella di assenza di schermature e distanza minima dei conduttori dal piano viario. Il calcolo è stato effettuato al suolo.

### 5.1.1.3 *Calcolo del campo magnetico indotto*

Nelle seguenti figure sono riportati gli andamenti dell'induzione magnetica per una sezione trasversale a quella di posa, per le diverse sezioni rappresentative.

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

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>11</b>	<b>22</b>



**Figura 3:** *Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo di collegamento con la SSEU*

Si può osservare come nel caso peggiore il valore di 3  $\mu\text{T}$  è raggiunto a circa 2,5 m dall'asse del cavidotto.

E' da notare che la condizione di calcolo è ampiamente cautelativa, in quanto la corrente che fluirà nel cavidotto sarà quella prodotta dall'impianto fotovoltaico, che, come detto, è inferiore a quella di calcolo.

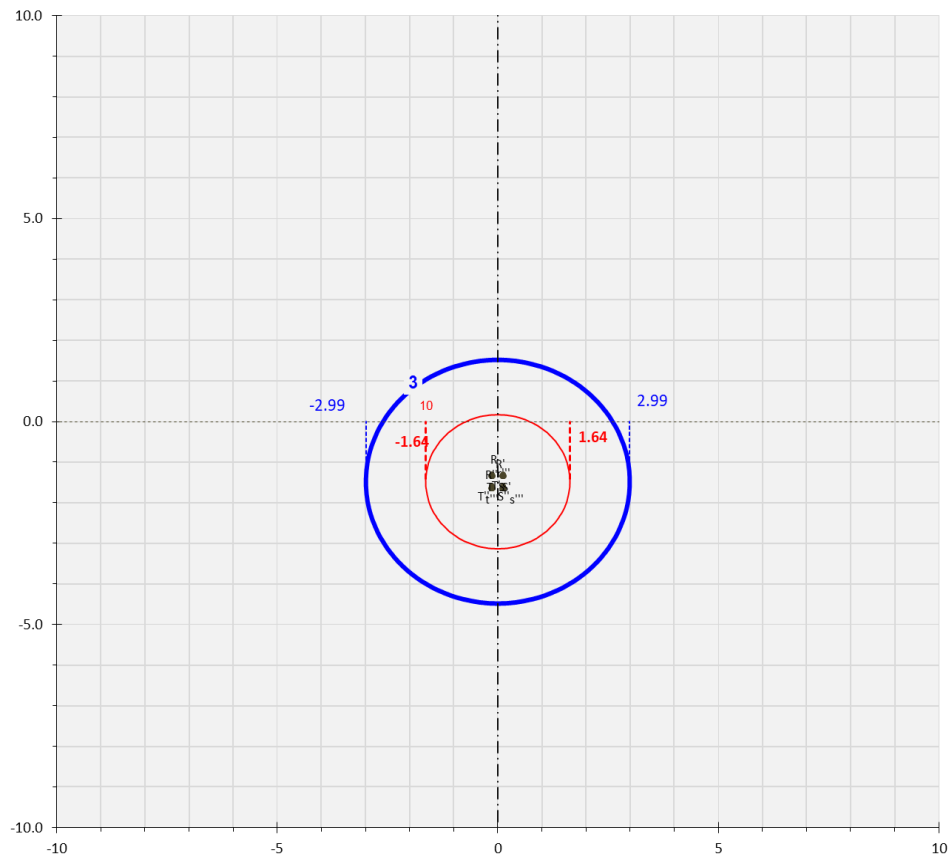
Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a 3  $\mu\text{T}$  in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), pertanto **è esclusa la presenza di tali recettori all'interno della fascia calcolata.**

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>12</b>	<b>22</b>



#### 5.1.1.4 Calcolo delle fasce di rispetto

Per la determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto è stata effettuata la simulazione di calcolo per i casi presentati nei paragrafi precedenti.



**Figura 4:** *Curve di equilivello per il campo di induzione magnetica generato dalla linea MT di collegamento con la SSEU*

Si può quindi considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto sia pari a **3 m**, a cavallo dell'asse del cavidotto.

Come si può vedere dall'elaborato "Inquadramento su mappa catastale con DPA" nel quale sono riportate le fasce di rispetto calcolate, non ci sono recettori sensibili all'interno delle fasce suddette.

#### 5.1.2 Stazione elettrica d'utenza

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi

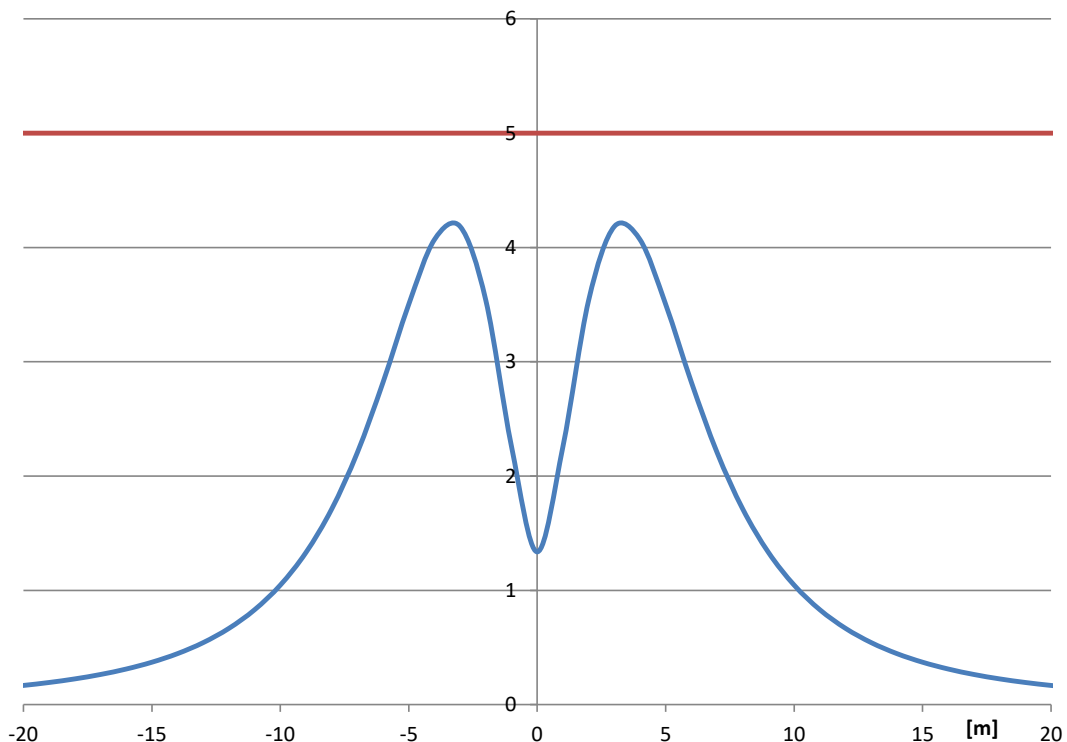
<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>13</b>	<b>22</b>



elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne e fabbricati).

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

**Campo Elettrico [kV/m]**



**Figura 5:** *Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 150 kV*

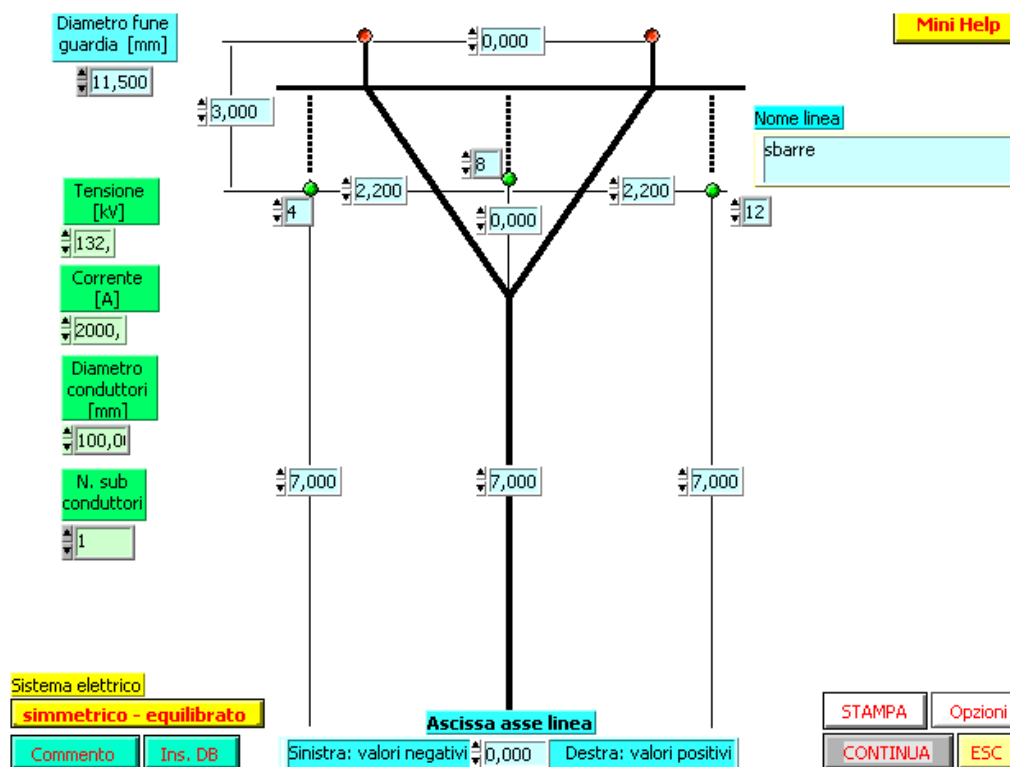
I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle via cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla,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

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

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

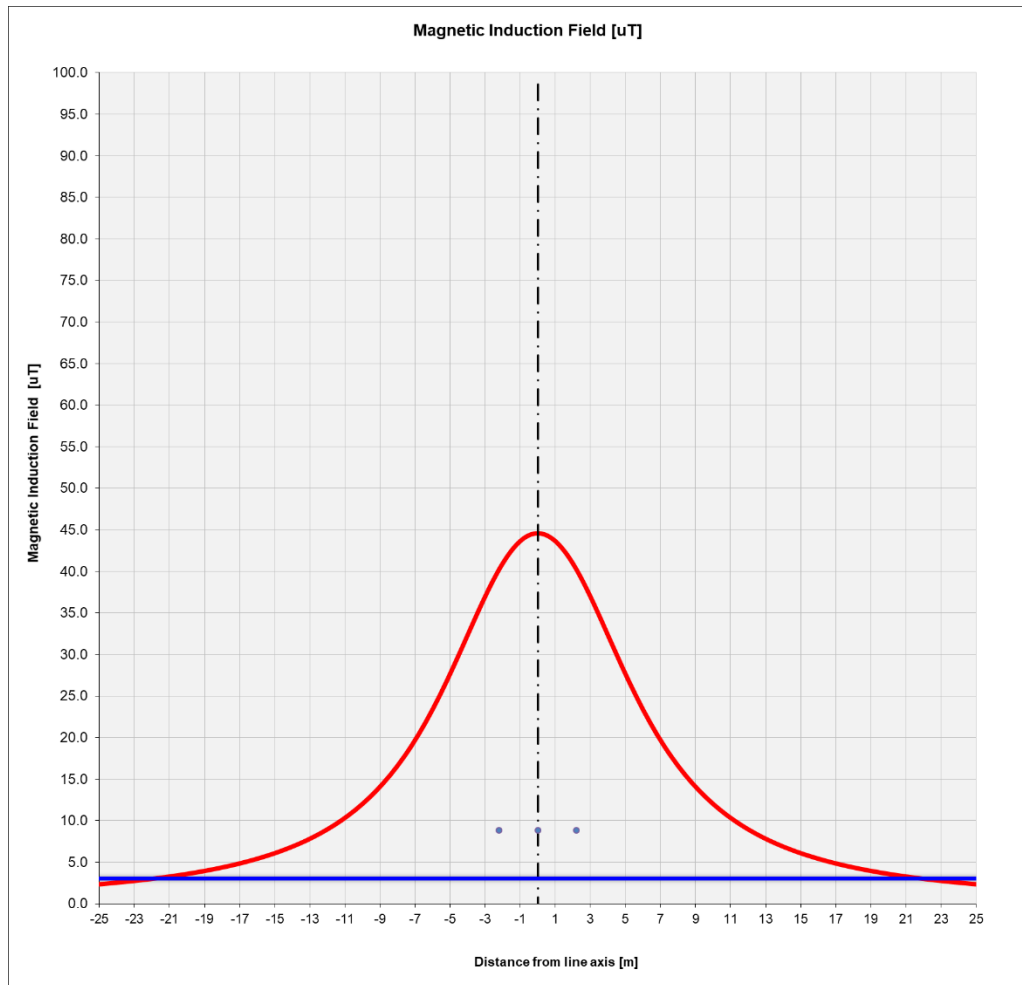
<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>14</b>	<b>22</b>

soportabile dalle sbarre stesse. Nella seguente figura è riportata la geometria di un sistema trifase con disposizione dei conduttori assimilabile a quella delle sbarre della stazione d'utenza.



**Figura 6:** *Linea AT con disposizione conduttori in piano assimilabile ad un sistema semplice sbarra a 132/150 kV*

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



**Figura 7:** *Andamento del campo di induzione magnetica per  $I = 2000\text{ A}$*

Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetica è inferiore al valore di 3  $\mu\text{T}$ .

Data la localizzazione della stazione, che si trova nelle vicinanze della SE di Terna, non si rilevano recettori sensibili a distanze inferiori a quella sopra calcolata.

### 5.1.3 DPA Stazione elettrica

A titolo di esempio si riporta il risultato di un calcolo effettuato per una cabina primaria ENEL a AT/MT, le cui correnti sono paragonabili a quelle da considerare nel presente caso. Si osserva che in tal caso la DPA calcolata è pari a 14 m dall'asse del sistema di sbarre AT e quindi rimane all'interno della superficie di stazione.

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>16</b>	<b>22</b>





3E Ingegneria S.r.l.

PISA

Impianto Fotovoltaico  
Collegamento in cavo MT  
Relazione impatto elettromagnetico

OGGETTO / SUBJECT

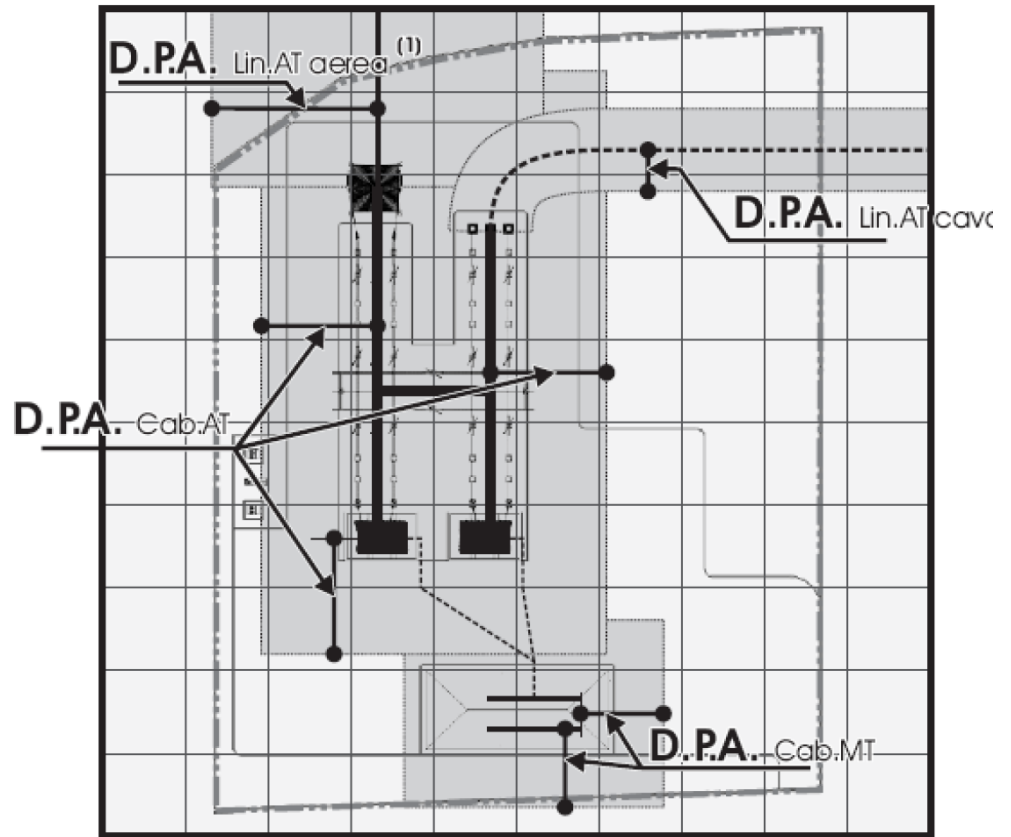


GRUPPO  
**M METKA**  
METKA EGN

CLIENTE / CUSTOMER

  $< 3\mu T$

  $> 3\mu T$



*Determinazione della DPA per una Cabina Primaria isolata in aria*

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>17</b>	<b>22</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	  CLIENTE / CUSTOMER
---	--	---

#### 5.1.4 Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mm<sup>2</sup> tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.

#### DATI TECNICI DEL CAVO

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

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

#### DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

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

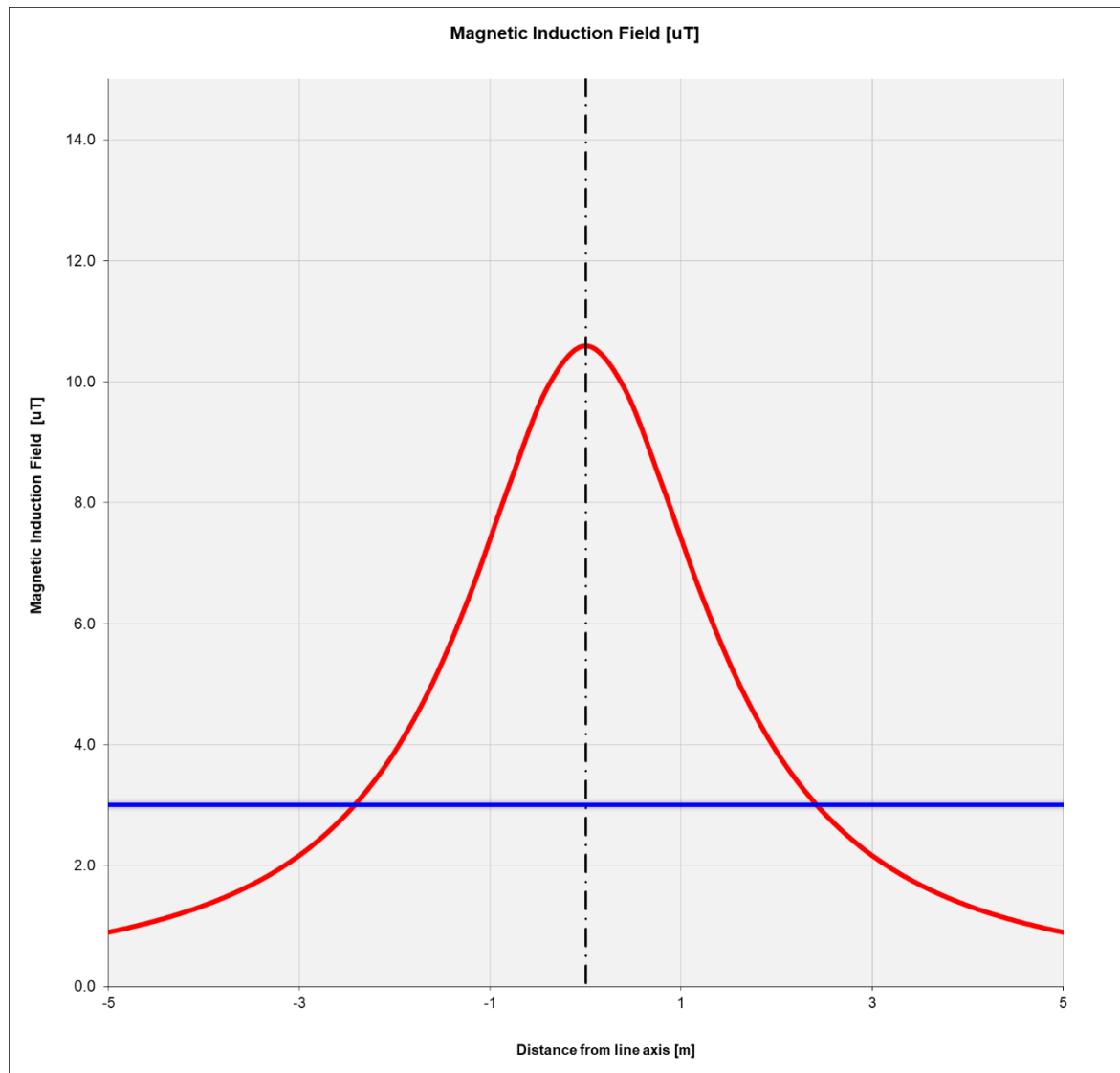
Data la brevità del collegamento, non si prevede l'esecuzione di giunti unipolari.

Di seguito viene esposto il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'elettrodotto.

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>18</b>	<b>22</b>



Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,6 m, con un valore di corrente pari a 1000 A, dove la configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.



**Figura 8:** *Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT*

Il limite di 3  $\mu\text{T}$  si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 2,5 m. Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.



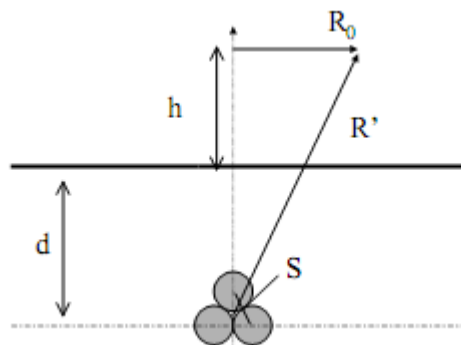
Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

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

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$ . La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

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

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

$$S = 0.11 \text{ m}$$

$$I = 1000 \text{ A}$$

Si ottiene:

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

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

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>20</b>	<b>22</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	  <b>GRUPPO METKA</b> METKA EGN CLIENTE / CUSTOMER
---	--	--

## 6 CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti".

In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione esso è notevolmente inferiore a 5kV/m (valore imposto dalla normativa) e per il livello 150 kV esso diventa inferiore a 5 kV/m già a pochi metri dalle parti in tensione.

Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie porzioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavidotti MT esterni, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 3m, rispetto dell'asse del cavidotto, come anche per il cavidotto AT: sulla base della scelta del tracciato, si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno.

Per ciò che riguarda la stazione di trasformazione i valori di campo magnetico al di fuori della recinzione sono sicuramente inferiori ai valori limite di legge. Comunque considerando che nella cabina di trasformazione non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'intera area sarà racchiusa all'interno di una recinzione non metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>21</b>	<b>22</b>

 <p><b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA</p>	<p><b>Impianto Fotovoltaico Collegamento in cavo MT Relazione impatto elettromagnetico</b></p> <p>OGGETTO / SUBJECT</p>	  <p>GRUPPO <b>METKA</b> METKA EGN</p> <p>CLIENTE / CUSTOMER</p>
---	---	---

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.

<b>089.18.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>22</b>	<b>22</b>