



# 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  
BRINDISI

**SAN PANCRAZIO**  
**27.320 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. Caviddotto 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 27.320 kWp nel comune di SAN PANCRAZIO S.</b>			
Oggetto	Folder B - Studio d'Impatto Ambientale			
	Nome elaborato San Pancrazio S. Doc_B05			
Revisione	Descrizione elaborato Relazione impatto elettromagnetico			Scala ---
		Oggetto revisione	Elaborazione	Verifica
	13/10/2022	Oggetto revisione Revisione dopo commenti MITE	3E Ingegneria	Metka EGN
	13/07/2021	Oggetto revisione	3E Ingegneria	Metka EGN
	Codice Pratica <b>"San Pancrazio S."</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

## 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
5.2	Modalità di posa .....	10
5.2.1	Stazione elettrica d'utenza .....	13
5.2.2	DPA Stazione elettrica .....	14
5.2.3	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione .....	17
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>20</b>

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>2</b>	<b>21</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	 <b>GRUPPO  M METKA</b> METKA EGN 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 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 la condizione maggiormente significativa al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti.

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>3</b>	<b>21</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>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>4</b>	<b>21</b>



### 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>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>5</b>	<b>21</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

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai  $3\mu\text{T}$  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>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>6</b>	<b>21</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	 <b>GRUPPO  M METKA  METKA EGN</b> 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>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>7</b>	<b>21</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 "San Pancrazio" sorgerà a circa 4,5 km a sud-ovest del comune omonimo, in un'area circostante la masseria Campone, in zona agricola 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 "Erchie 380 kV".

Si fa presente che la stazione di utenza sarà condivisa con altro impianto di altro proponente, denominato "Avetrana Energia".

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico a terra di taglia pari a circa 27,74 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 4,4 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 "Erchie 380 kV" di Terna che si trova a circa 4,5 km a sud del comune di Erchie, 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 "Erchie 380 kV" su un'area di circa 1400 m<sup>2</sup> individuata catastalmente al foglio 37 particella 256 dello stesso comune di Erchie e sarà costituita da una sezione a 150 kV con isolamento in aria.

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>8</b>	<b>21</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>
---	---	---

## 5 CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 5.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE

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

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3  $\mu$ T, anche se per la particolarità dell'impianto le aree al suo interno sono da classificare ai sensi della normativa come luoghi di lavoro, e quindi con livelli di riferimento maggiori rispetto a questi ultimi.

La tipologia di cavidotti presenti nel collegamento con la stazione di utenza prevede l'utilizzo di cavi elicordati, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Per il collegamento di ciascun campo al quadro MT della stazione d'utenza, è prevista la partenza di 2 terne di cavi con l'utilizzo di cavi unipolari di sezione pari a 300 mm<sup>2</sup>.

Il cavo di media tensione avrà le seguenti caratteristiche:

- Codice cavo: ARE4H1EX o ARE4H5EX 18/30, in alluminio
- Formazione e sezione: 2x3x(1x300) mm<sup>2</sup>

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>	526	2x(3x1x300) mm <sup>2</sup>

Calcolata con la seguente formula:

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

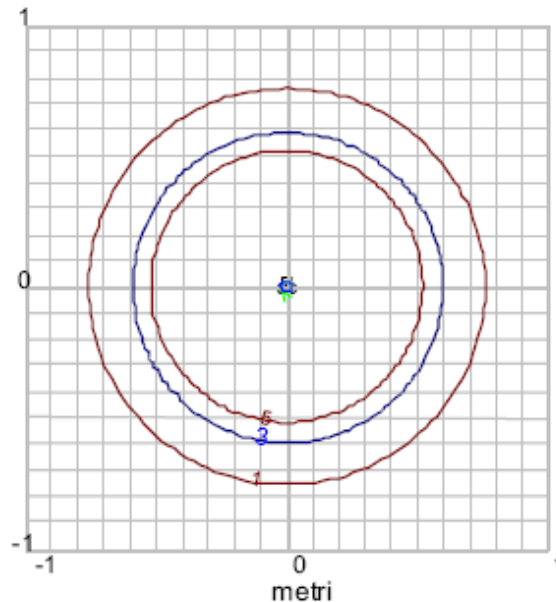
Dove  $\cos\varphi=1$  e  $P=27,32$  MW

Come illustrato nella suddetta norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di 3 $\mu$ T, anche in

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>9</b>	<b>21</b>



condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso.



**Figura 1:** *Curve di equilivello per il campo magnetico di una linea MT in cavo elicordato interrata (dalla Norma CEI 106-11)*

Si fa notare peraltro che anche il decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata. Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea.

La linea elettrica interrata in media tensione 30kV dovrà rispondere alle caratteristiche di norma per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali utilizzati nonché la modalità di costruzione dei cavidotti e di posa dei cavi elettrici.

## 5.2 Modalità di posa

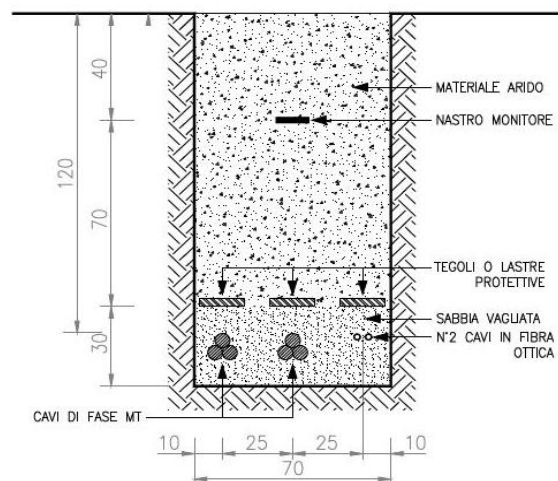
L'elettrodotto in oggetto, come in precedenza specificato, è composto da una linea in cavo interrato. La linea sarà posata all'interno di uno scavo opportunamente dimensionato, come da figure "sezioni tipiche di posa", sotto riportate:

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>10</b>	<b>21</b>



SEZIONE TIPICA VIA CAVO  
SU STRADE STERRATE \*

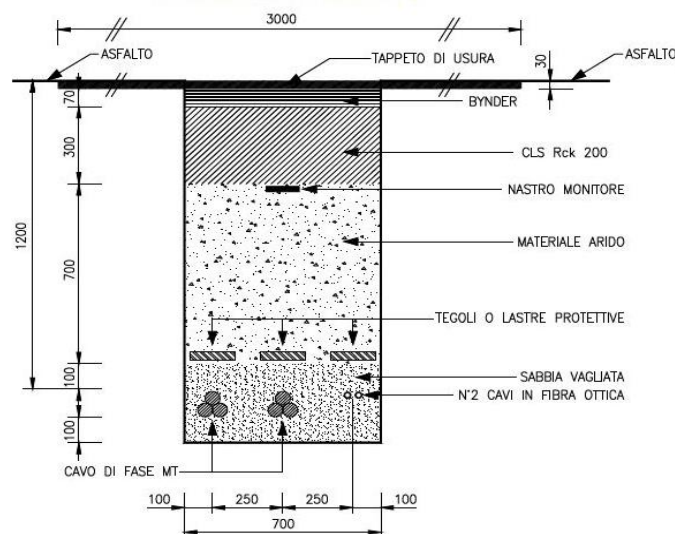
SEZIONE TIPO "B1"



**Figura 2:** Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate

SEZIONE TIPICA VIA CAVO  
SU STRADE ASFALTATE \*

SEZIONE TIPO "BA1"



**Figura 3:** Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>11</b>	<b>21</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>
---	---	---

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.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Per evitare danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa, si dovrà tenere conto dello sforzo massimo del cavo e del raggio di curvatura minimo (0,9 m).

In caso di presenza di acqua occorrerà prestare particolare attenzione per evitare che possa entrare acqua o umidità alle estremità dei cavi: dovrà essere effettuata la spelatura del cavo per 30cm, la sigillatura mediante coni di fissaggio in corrispondenza dell'inizio dell'isolante e la sigillatura mediante calotte termo-restringenti in caso di interrimento del cavo prima della realizzazione di giunzioni o terminazioni.

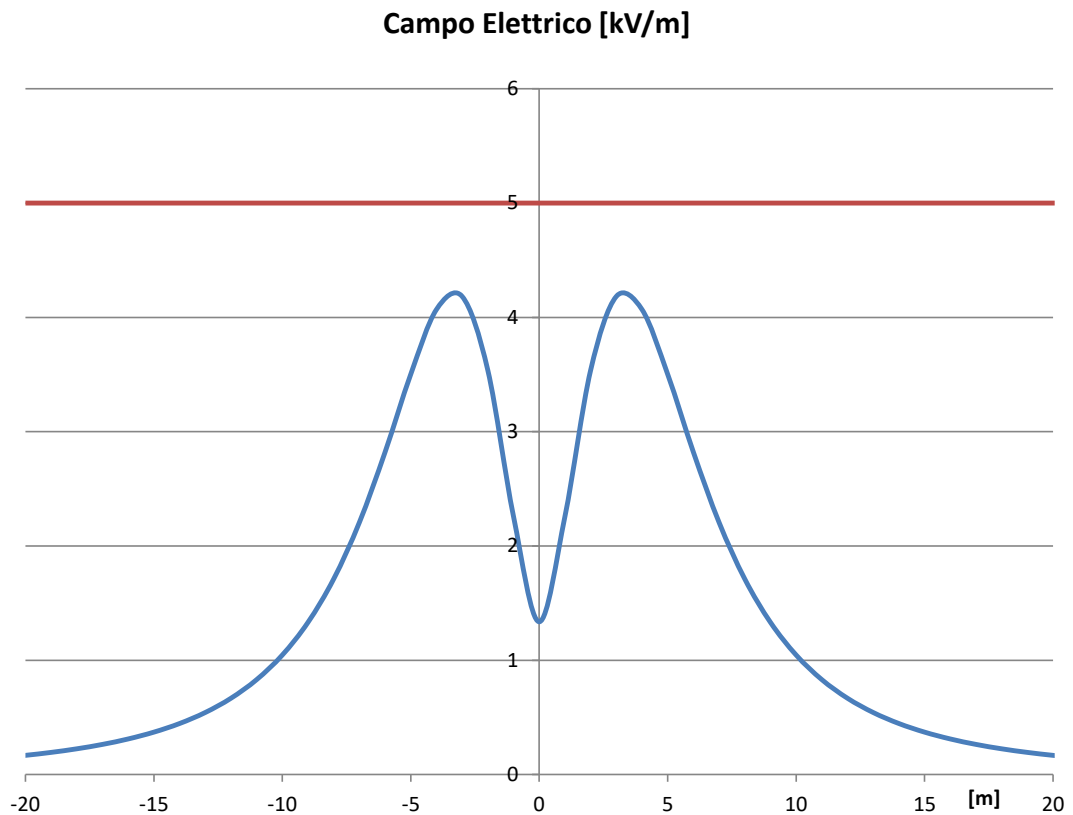
<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>12</b>	<b>21</b>



### 5.2.1 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 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.

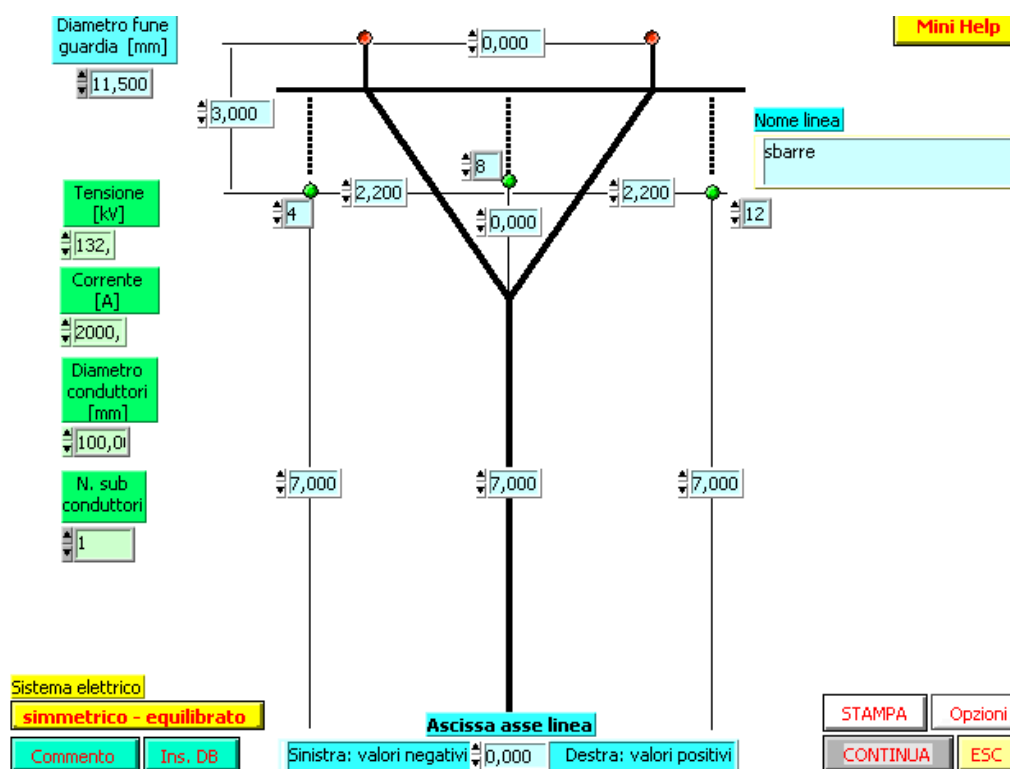


**Figura 4:** *Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 150 kV*

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 sopportabile 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 5:** *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.

### 5.2.2 DPA Stazione elettrica

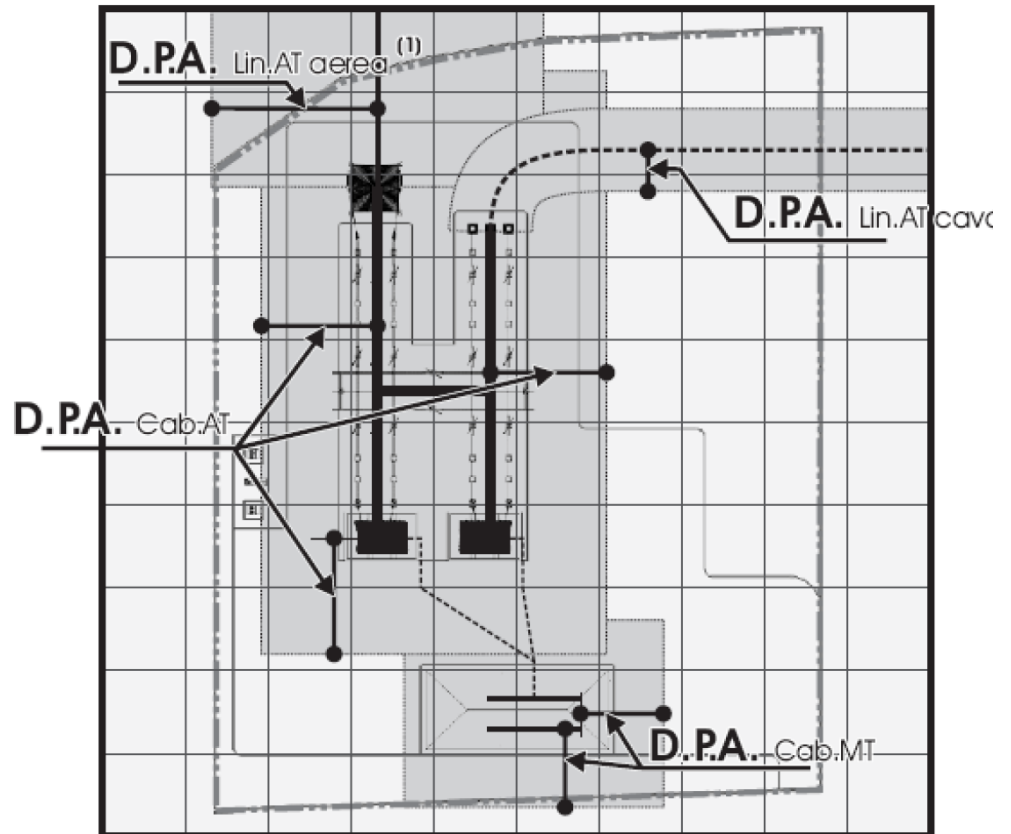
A titolo di esempio si riporta il risultato di un calcolo effettuato per una cabina primaria ENEL a AT/MT, le cui correnti sono paragonabili a quelle da considerare nel presente caso. Si



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.

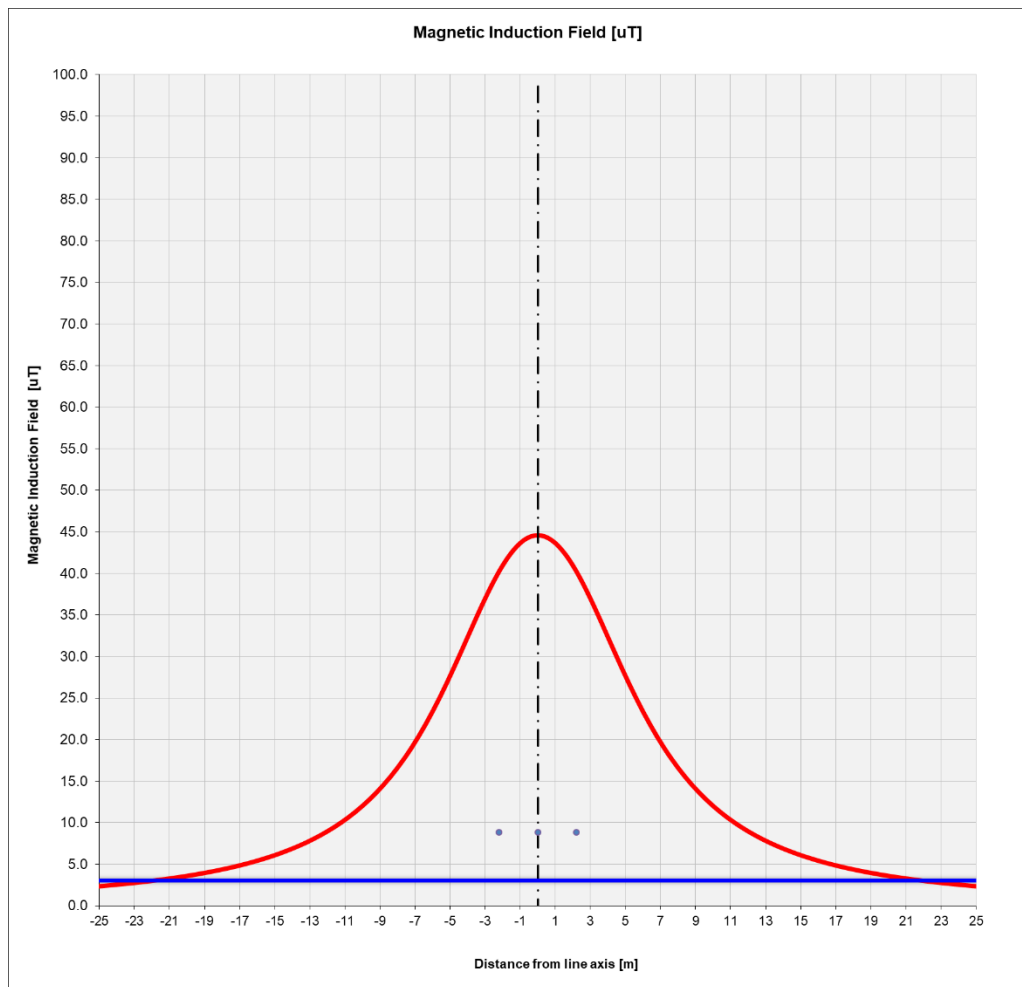
  $< 3\mu T$

  $> 3\mu T$



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

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>15</b>	<b>21</b>



**Figura 6:** *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 magnetico 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.

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>16</b>	<b>21</b>



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

### 5.2.3 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

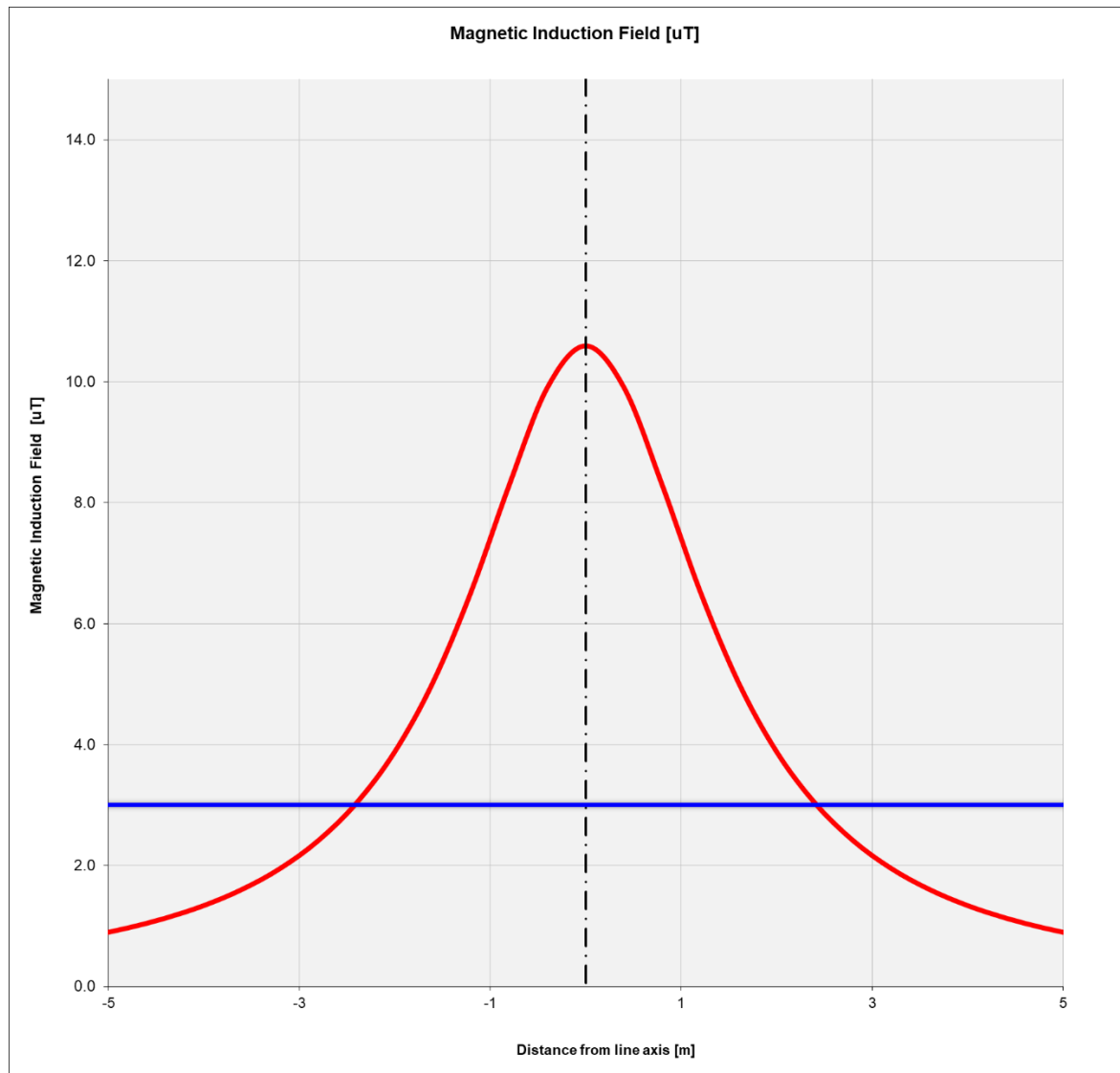
Data la brevità del collegamento, non si prevede l'esecuzione di giunti unipolari.

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

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>17</b>	<b>21</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 7:** *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.



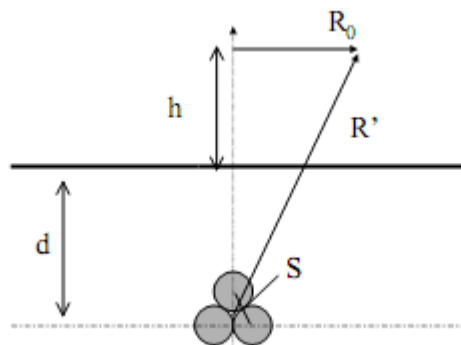
Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

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>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>19</b>	<b>21</b>

 <b>3E Ingegneria S.r.l.</b> PISA	<b>Impianto Fotovoltaico  Collegamento in cavo MT  Relazione impatto elettromagnetico</b> OGGETTO / SUBJECT	  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, i realizzati mediante l'uso di cavi elicordati, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea. Per quanto concerne i tratti esterni, per il cavidotto AT la semi-fascia calcolata è pari a 3m: 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 stazione 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

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>20</b>	<b>21</b>

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

impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.

<b>053.19.01.R.03</b>	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Luglio 21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>