

REGIONE: SICILIA

PROVINCIA: CATANIA, SIRACUSA, RAGUSA

COMUNI: VIZZINI, GIARRATANA, MINEO, BUCCHERI

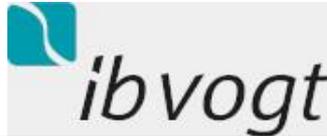
ELABORATO:

**035.21.01.R03**

OGGETTO:

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "VIZZINI"  
DA 238.8 MWp  
PROGETTO DEFINITIVO**

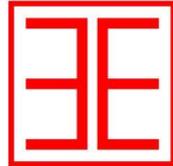
PROPONENTE:



**PV ITALY 009 S.R.L.**

Viale Amedeo Duca D'Aosta 76, Bolzano (BZ)  
CF. e P. IVA n. 05709520877

**PROGETTO  
DEFINITIVO**



E N E R G Y  
E N V I R O N M E N T  
E N G I N E E R I N G

**Via G. Volpe n.92 – cap 56121 – Pisa (PI)**

[3eingegneria@pec.it](mailto:3eingegneria@pec.it)

[www.3eingegneria.it](http://www.3eingegneria.it)

[info@3eingegneria.it](mailto:info@3eingegneria.it)

## Relazione Impatto Elettromagnetico



Note:

Dicembre 2022	1	Emissione	3E Ingegneria Srl	PV ITALY 009
Luglio 2021	0	Emissione	3E Ingegneria Srl	PV ITALY 009
<b>DATA</b>	<b>REV</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>ELABORATO da:</b>	<b>APPROVATO da:</b>

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE,  
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA



## 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	Generalità .....	8
4.2	Cabine elettriche di campo e di impianto.....	10
<b>5</b>	<b>CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....</b>	<b>12</b>
5.1	<b>CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>12</b>
5.1.1	Moduli fotovoltaici.....	12
5.1.2	Inverter .....	12
5.1.3	Linee elettriche in corrente alternata .....	13
5.1.4	Cabine elettriche di trasformazione.....	26
5.1.5	Altri cavi.....	26
5.2	<b>CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE.....</b>	<b>27</b>
5.2.1	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione .....	27
5.2.2	Stazione elettrica d’utenza.....	31
5.3	Analisi dei risultati ottenuti.....	33
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>34</b>

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>2</b>	<b>34</b>

## 1 PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell’impianto fotovoltaico in oggetto e ad esso collegate, 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 alle 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 sono state prese in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dell’impianto in oggetto.

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>3</b>	<b>34</b>

## 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>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>4</b>	<b>34</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 ai 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]

035.21.01.R.03	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>5</b>	<b>34</b>



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 $\mu$ 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 (circa 89.900 kW ac).

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.

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



**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>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>7</b>	<b>34</b>



## 4 DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI

### 4.1 Generalità

L'impianto fotovoltaico "Vizzini" sorgerà in quattro diverse aree nei comuni di Vizzini, Mineo e Giarratana, nelle provincie di Catania e Ragusa. L'impianto verrà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale in antenna su unico stallo della sezione a 380kV della stazione elettrica della RTN 150/380 kV denominata "Vizzini".

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico a terra di taglia pari a circa 238.8 MWp costituito da 4 macro-aree (Area A, Area B, Area C e Area D), distanti tra loro alcuni chilometri: l'Area A sarà ubicata nel comune di Vizzini sconfinando per una piccola parte nel comune di Mineo; le Aree B e C saranno ubicate interamente nel comune di Vizzini; l'Area D sarà ubicata tra il comune di Vizzini e quello di Giarratana. L'impianto sarà costituito principalmente dai seguenti componenti:

- 3684 strutture di tipo fisso configurate per ospitare ciascuno n°27x3 moduli fotovoltaici da 650 Wp
- 2555 strutture di tipo fisso configurate per ospitare ciascuno n°9x3 moduli fotovoltaici da 650 Wp
- N° 60 cabine di campo in cui saranno raccolti i cavi provenienti dagli inverter e sarà effettuata la trasformazione BT/MT
- N° 5 cabine d'impianto, ubicate nelle quattro aree, in cui saranno raccolti i cavi provenienti dalle cabine di campo e collegate alla stazione di utenza mediante elettrodotti in cavo interrato MT
- una stazione di utenza in cui avverrà la consegna dell'energia elettrica prodotta alla rete di trasmissione a 380 kV previa trasformazione 33/380 kV
- un elettrodotto aereo AT a 380 kV di lunghezza totale pari a circa 9,5 km, che connette la stazione di utenza alla stazione di rete esistente denominata "Vizzini"

I siti ove sorgerà l'impianto fotovoltaico saranno ovviamente dotati di viabilità interna, sterrata e permeabile, secondo quanto riportato negli allegati elaborati grafici, per consentire il transito dei mezzi di manutenzione e pulizia dei moduli FV.

La stazione di trasformazione di utenza verrà realizzata in prossimità della S.S. n°124, a circa 5 km ad Est dell'abitato di Vizzini, su un'area di circa 3200 m<sup>2</sup> individuata

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>8</b>	<b>34</b>

catastalmente al foglio 76 particelle 1 e 2 dello stesso comune di Vizzini e sarà costituita da una sezione a 380 kV con isolamento in aria e sarà composta da un unico stallo.

L’impianto sarà realizzato con un modulo fotovoltaico composto da 132 celle fotovoltaiche in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 650Wp.

L’impianto sarà costituito da un totale di 367.389 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 238.8 MWp.

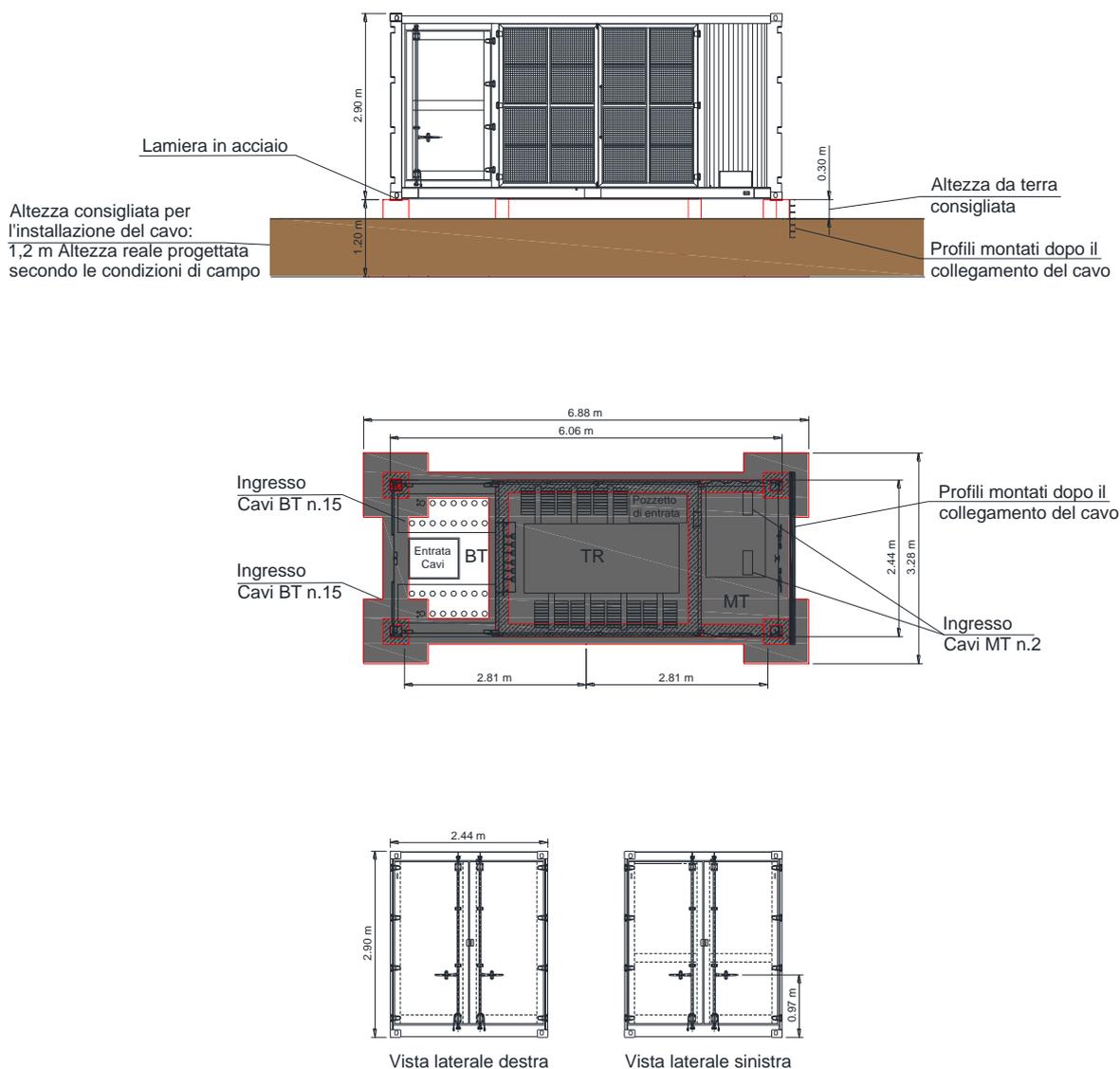
La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante n°1013 convertitori statici trifase (inverter) tipo HUAWEI modello SUN2000-215KTL-H0, potenza nominale 215 kVA, agganciati alle strutture di sostegno dei moduli in posizione opportuna.

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno della potenza di 1000, 1250, 1500, 2000, 3000, 4000 e 6000 kVA a doppio secondario ed avranno una tensione MT di 33kV ed una tensione BT di 800V. Ognuno di essi sarà alloggiato all’interno della relativa cabina di campo.

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>9</b>	<b>34</b>

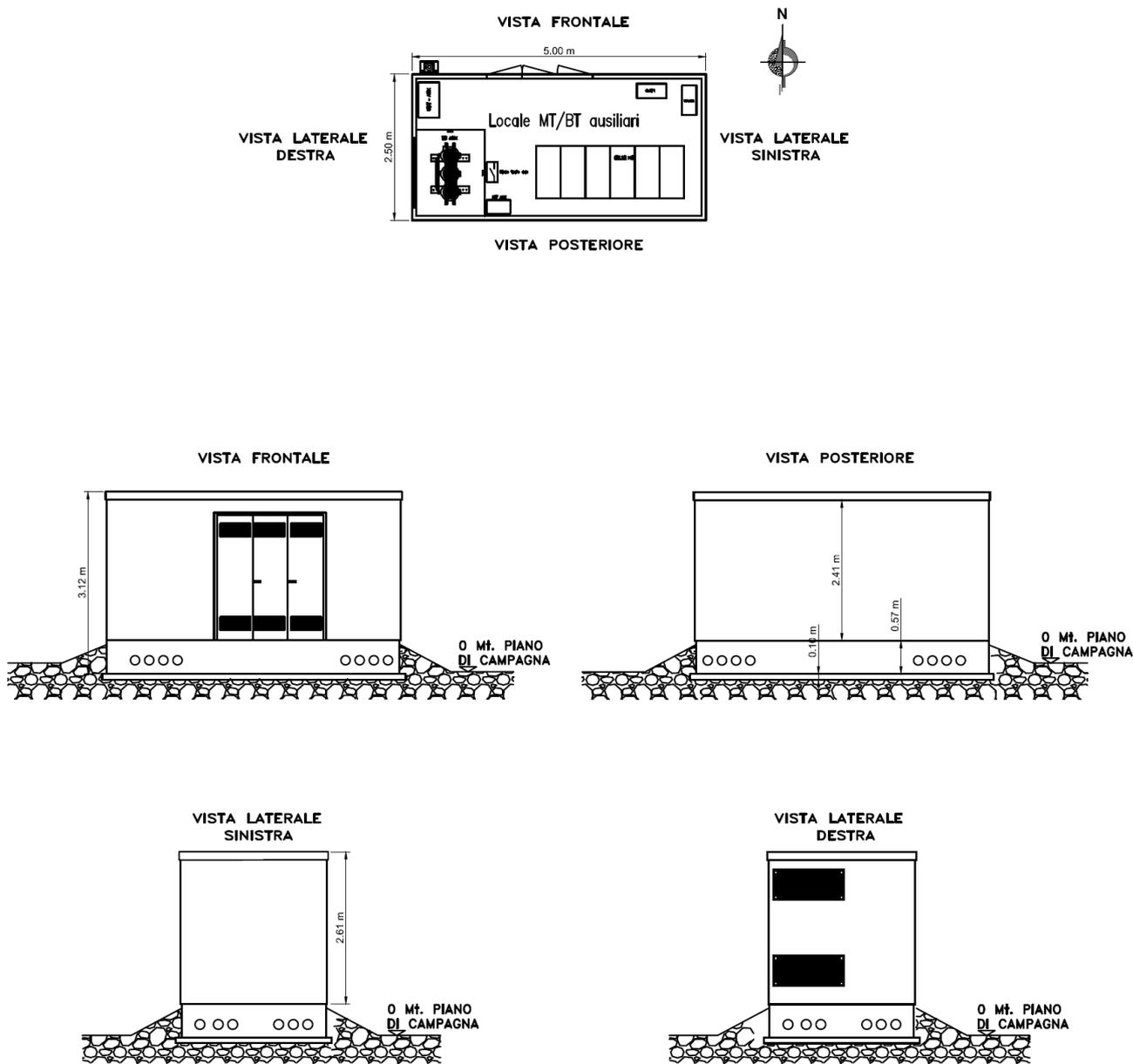
## 4.2 Cabine elettriche di campo e di impianto

Le cabine di campo e quella di impianto saranno del tipo prefabbricato, in c.a.v., monoblocco, munite di accessi con porte in metallo e griglie di areazione in vetroresina. Il basamento di fondazione, anch'esso prefabbricato, sarà del tipo a vasca. Si riportano di seguito i disegni di massima, di cui al doc. 035.21.01.W.15.



**Figura 1: Cabina di campo**

035.21.01.R.03	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>10</b>	<b>34</b>



**Figura 2: Cabina di impianto**

035.21.01.R.03	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>11</b>	<b>34</b>

## 5 CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 5.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

#### 5.1.1 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 MPP 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.

#### 5.1.2 Inverter

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 50273 (CEI 95-9), CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10), CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31), CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28), CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6))

Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all’8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;
- Disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in sovrapposizione alla trasmissione di energia sulle sue linee;
- variazioni di tensione e frequenza: la propagazione in rete di queste ultime è limitata dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono però causate per lo più dalla

035.21.01.R.03	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>12</b>	<b>34</b>



rete stessa. Si rendono quindi necessarie finestre abbastanza ampie, per evitare una continua inserzione e disinserzione dell’impianto fotovoltaico.

- la componente continua immessa in rete: il trasformatore elevatore contribuisce a bloccare tale componente. In ogni modo il dispositivo di interfaccia di ogni inverter interviene in presenza di componenti continue maggiori dello 0,5% della corrente nominale.

Le questioni di compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino ai 3 s in genere) sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuato dal gestore di rete locale.

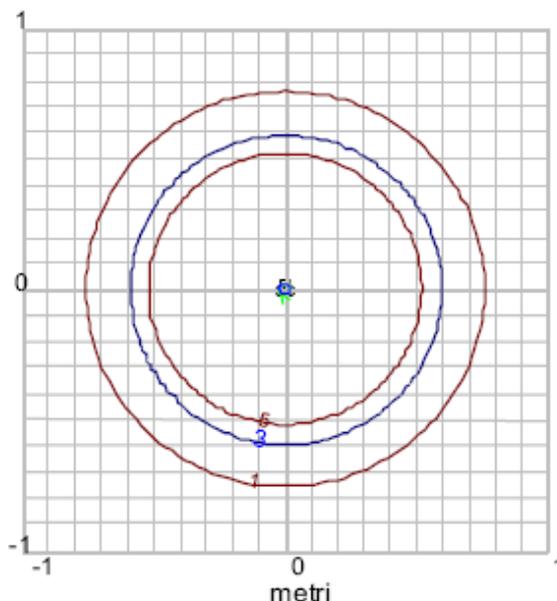
### 5.1.3 Linee elettriche in corrente alternata

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  $3 \mu\text{T}$ , 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 nell’impianto prevede all’interno del campo fotovoltaico l’utilizzo prevalente di cavi elicordati, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

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  $3\mu\text{T}$ , anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza ( $50\div 80$  cm) dall’asse del cavo stesso.

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>13</b>	<b>34</b>



**Figura 2:** *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.

I cavi di collegamento fra ciascuna delle 4 aree di impianto e la stazione di utenza, per motivi di portata, risultano di sezione tale da non consentire l'impiego di cavi elicordati. Pertanto, per tali linee risulta necessario eseguire il calcolo delle relative DPA, di seguito riportato.

I dati di partenza sono i seguenti:

cavo da Area A a Stazione di Utenza:

formazione 2x(3x1x630) mm<sup>2</sup>; portata Iz=768 A

cavo da Area B a Stazione di Utenza:

formazione 2x(3x1x630) mm<sup>2</sup>; portata Iz=1214A

cavo da Area C a Stazione di Utenza:

formazione 2x(3x1x630) mm<sup>2</sup>; portata Iz=680 A

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>14</b>	<b>34</b>

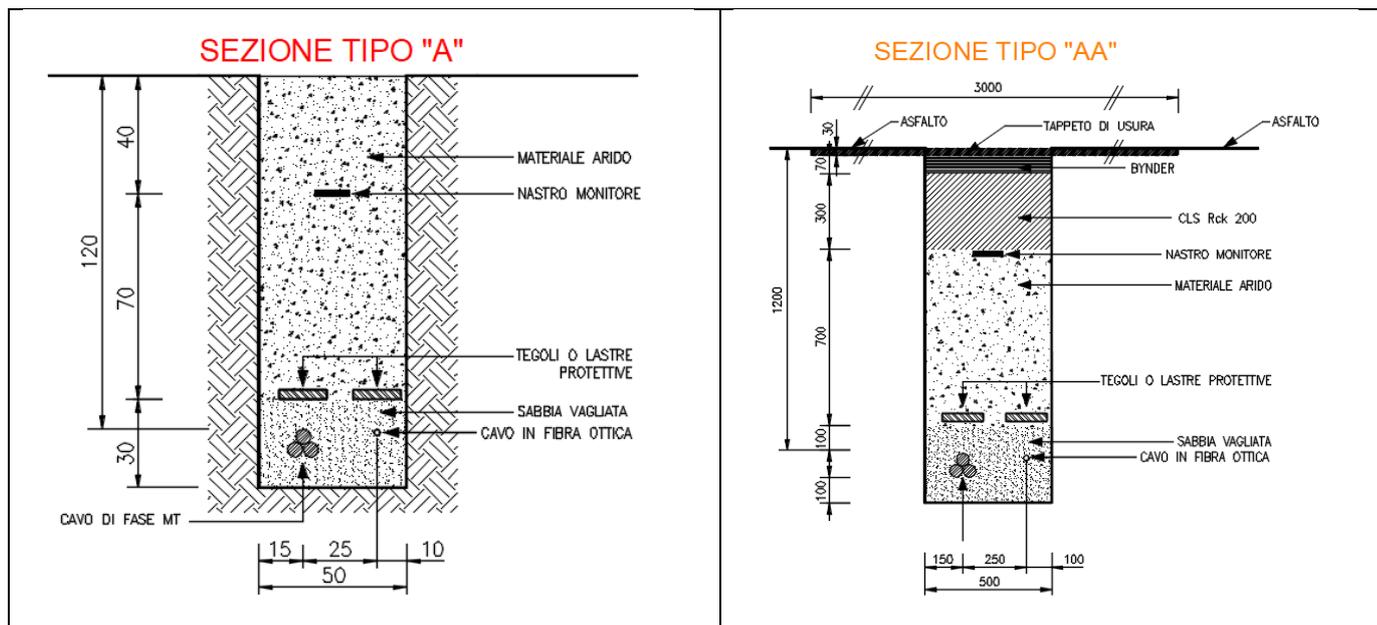
cavo da Area C a Stazione di Utenza:

formazione 3x(3x1x630) mm<sup>2</sup>; portata Iz=1195

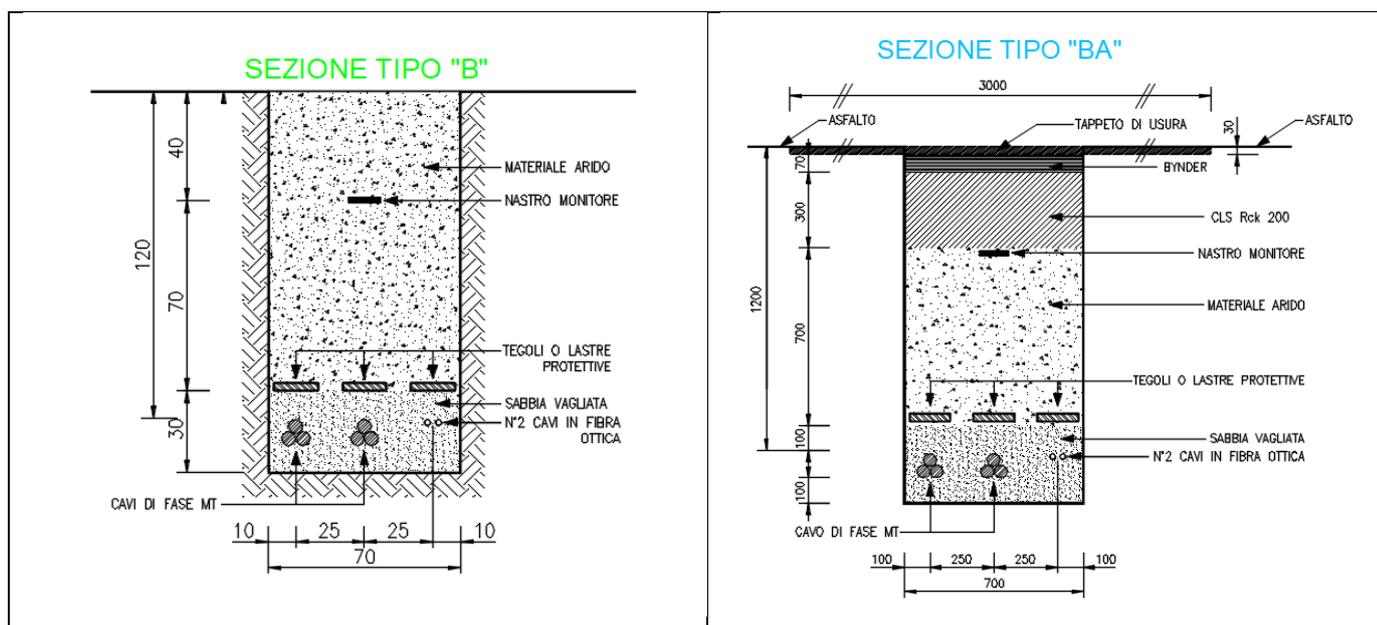
cavo da Area D a Stazione di Utenza:

formazione 1x(3x1x400) mm<sup>2</sup>; portata Iz=301 A

Le linee suddette condividono alcune tratte del loro tracciato, pertanto ne risultano le tipologie di posa illustrate nelle figure seguenti (la nomenclatura delle sezioni tipo è la stessa di cui alla tavola n°035.21.01.W.21)

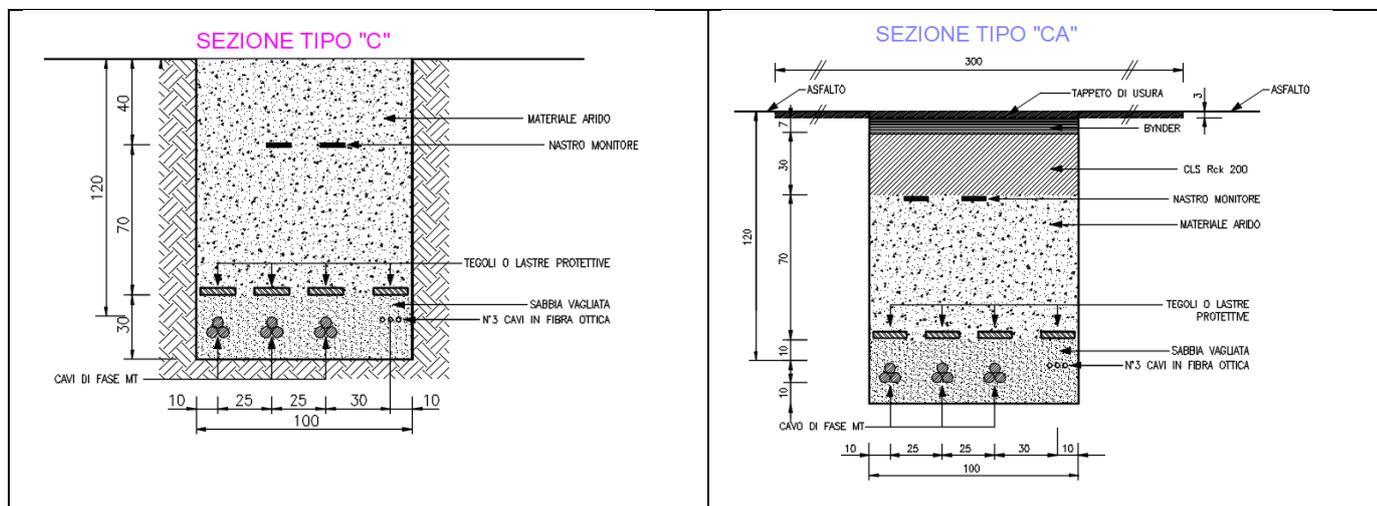


**Figura 3:** *Tipici di posa cavi MT con n°1 linea*

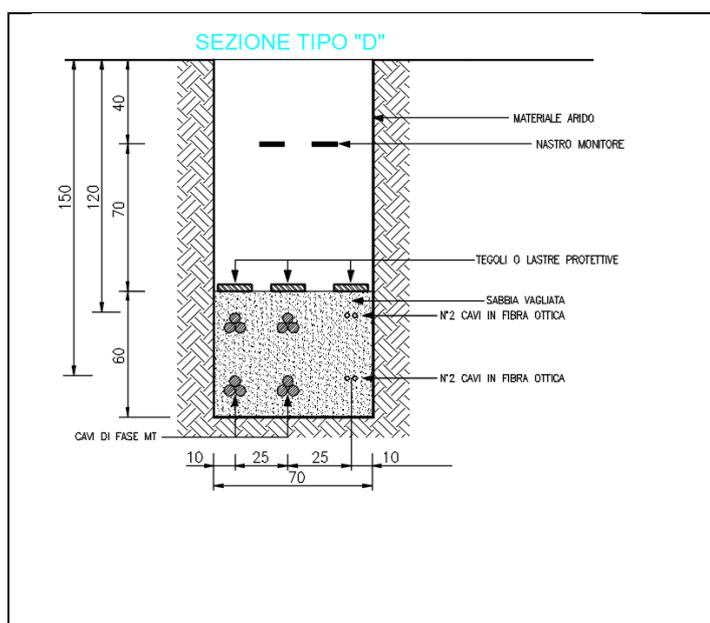


035.21.01.R.03	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>15</b>	<b>34</b>

**Figura 4:** Tipici di posa cavi MT con n°2 linee

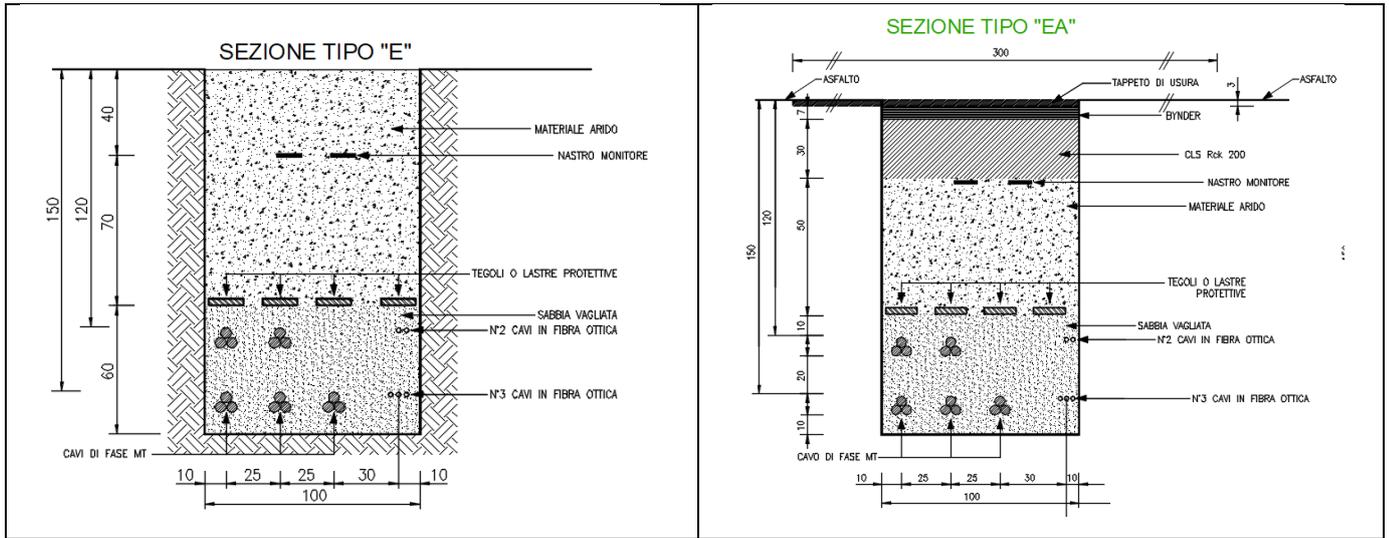


**Figura 5:** Tipici di posa cavi MT con n°3 linee



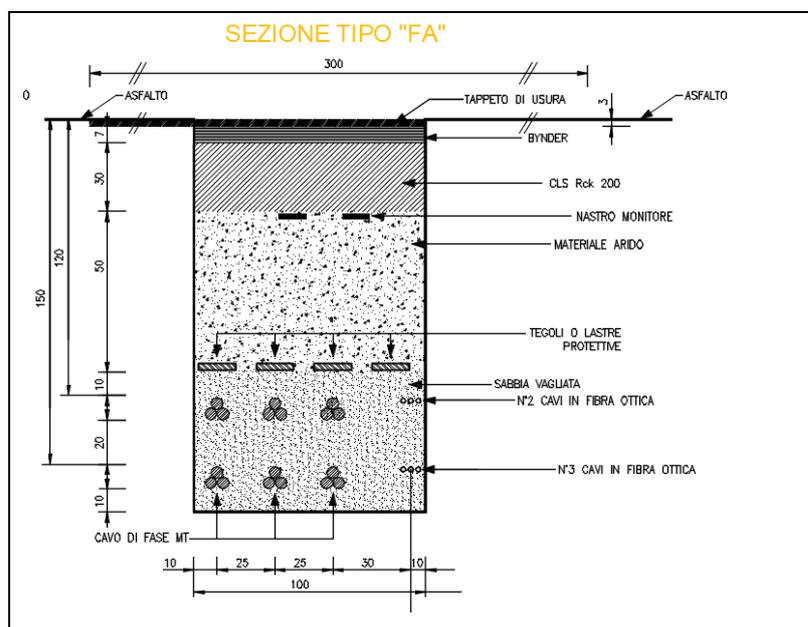
**Figura 6:** Tipici di posa cavi MT con n°4 linee

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>16</b>	<b>34</b>

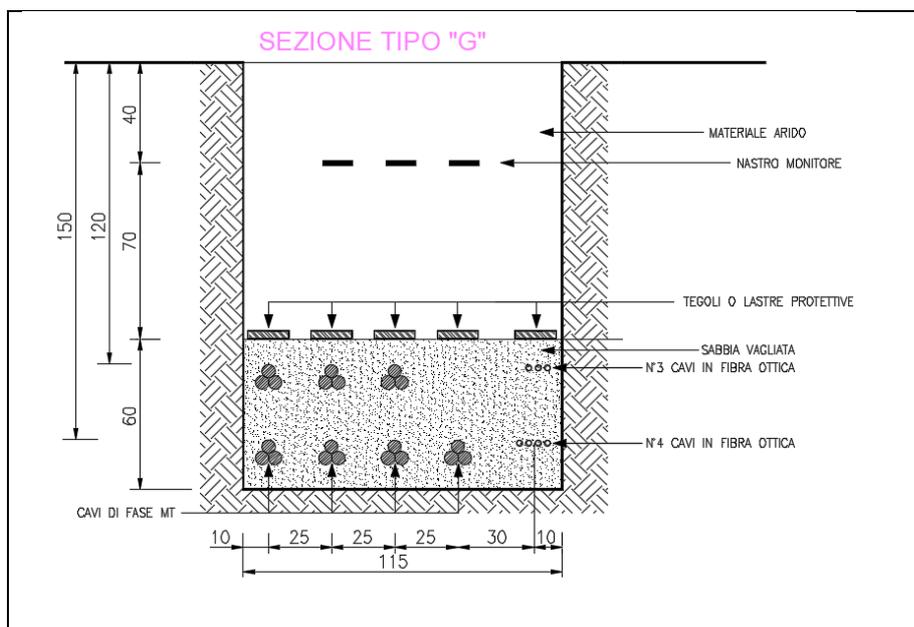


**Figura 7:** Tipici di posa cavi MT con n°5 linee

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>17</b>	<b>34</b>



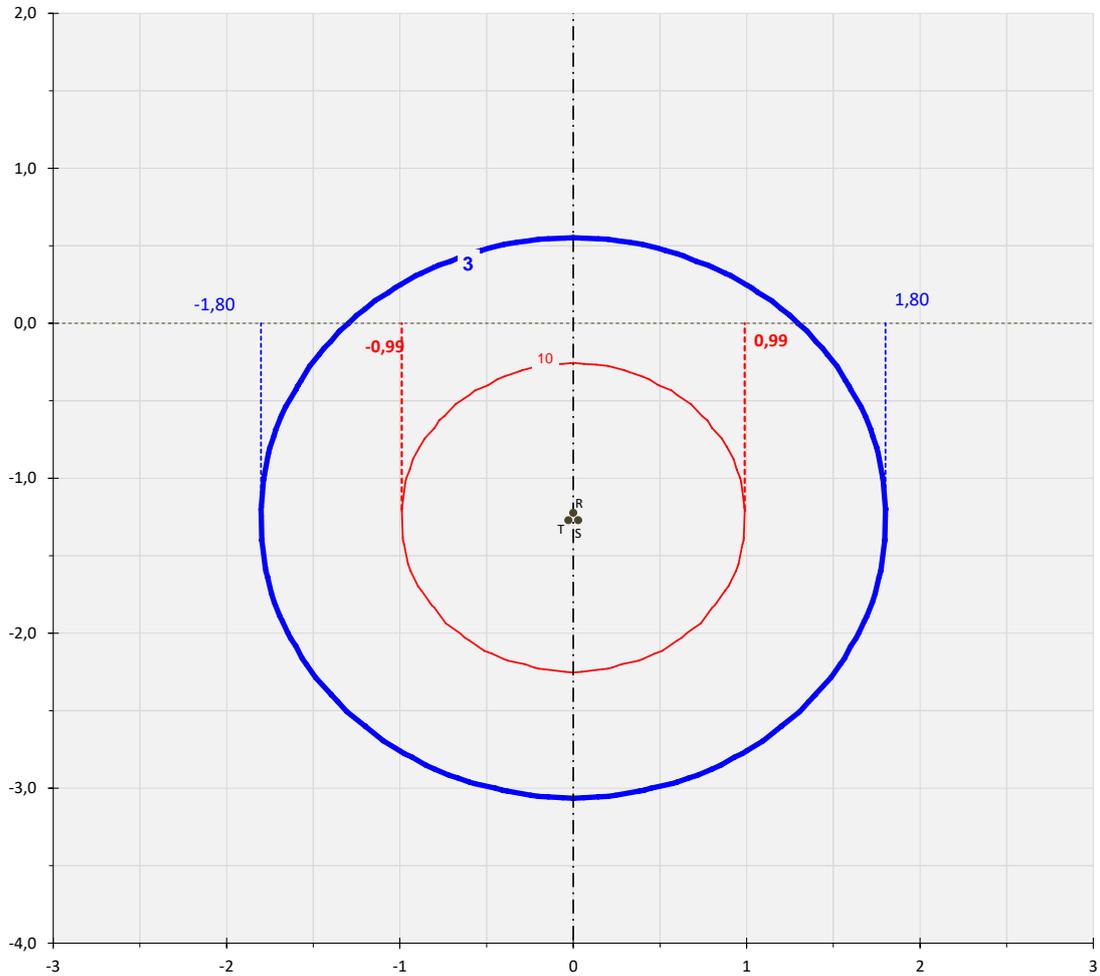
**Figura 8:** *Tipici di posa cavi MT con n°6 linee*



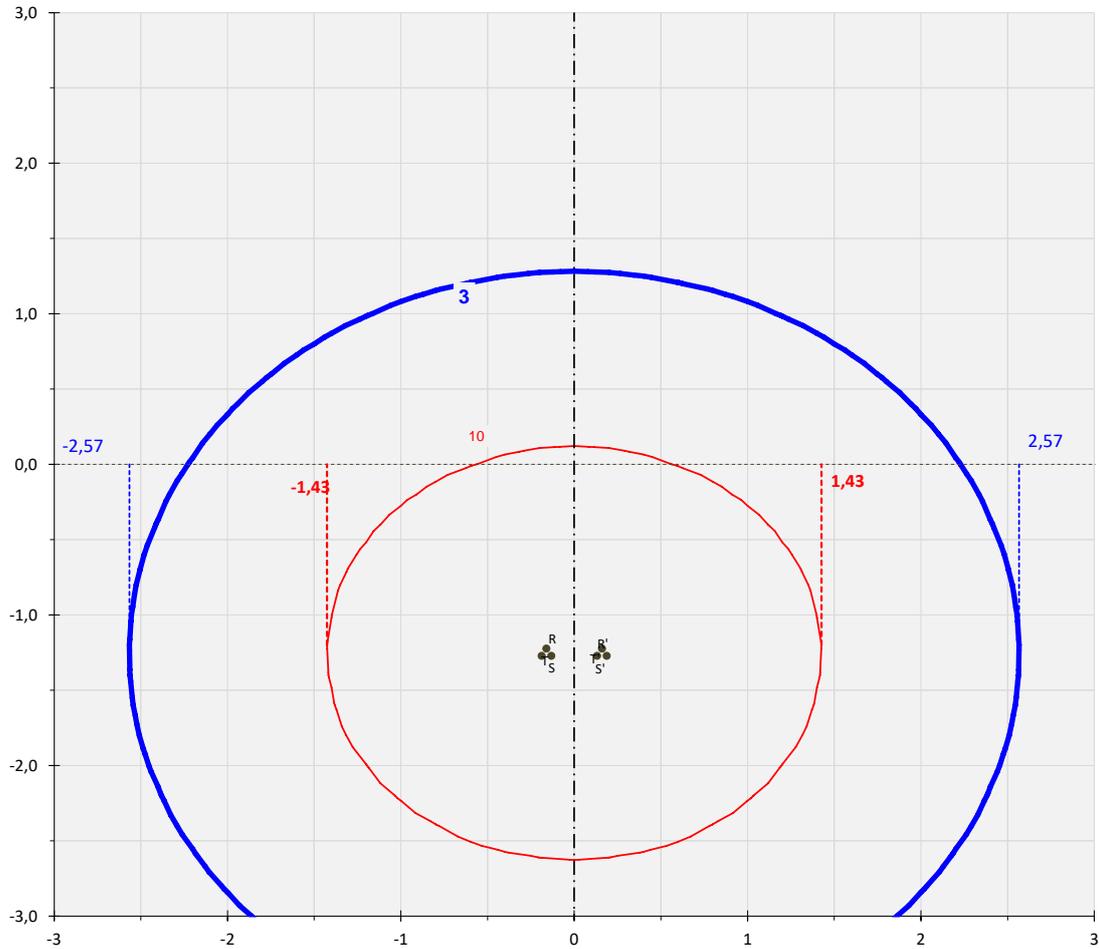
**Figura 9:** *Tipici di posa cavi MT con n°7 linee*

Il calcolo delle DPA, eseguito per le tipologie di posa sopra riportate, ha fornito i risultati illustrati nelle seguenti figure.

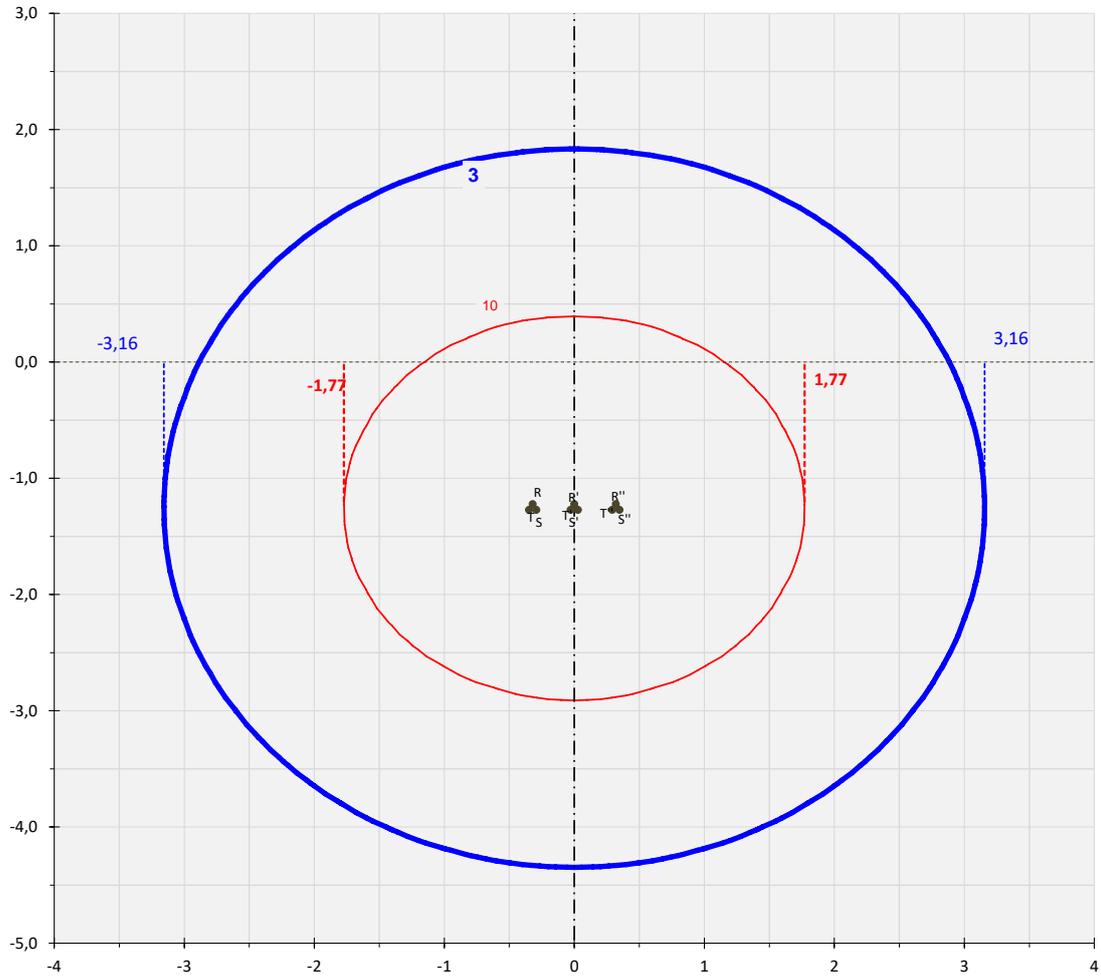
<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>18</b>	<b>34</b>



**Figura 10:** *Curve equilivello dell'induzione magnetica per la tipologia di posa con n°1 linea*

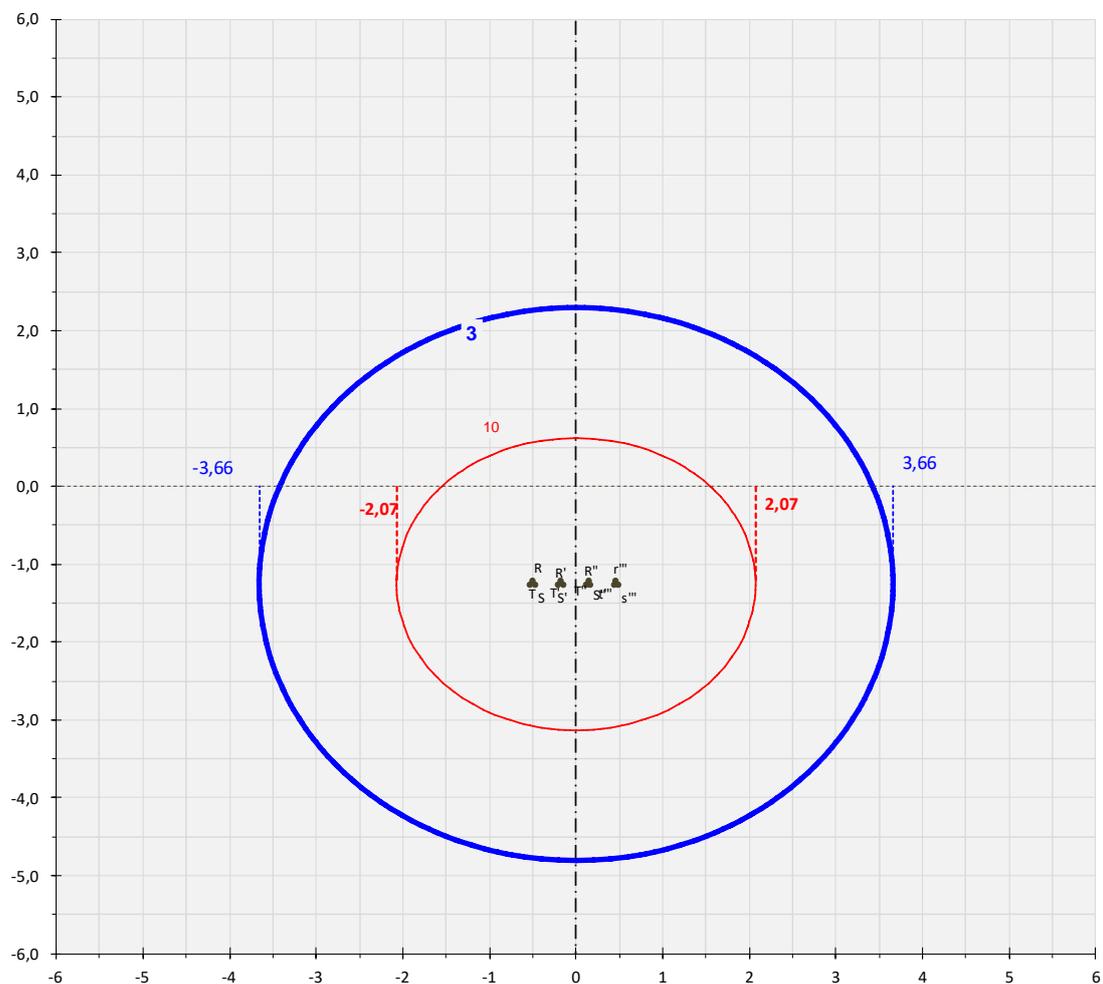


**Figura 11:** *Curve equilivello dell'induzione magnetica per la tipologia di posa con n°2 linee*

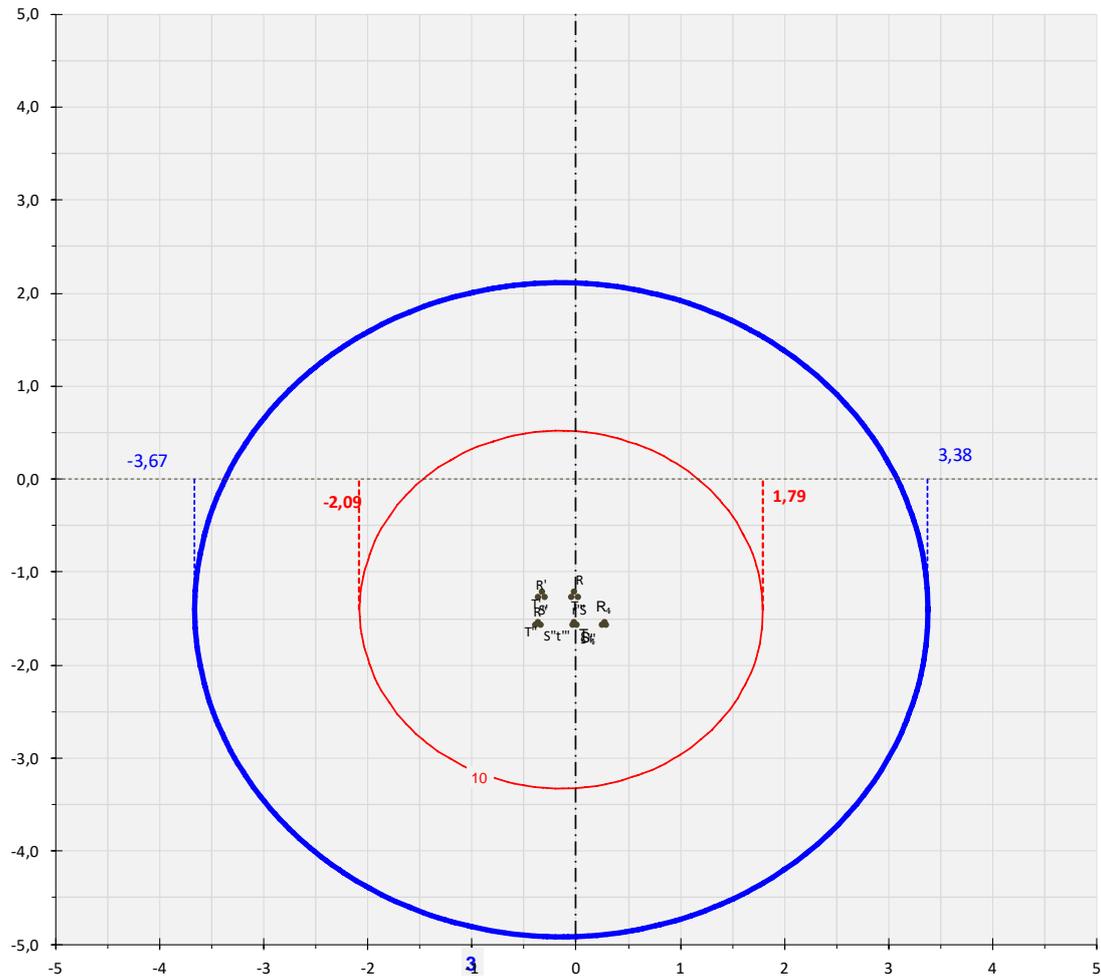


**Figura 12:** *Curve equilivello dell'induzione magnetica per la tipologia di posa con n°3 linee*

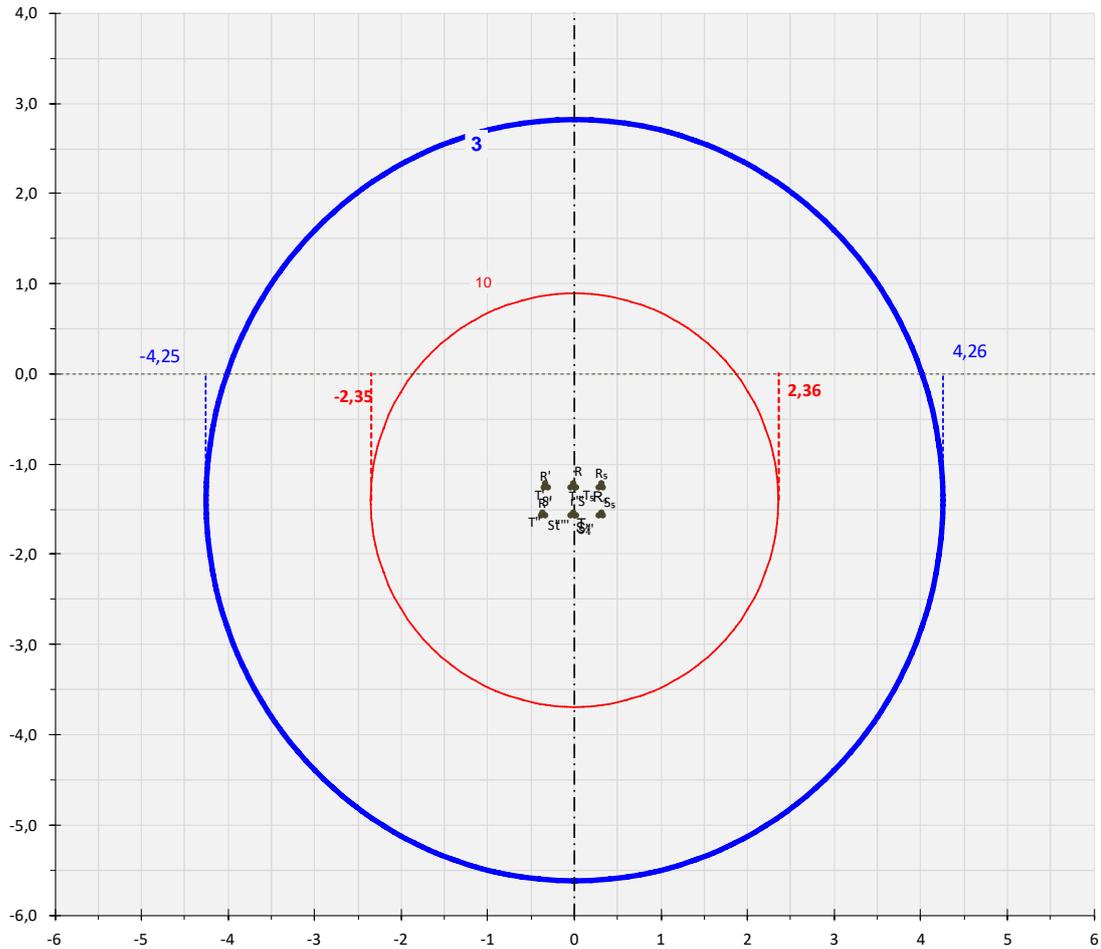
<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>21</b>	<b>34</b>



**Figura 13:** *Curve equilivello dell'induzione magnetica per la tipologia di posa con n°4 linee*

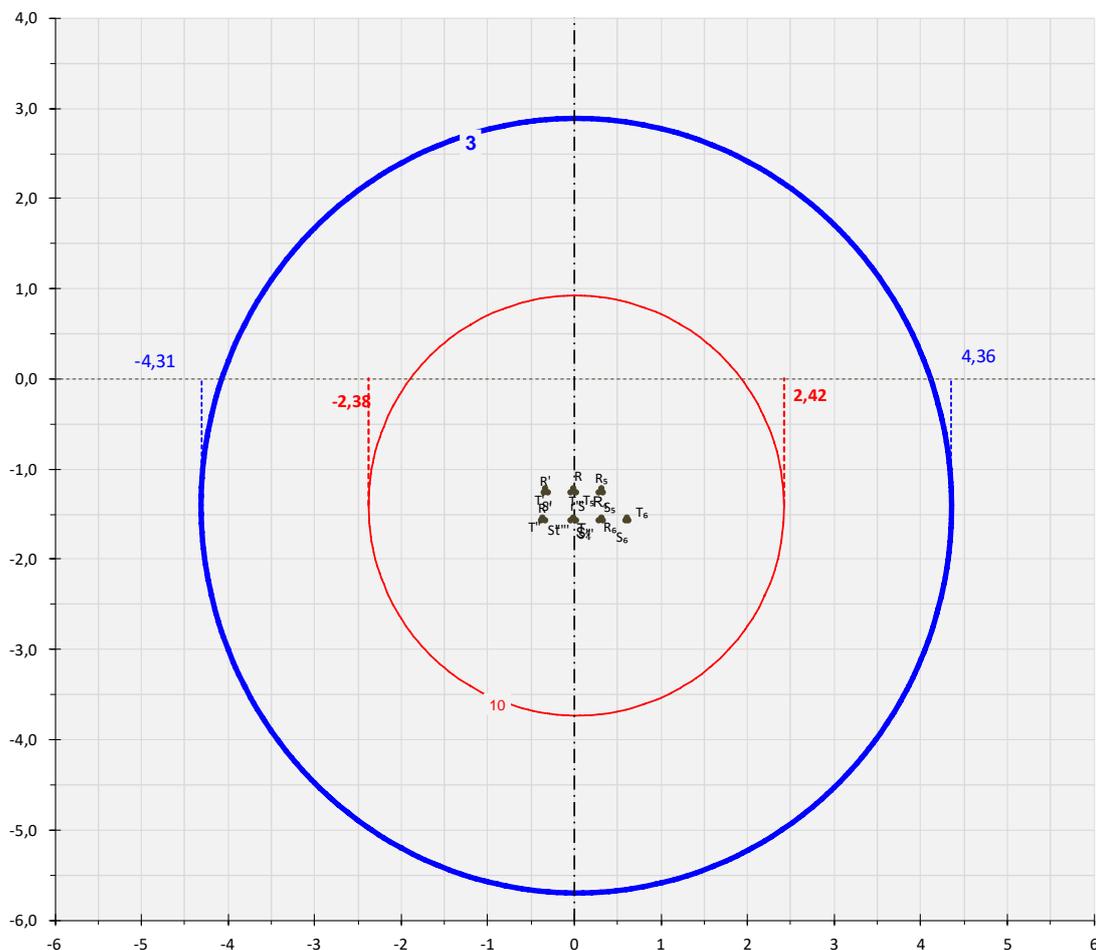


**Figura 14:** *Curve equilivello dell'induzione magnetica per la tipologia di posa con n°5 linee*



**Figura 15:** *Curve equilivello dell'induzione magnetica per la tipologia di posa con n°6 linee*

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>24</b>	<b>34</b>



**Figura 16:** *Curve equilivello dell’induzione magnetica per la tipologia di posa con n°7 linee*

Le DPA sono le seguenti:

cavidotto con n°1 linea: **2 m**

cavidotto con n°2 linee: **3 m**

cavidotto con n°3 linee: **4 m**

cavidotto con n°4 linee: **4 m**

cavidotto con n°5 linee: **4 m**

cavidotto con n°6 linee: **5 m**

cavidotto con n°7 linee: **5 m**

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>25</b>	<b>34</b>

#### 5.1.4 Cabine elettriche di trasformazione

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto sono da considerare le cabine elettriche di trasformazione, all'interno delle quali, la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/MT.

In questo caso si valutano le emissioni dovute ai trasformatori di potenza da 6000 kVA collocati nelle cabine di campo.

La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

In base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto.

Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica quanto esposto nel citato cap.5.2.1 e cioè:

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

dove:

DPA= distanza di prima approssimazione (m)

I= corrente nominale (A)

x= diametro dei cavi (m)

Partendo dalla potenza nominale di 6 MVA si ottiene una corrente lato BT di valore I=4330 A; considerando e che il cavo scelto sul lato BT del trasformatore ha una sezione della singola frusta di 240 mm<sup>2</sup>, con diametro esterno pari a circa 29,2mm, si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a **5 m**.

D'altra parte, nel caso in questione la cabina è posizionata all'aperto all'interno dell'area di impianto e normalmente non è presidiata.

#### 5.1.5 Altri cavi

Altri campi elettromagnetici dovuti al monitoraggio e alla trasmissione dati possono essere trascurati, essendo le linee dati realizzate normalmente in cavo schermato.

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>26</b>	<b>34</b>



## 5.2 CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE

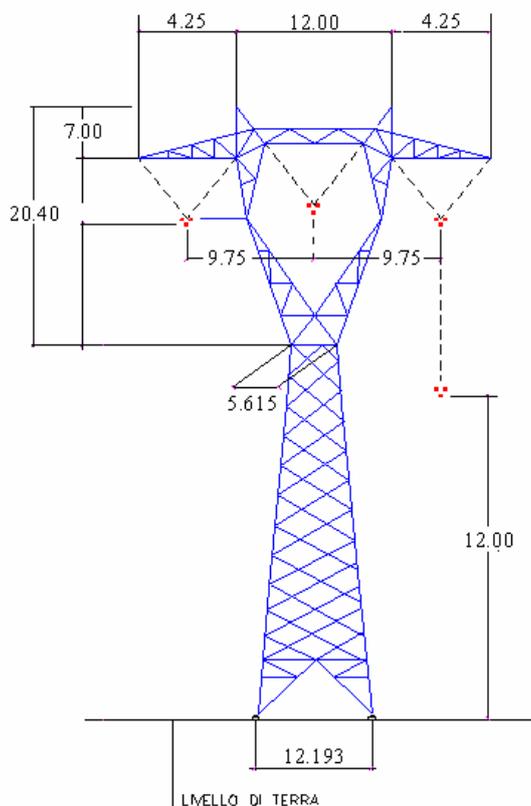
### 5.2.1 Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

La stazione di utenza è collegata alla stazione di rete 150/380 kV "Vizzini" mediante linea trifase in cavo aereo a 380 kV, della lunghezza di circa 9,5 km, costituita da costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm<sup>2</sup> composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm. Nelle campate comprese tra i sostegni capolinea ed i portali della stazione elettrica ciascuna fase sarà costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato). I conduttori di energia saranno in corda di alluminio di sezione complessiva di 999.70 mmq, composti da n. 91 fili di alluminio del diametro di 3.74 mm, con un diametro complessivo di 41.1 mm.

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza, come riportato nei grafici seguenti.

A titolo di esempio si riporta l'andamento dell'induzione magnetica lungo il tracciato generata da una linea a 380 kV, considerando un sostegno di tipo N a semplice terna con disposizione dei conduttori in piano e fasi ottimizzate.

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>27</b>	<b>34</b>



Le condizioni di carico che sono presentate sono quelle della norma CEI 11-60, per la zona A e la zona B nel periodo freddo e nel periodo caldo, come indicato nella seguente tabella

TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE (A) DEL CONDUTTORE SECONDO CEI 11-60			
	ZONA A		ZONA B	
	PERIODO C	PERIODO F	PERIODO C	PERIODO F
380 kV	740	985	680	770

Come si nota le condizioni utilizzate per i calcoli sono conservative rispetto al valore di corrente di normale utilizzo.

Per il calcolo è stato utilizzato un programma apposito sviluppato in conformità alla norma CEI 211-4; i calcoli dei campi elettrico e magnetico sono stati eseguiti secondo quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

I valori esposti si intendono calcolati ad una distanza di 1 metro dal suolo.

Per il calcolo delle intensità dei campi elettrico e magnetico si è considerata un'altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11.5 m, corrispondente cioè all'approssimazione per



E N E R G Y  
E N V I R O N M E N T  
E N G I N E E R I N G

**Impianto Fotovoltaico “Vizzini” da 238.8 MWp**  
**Relazione impatto elettromagnetico**

OGGETTO / SUBJECT

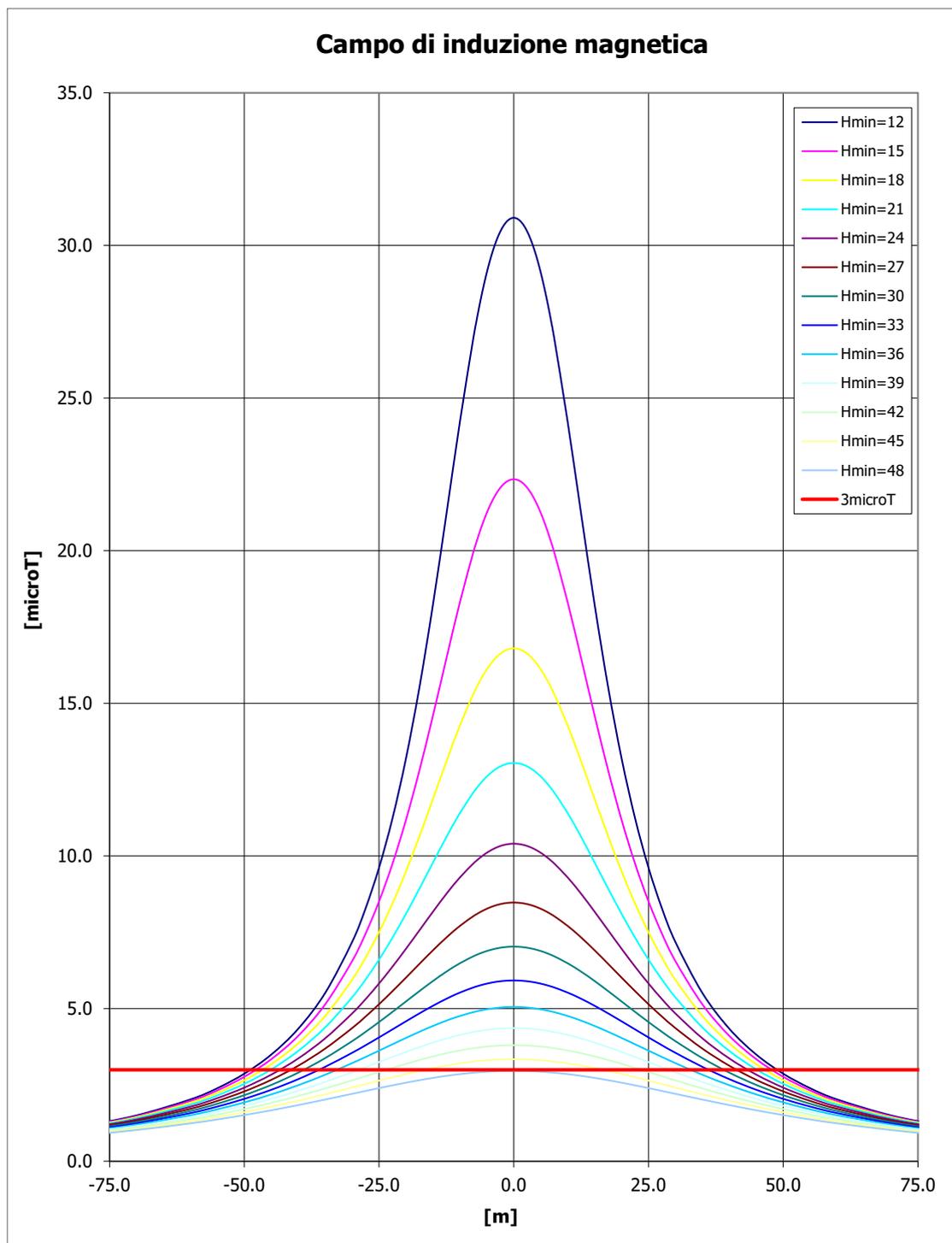


**PV ITALY 009 S.R.L.**

CLIENTE / CUSTOMER

eccesso del valore indicato dal D.M. 1991 per le aree ove è prevista la presenza prolungata di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori sono ancorati ai sostegni, come da disegno schematico riportato nella figura precedente. Tra due sostegni consecutivi il conduttore si dispone secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa. Anche per tale ragione l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>29</b>	<b>34</b>

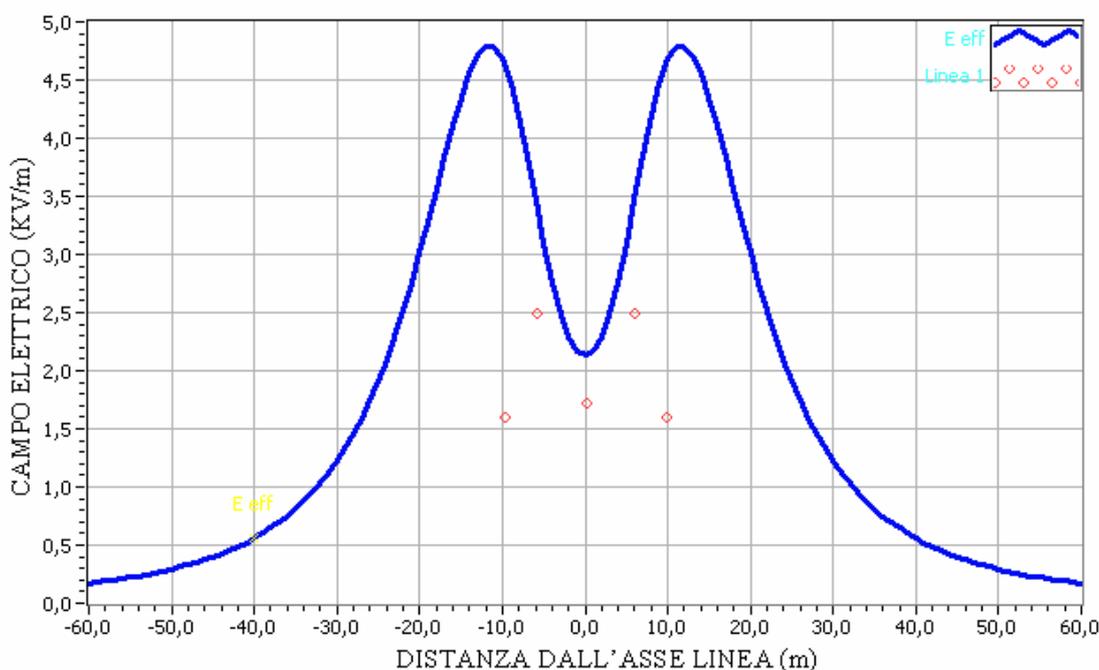


**Figura 17: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea aerea AT calcolata ad 1m dal suolo**

Come si vede dal grafico nei casi di carico previsti dalla norma CEI 11-60 si raggiunge l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T intorno ai 50 metri dall'asse linea.

Dalle valutazioni su esposte, considerate le distanze delle abitazioni e dei luoghi destinati a permanenza prolungata della popolazione dell’elettrodotto in progetto, si dimostra ovunque il rispetto con margine dei limiti di esposizione stabiliti dalla normativa vigente.

Di seguito è riportato il calcolo del campo elettrico generato dalla linea 380 kV semplice terna presa in considerazione:



**Figura 18: Andamento del campo elettrico prodotto dalla linea aerea AT**

Come si vede i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa.

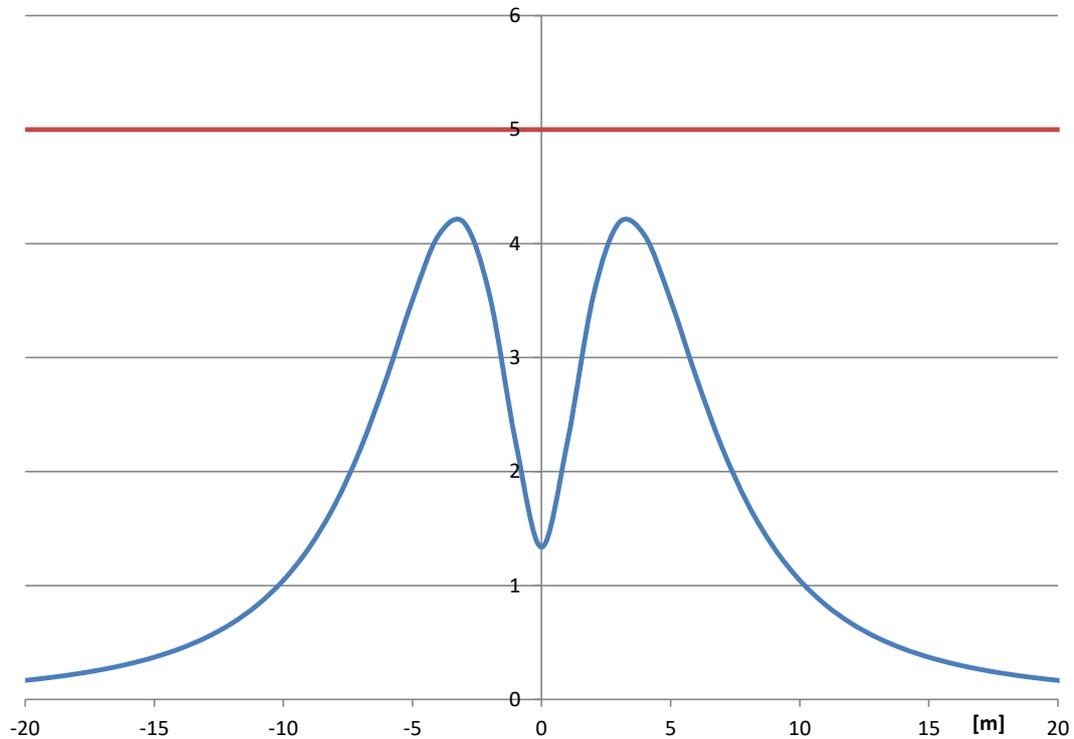
### 5.2.2 Stazione elettrica d’utenza

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 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 380 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 20 m di distanza da queste ultime.



**Campo Elettrico [kV/m]**



**Figura 19: Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre**

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle vie 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  $\mu\text{T}$  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.

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>32</b>	<b>34</b>

### 5.3 Analisi dei risultati ottenuti

Come mostrato nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di 3  $\mu$ T, sia in corrispondenza delle cabine di trasformazione che in corrispondenza dei cavidotti MT esterni, della stazione di utenza e dell'elettrodotto aereo AT; d'altra parte è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritto intorno alle opere suddette, gran parte delle quali si trovano all'interno dell'area di impianto. Per l'elettrodotto aereo AT la relativa DPA ha una ampiezza di circa 50 m per lato dalla mezzeria dell'elettrodotto.

Trattandosi di un elettrodotto che si sviluppa in territori scarsissimamente antropizzati, si può certamente escludere la presenza continuativa di recettori sensibili entro le predette fasce, venendo quindi soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003.

La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per le aree attorno alle cabine di trasformazione, oltre che nelle immediate vicinanze della stazione di utenza AT/MT.

Infatti, per la stazione d'utenza, ad eccezione degli ingressi e delle uscite linea, a circa 22 m della recinzione della stazione i valori di campo magnetico sono inferiori ai limiti di legge.

<b>035.21.01.R.03</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>33</b>	<b>34</b>



## 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 380 kV esso diventa inferiore a 5 kV/m già a pochi metri dalla linea parti in tensione.

Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni 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, in tutti i tratti interni realizzati prevalentemente 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 ciò che riguarda le cabine di trasformazione l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore BT/MT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29.05.2008, l'obiettivo di qualità si raggiunge già a circa 5 m (DPA) dalla cabina stessa. Per la stazione di trasformazione, i valori di campo sono sicuramente inferiori ai valori limite di legge ad una distanza di circa 22 m dalla recinzione. Comunque, considerando che nelle cabine di trasformazione non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.

035.21.01.R.03	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Dicembre 2022</b>	<b>34</b>	<b>34</b>