

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG AMBIENTALE SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 14,55MWp - COMUNE DI CODIGORO (FE)

## Proponente

**EG AMBIENTALE S.R.L.**

VIA DEI PELLEGRINI 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 11616330962 - PEC: egambientale@pec.it



## Progettazione

**Ing. Matteo Bono**

Via per Rovato, 29/C - 25030 Erbusco (BS)

tel.: 030/5281283 - e-mail: m.bono@solareng.it - PEC: solareng@pec.solareng.it

## Collaboratori

**Ing. Marco Passeri**

Via per Rovato, 29/C - 25030 Erbusco (BS)

tel.: 030/5281283 - e-mail: m.passeri@solareng.it - PEC: solareng@pec.solareng.it

## Coordinamento progettuale

**SOLAR ENGINEERING S.R.L.**

VIA ILARIA ALPI, 4 - 46100 MANTOVA (MN) - P.IVA: 02645550209 - email: solareng@pec.solareng.it

## Titolo Elaborato

**VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA**

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
DEFINITIVO	-	-	-	20/07/2021	-

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	20/07/2021		MB	MB	EG



**COMUNE DI CODIGORO (FE)**  
**REGIONE EMILIA ROMAGNA**



# VALUTAZIONE ESPOSIZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

---

# Indice

1. OGGETTO .....	2
2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO.....	2
3. LIMITI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.....	3
4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF) .....	4
5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO .....	5
6. CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO .....	6
6.1. CAMPO FOTOVOLTAICO .....	6
6.2. CONTAINER TECNICO (INVERTER, TRAFO BT/MT) .....	6
6.3. ELETTRDOTTO MT TRA CABINA DI TRASFORMAZIONE E CABINA ELETTRICA MT.....	9
6.4. CABINA ELETTRICA MT .....	11
6.5. ELETTRDOTTO INTERRATO Mt DA CABINA DI CONSEGNA MT VERSO STAZIONE DI UTENZA CABINA PRIMARIA .....	12
7. CONCLUSIONI .....	14

## 1. OGGETTO

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaico) di potenza di picco pari a 14,55 MWp da realizzarsi nel Comune di Codigoro (FE) in via XXV Aprile/SP53, sn.

I componenti/apparecchi elettrici oggetto del presente studio, in quanto sorgenti di campo magnetico a bassa frequenza (ELF) sono:

- Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
- Cabine inverter e di trasformazione bt/MT;
- Elettrodotti interrati di media tensione (MT) tra cabina di trasformazione e cabina elettrica MT;
- Cabina elettrica MT;
- Elettrodotto interrato MT da cabina elettrica MT verso stazione di utenza cabina primaria.

Dal punto di vista fisico le onde elettromagnetiche sono un fenomeno 'unitario', cioè i campi e gli effetti che producono si basano su principi del tutto uguali; la grandezza che li caratterizza è la frequenza.

In base ad essa è di particolare rilevanza, per i diversi effetti biologici che ne derivano e quindi per la tutela della salute, la suddivisione in:

- radiazioni ionizzanti, ossia le onde con frequenza altissima, superiore a 3 milioni di GHz, e dotate di energia sufficiente per ionizzare la materia;
- radiazioni non ionizzanti (NIR), ovvero le onde con frequenza inferiore a 3 milioni di GHz, che non trasportano un quantitativo di energia sufficiente a ionizzare la materia.

All'interno delle radiazioni non ionizzanti si adotta una ulteriore distinzione in base alla frequenza di emissione:

- ❖ campi elettromagnetici a bassa frequenza o ELF: (0 - 300 Hz), le cui sorgenti più comuni comprendono ad esempio gli elettrodotti e le cabine di trasformazione, gli elettrodomestici, i computer;

campi elettromagnetici ad alta frequenza o a radiofrequenza RF: (300 Hz - 300 GHz), le cui sorgenti principali sono i radar, gli impianti di telecomunicazione, i telefoni cellulari e le loro stazioni radio base.

## 2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

Le norme costituenti il quadro normativo vigente in materia di inquinamento elettromagnetico derivante da impianti di trasmissione, trasformazione e distribuzione di energia elettrica a frequenza industriale (50 Hz) sono:

- Legge 22 febbraio 2001, n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 08.07.2003 “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”;
- Decreto ministeriale 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.

Trovano inoltre applicazione ai fini della presente valutazione le seguenti norme tecniche:

- 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 (2006-02)”;
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche (2008-09)”;
- CEI 211-6 Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana (2001-01);
- ENEL DISTRIBUZIONE “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.

### 3. LIMITI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Ai fini della protezione della popolazione dall’esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l’obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all’esposizione nelle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Nel dettaglio, si riportano le seguenti tabelle con le definizioni ed i limiti di esposizione per basse frequenze:

<b>Limite di esposizione</b>	Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione
<b>Limite di attenzione</b>	Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata
<b>Obiettivi di qualità</b>	Limite da rispettare per installazioni future

<b>DPCM 8 luglio 2003 – Basse frequenza (&lt; 100 kHz)</b>		
	<b>Campo elettrico</b>	<b>Induzione magnetica</b>
Limite di esposizione	5000 V/m	100 $\mu$ T
Valore di attenzione (media 24 h)		10 $\mu$ T
Obiettivi di qualità (media 24 h)		3 $\mu$ T

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione (par. 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008) con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T del campo magnetico.

Le definizioni di DPA e Fascia di rispetto sono, infatti, così definite:

- Distanza di prima approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto; e per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra;

Fascia di rispetto: spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T).

## 4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF)

Le basse frequenze, o ELF (Extremely Low Frequency), consistono in campi elettrici e magnetici di che si formano in corrispondenza di elettrodotti (a bassa, media ed alta tensione), e di tutti i dispositivi domestici alimentati a corrente elettrica, di intensità decisamente inferiore, quali elettrodomestici, videotermini, etc.

Gli altri componenti del sistema di trasmissione e distribuzione che sono diffusi sul territorio, cioè le stazioni e le cabine, non sono in pratica delle importanti sorgenti di campo elettrico dal punto di vista dell'esposizione della popolazione.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche aeree in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori

della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca).

Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Si distinguono due principali tipologie di sorgenti in base alle diverse caratteristiche del campo emesso:

- quelle deputate al trasporto e distribuzione dell'energia elettrica;
- quelle degli apparecchi che utilizzano energia elettrica.

Nella situazione in esame si tratta di elettrodotti cioè sorgenti di campo elettromagnetico a frequenza industriale (50 – 60 Hz). Per elettrodotto si intende l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Le cabine di trasformazione rappresentano un problema molto minore dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico, poiché a pochi metri di distanza i campi elettrici e magnetici sono già trascurabili.

Le linee elettriche portano energia elettrica dai centri di produzione agli utilizzatori (industrie, abitazioni, etc.) mentre le cabine di trasformazione trasformano la corrente prodotta dalle centrali in tensioni più basse per l'utilizzazione nelle applicazioni pratiche.

Le tensioni di esercizio delle linee elettriche in Italia si distinguono in 15 kV e 20 kV per la media tensione, 132, 220 e 380 kV per l'alta tensione.

## 5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il generatore fotovoltaico in progetto sarà composto da moduli fotovoltaici al silicio monocristallino, collegati in serie tra loro formando un certo numero di stringhe.

Le stringhe di ciascuna porzione di impianto vengono raccolte, in parallelo, dai rispettivi quadri stringa (string-box) e condotte verso gli inverter (convertitori di tensione da continua ad alternata a 600 V). Gli inverter risultano posti all'interno di cabinati tecnici (container) che ospitano il quadro BT di parallelo, il trasformatore in olio bt/MT (0,6/30 kV) da 3500 kVA ed il quadro MT (quadro di partenza).

In uscita da ciascun cabinato, diparte una linea interrata in MT (30 kV) che conduce alla cabina elettrica prefabbricata in c.a.v. per la Media Tensione, in cui alloggiano i quadri di arrivo in Media Tensione (di numero pari al numero di cabinati tecnici) atti alla protezione ed al sezionamento della linea MT.

In tale cabina MT, sarà presente anche un trasformatore MT/bt (30/0,4 kV) destinato all'alimentazione degli ausiliari interni all'impianto.

Da tale cabina elettrica MT posta in prossimità del perimetro d'impianto, diparte, quindi l'elettrodotto in cavidotto interrato MT (30 kV) che conduce alla stazione utenza della cabina primaria per la connessione a 132 kV dell'impianto alla Rete Trasmissione Nazionale (linea AT Canneviè-Ca' Tiepolo presso frazione di Pomposa in comune di Codigoro).



Il punto di consegna dell'impianto è, infatti, posto presso la stazione di utenza della cabina primaria, con connessione, previa trasformazione MT/AT (30/132 kV) in AT. Normativa di riferimento

## 6. CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO

Le apparecchiature elettriche presenti in impianto, sorgenti di campo elettromagnetico, sono le seguenti:

- Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
- Cabine inverter e di trasformazione bt/MT (container tecnico);
- Elettrodotti interrati di media tensione (MT) tra cabina di trasformazione e cabina elettrica MT;
- Cabina elettrica MT;
- Elettrodotto interrato MT da cabina elettrica MT verso stazione di utenza cabina primaria.

Di seguito, le analisi ed i calcoli per ciascuna sorgente:

### 6.1. CAMPO FOTOVOLTAICO

Il campo fotovoltaico risulta formato dall'insieme delle stringhe di moduli fotovoltaici, dalle string-box e dai rispettivi cavi elettrici in c.c. (tipo FG21M21 e tipo N1VV-K) che conducono all'ingresso inverter (di stringa o centralizzato).

Considerato che:

- tale sezione di impianto ha un funzionamento in corrente continua (0 Hz);
- nel caso di una buona esecuzione delle opere, i cavi con diversa polarizzazione (+ e -) sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- i cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo (da uscita quadri stringa ad inverter) sono molto distanti dai confini dell'impianto (almeno 30 m)

si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo elettromagnetico.

### 6.2. CONTAINER TECNICO (INVERTER, TRAFI BT/MT)

La Distanza di Prima Approssimazione di ciascuna cabina di trasformazione bt/MT presente nell'impianto è calcolata, essendo simile alle cabine di tipo box, sulla base della metodologia di calcolo semplificato descritta nel DM 29/05/08 (par. 5.2.1) ottenuta applicando la seguente formula:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

- I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];
- x = diametro reale (conduttore+isolante) dei cavi in uscita dal trafo – lato BT [m];



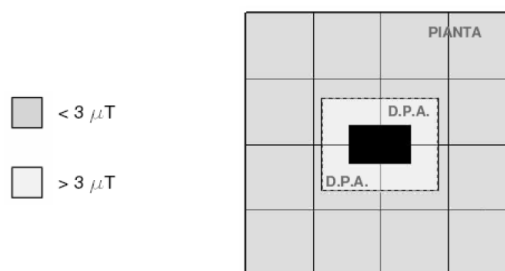
Considerato che la potenza nominale del trasformatore bt/MT installato è di 3.500 kVA, la corrente nominale lato BT (tensione lato BT di 600 V) sarà pari a 3.368 A.

La sezione del cavo BT (tipo FG16R16) prevista è: 8x(3x1x240) mm<sup>2</sup>, ossia 8 cavi per ciascuna fase.

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

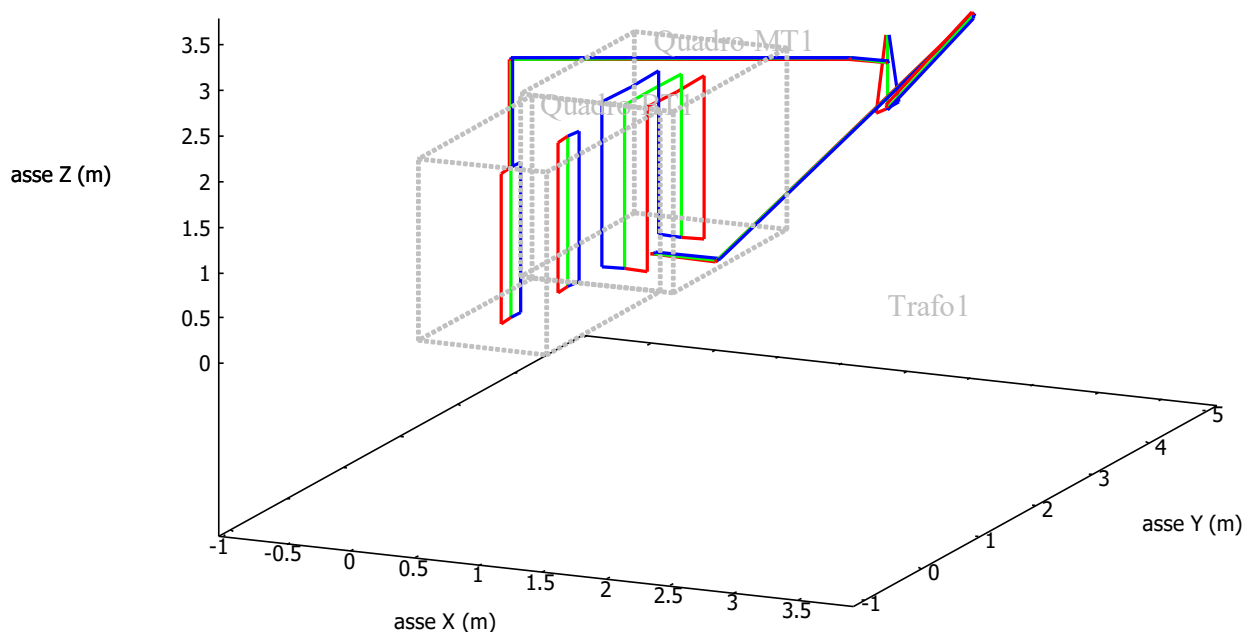
Il cavo unipolare risulta di sezione 240 mm<sup>2</sup>, con un diametro esterno di 31 mm (0,031 m).

Ne consegue una DPA pari a 3,8 m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.

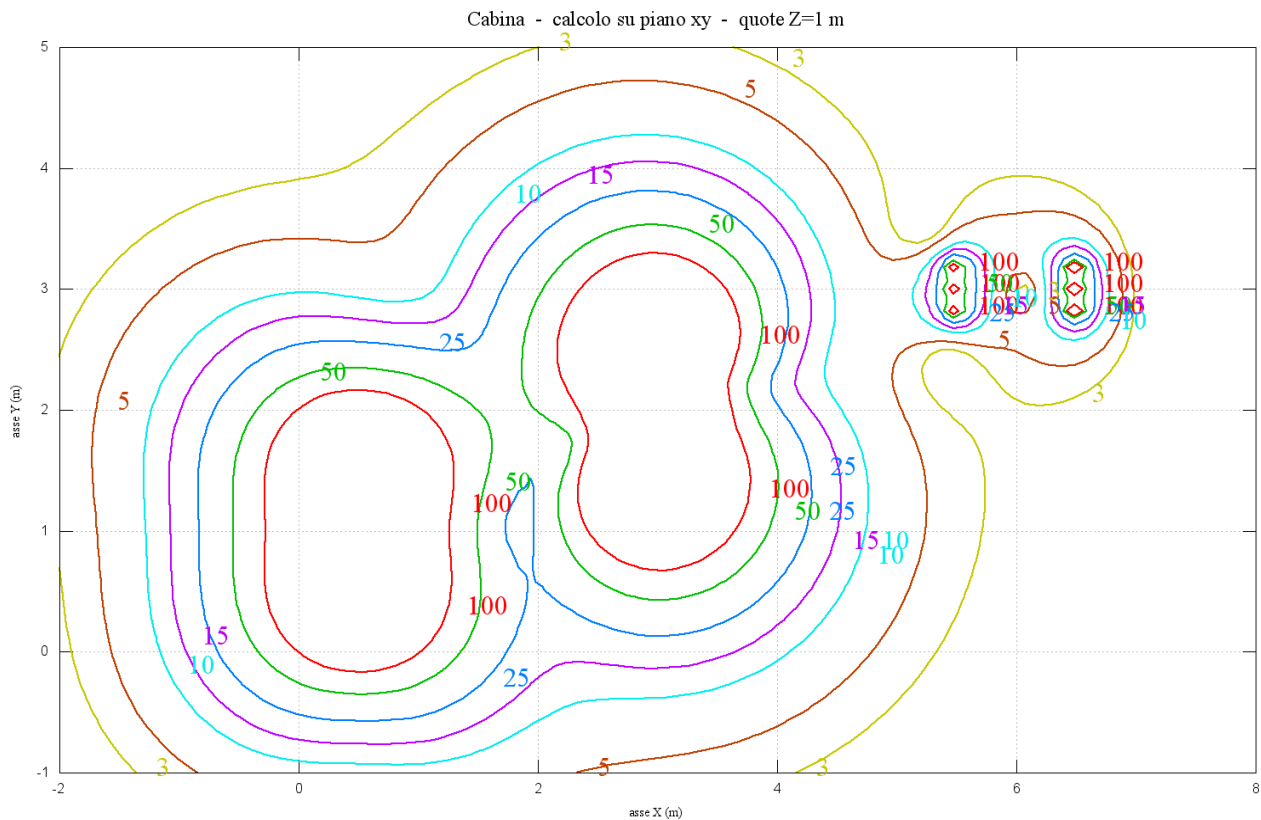


Oltre all'applicazione del metodo semplificato, modellizzando il cabinato mediante il software Magic della società Beshielding, implementando le apparecchiature presenti (quadri MT, trafo bt/MT, quadri bt e cavistica BT e MT di collegamento al trafo) secondo la dislocazione interna prevista, il risultato viene, di seguito, proposto.

Coordinate di riferimento CABINA (spigolo in basso a sx): x: 0 m – y: 0 m – z: 0 m (quota piano campagna).

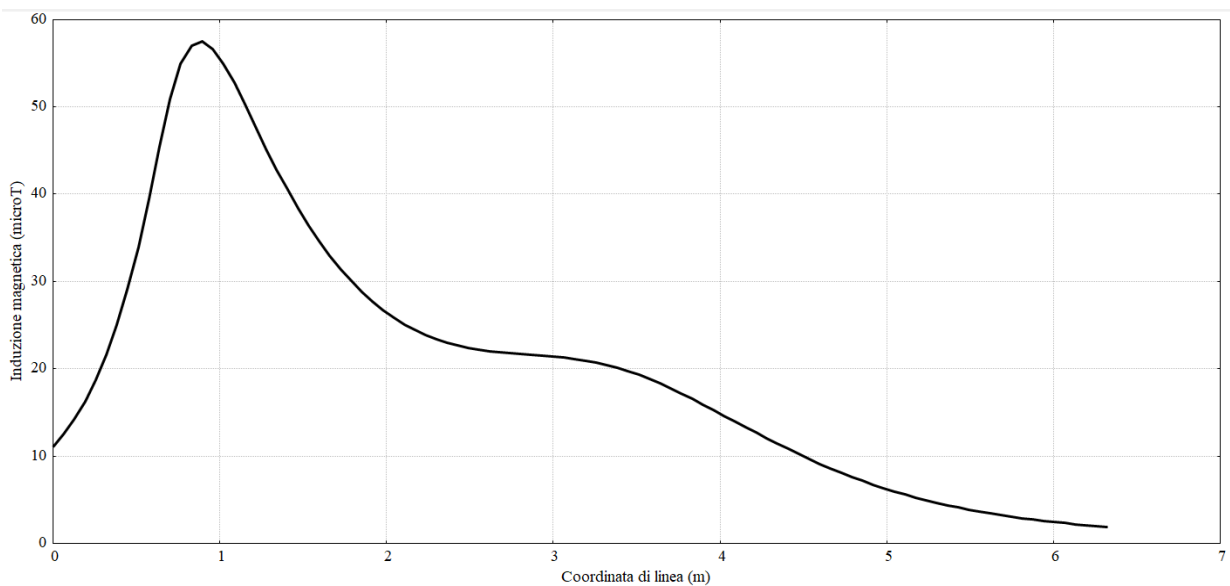


Il grafico delle isolinee riporta i livelli di concentrazione sul piano xy alla quota z: 1 m.



Si nota, come all'esterno del perimetro della cabina (avente lunghezza 6 m da quota x:0 a x: 6 e larghezza 2,5 m da quota y:0 a y: 2,5), i valori di concentrazione decrescono da 50  $\mu\text{T}$  fino a 3  $\mu\text{T}$  nel giro di 2,5-3 m da filo esterno cabina.

I valori di induzione magnetica risultanti sul piano xy ad altezza z: 3,2 m (parte esterna superiore del cabinato) sono indicati nel seguente grafico.



Si specifica, come tali ambienti (cabinati tecnici) sono aree di accesso esclusivo agli operatori tecnici che saltuariamente vi accederanno per limitati periodi temporali (inferiore a 4 h/gg) per esigenze connesse con la manutenzione e la gestione dell'impianto. Inoltre la zona in cui l'induzione magnetica supera il valore di 100  $\mu\text{T}$ , è confinata esclusivamente all'interno del vano trasformatore e dei quadri MT che sono accessibili al personale solo in assenza di tensione.

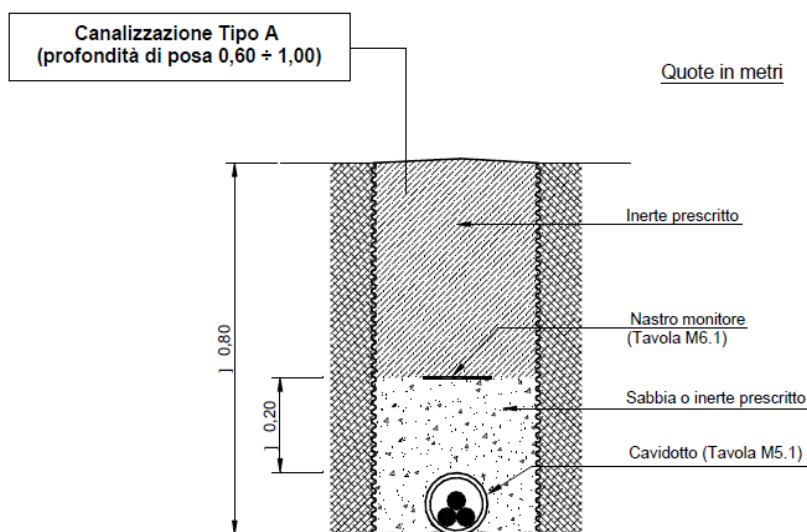
Non vi saranno, né all'interno delle fasce di rispetto individuate, né nelle immediate vicinanze luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno e non vi saranno nelle immediate vicinanze aree accessibili a persone diverse degli addetti professionalmente esposti.

Il perimetro dell'impianto fotovoltaico risulterà infatti dotato di recinzione.

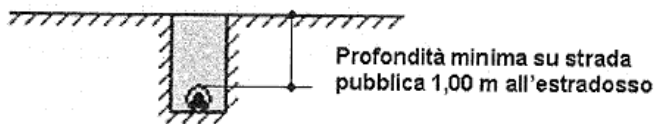
### 6.3. ELETTRODOTTO MT TRA CABINA DI TRASFORMAZIONE E CABINA ELETTRICA MT

Tra ciascuna cabina di trasformazione bt/MT e la cabina elettrica Media Tensione sarà presente un elettrodotto MT (30 kV) interrato in cavo cordato ad elica (tipo ARG7H1R o ARE4H1R 18/30 kV) con sezione  $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$  (portata nominale di 324 A con posa a trifoglio).

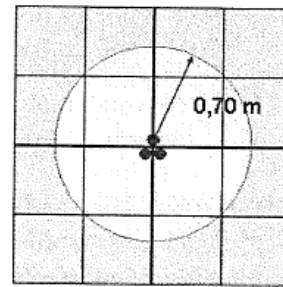
La profondità di interramento, su area agricola, sarà pari ad 1 m dall'estradosso superiore del tubo (canalizzazione di tipo A).



Per tale configurazione, come si evince anche dall'estratto delle Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29/05/08", la fascia di rispetto risulta avere un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n.4498 e s.m.i.



Fascia di rispetto ( $B > 3 \text{ microT}$ )  
Non rappresentabile in quanto di dimensione molto ridotta



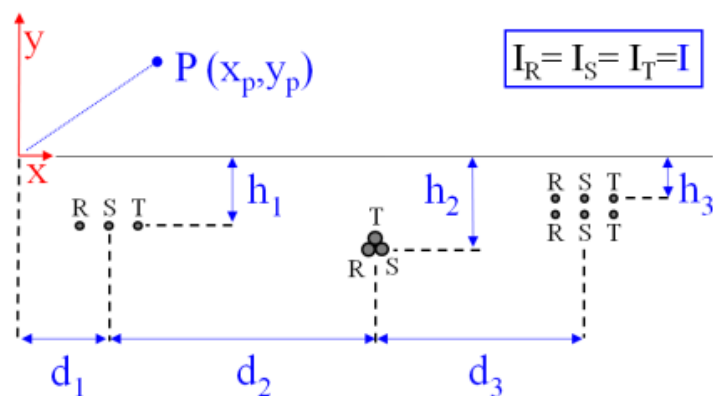
Fascia di rispetto ( $B > 3 \text{ microT}$ ) per cavo interrato MT ad elica visibile (passo d'elica 3 m) – sez. 185 mm<sup>2</sup> – In 324 A

Di seguito, esempio di canalizzazione su intervento simile (terreno agricolo):

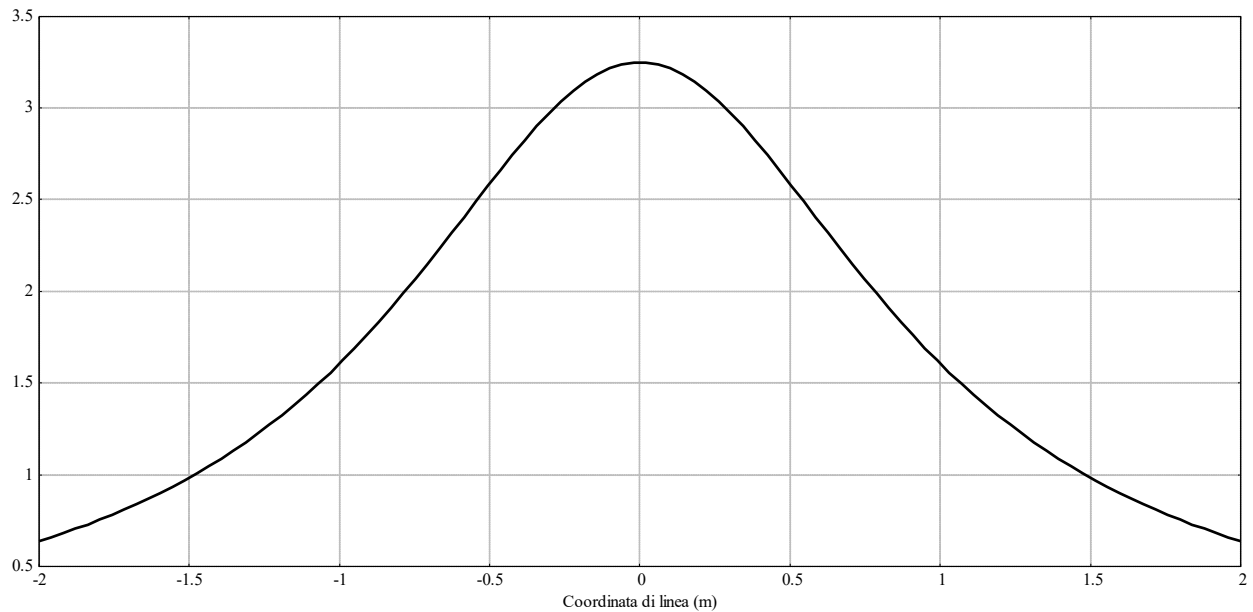


Modellizzando l'elettrodotto MT in cavo interrato mediante il software Magic della società Beshielding, il risultato viene, di seguito, proposto.

- Coordinate di riferimento:  $x: 0 \text{ m} - y: 0 \text{ m}$  (piano campagna).
- Elettrodotto MT: 1 terna a trifoglio con interrimento di 1 m ( $y = -1 \text{ m}$ )



L'andamento dell'induzione magnetica alla quota del piano campagna (0 m), nella fascia compresa tra  $x: -2$  m e  $x: 2$  m, è la seguente:

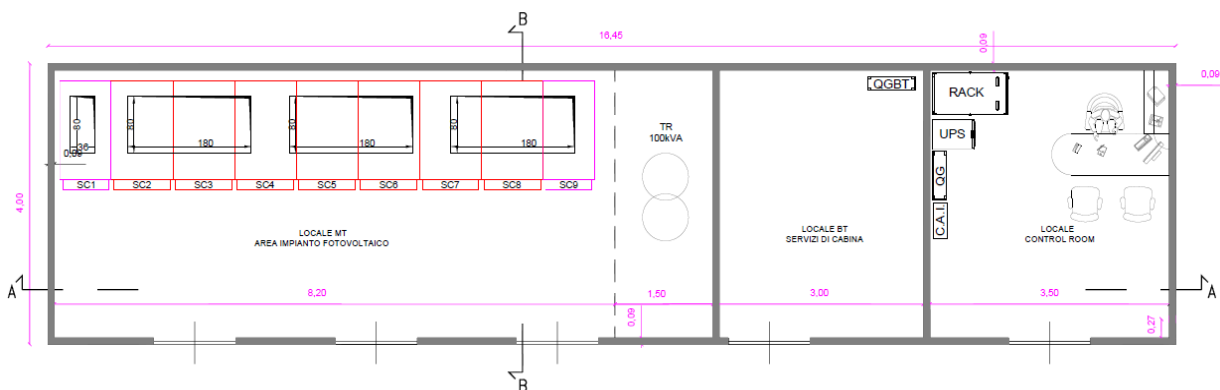


Si denota, come in corrispondenza dell'asse del cavidotto ( $x: 0$  m), il valore si attesta attorno a  $3,2 \mu T$ , per poi decrescere simmetricamente su ambo i lati.

## 6.4. CABINA ELETTRICA MT

La cabina elettrica di media tensione che raccoglie l'energia elettrica proveniente dal campo (da cabine bt/MT) risulta del tipo "a box", realizzata con elementi prefabbricati in c.a.v.

In essa sarà presente, oltre agli scomparti MT, n.1 trasformatore MT/bt (30/04 kV) (potenza nominale 100 kVA) per consentire l'alimentazione dei servizi ausiliari all'impianto (illuminazione, prese, ventilatori, condizionamento, circuito telecamere, allarme, centralina rivelazione fumi).



Applicando la seguente formula:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

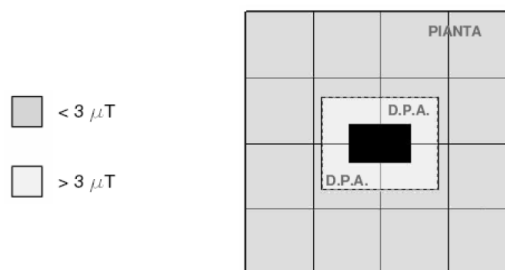
- I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];
- x = diametro reale (conduttore+isolante) dei cavi in uscita dal trafo – lato BT [m];

Considerato che la potenza nominale del trasformatore bt/MT installato è di 100 kVA, la corrente nominale lato BT sarà pari a 144 A.

La sezione del cavo BT (tipo FG16R16) prevista è: (3x1x70) mm<sup>2</sup>.

Il cavo unipolare risulta di sezione 70 mm<sup>2</sup>, con un diametro esterno di 15 mm (0,015 m).

Ne consegue una DPA pari a 0,54 m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.

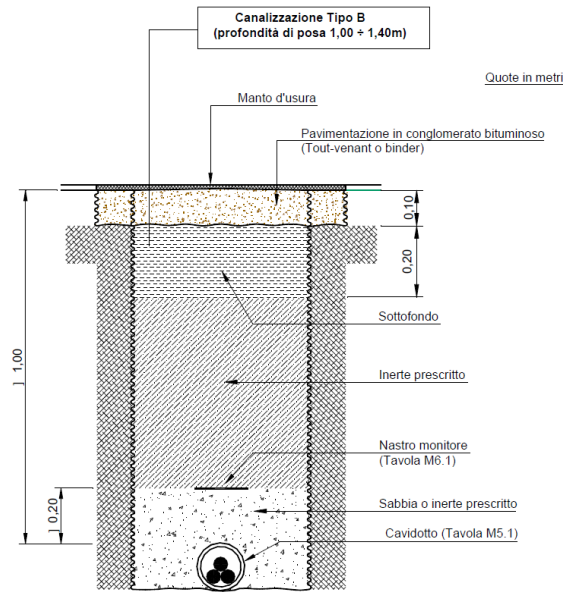


## **6.5. ELETTRDOTTO INTERRATO Mt DA CABINA DI CONSEGNA MT VERSO STAZIONE DI UTENZA CABINA PRIMARIA**

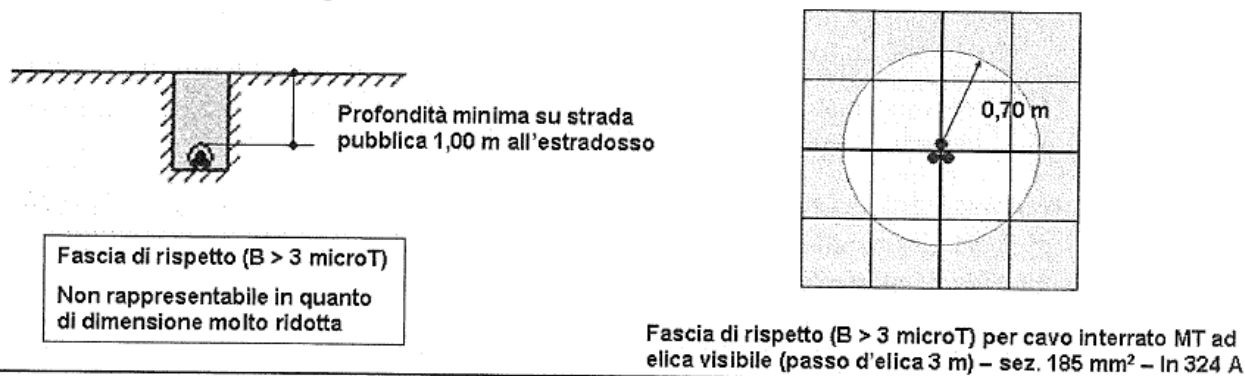
Dalla cabina elettrica Media Tensione presente al perimetro dell'impianto diparte l'elettrodotto MT (30 kV) interrato in cavo cordato ad elica (tipo ARG7H1R o ARE4H1R 18/30 kV) che conduce alla stazione di utenza per la connessione alla rete di 132 kV.

A favore di sicurezza, per contenere la caduta di tensione della linea, si prevede l'adozione di cavo con sezione 3x1x630 mm<sup>2</sup> (portata nominale di 706 A con posa a trifoglio).

Il cavidotto verrà posato su tutta la lunghezza dell'impianto quasi esclusivamente in strada asfaltata pubblica, pertanto, la profondità di interramento sarà pari ad almeno 1 m dall'estradosso superiore del tubo (canalizzazione di tipo B).

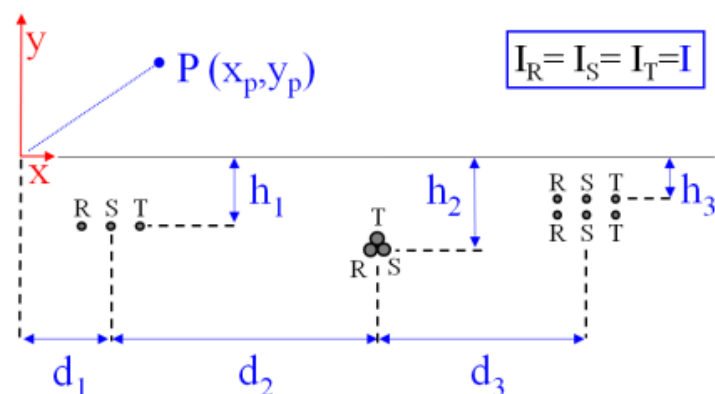


Per tale configurazione, come si evince anche dall'estratto delle Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29/05/08", la fascia di rispetto risulta avere un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n.4498 e s.m.i.



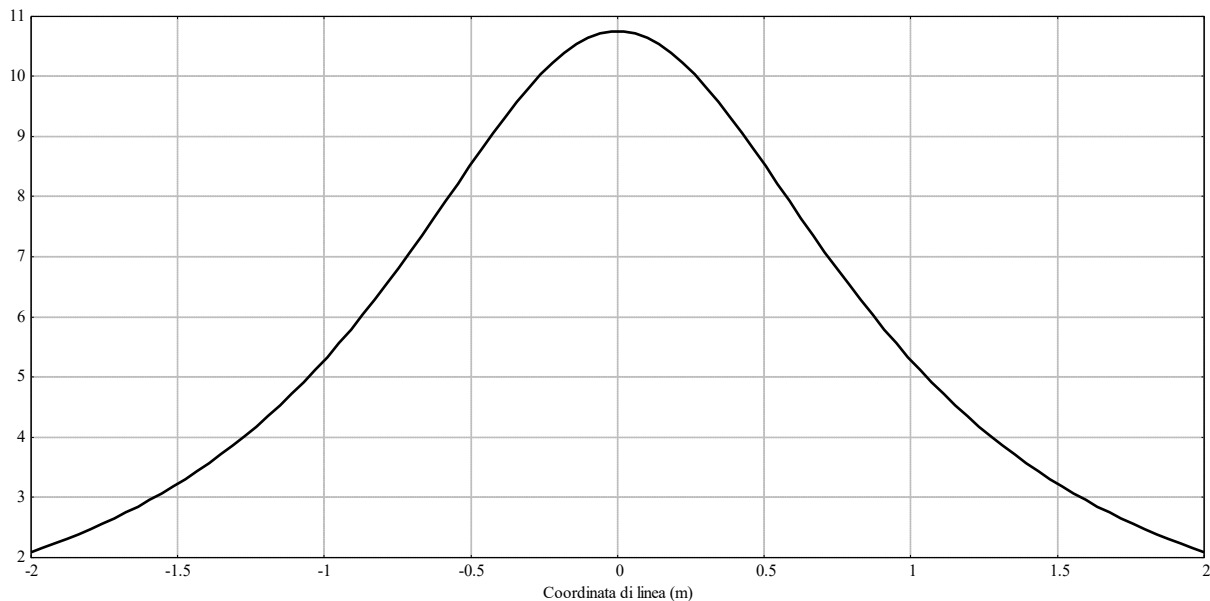
Modellizzando, ad ogni modo, l'elettrodotto MT in cavo interrato mediante il software Magic della società Beshielding, con la sezione maggiore (630 mm<sup>2</sup>) il risultato viene, di seguito, proposto.

- Coordinate di riferimento: x: 0 m – y: 0 m (piano campagna).
- Elettrodotto MT: 1 terna a trifoglio con interrimento di 1 m (y=-1 m)





L'andamento dell'induzione magnetica alla quota del piano campagna (0 m), nella fascia compresa tra  $x:-2$  m e  $x:2$  m, è la seguente:



Si denota, come in corrispondenza dell'asse del cavidotto ( $x: 0$  m), il valore si attesta attorno a 10,5  $\mu$ T, per poi decrescere simmetricamente su ambo i lati, rimanendo sotto il valore di 3  $\mu$ T nella fascia compresa da -1,6 e 1,6 m rispetto ad asse terna di cavi.

## 7. CONCLUSIONI

Sulla base dell'analisi condotta e dei risultati emersi si può concludere quanto segue:

- i valori di campo magnetico indotto dai cavidotti interrati in MT risultano contenuti e tale per cui la fascia di rispetto ha ampiezza massima di 1,6 m da asse cavo;
- la Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) calcolata per i cabinati di trasformazione e per la cabina Media Tensione, compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari al massimo a 3,00 m da considerarsi dal filo esterno del cabinato. L'area compresa all'interno della fascia di rispetto non comprende luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno e sarà accessibile per esigenze di manutenzione, saltuariamente e per limitati periodi di tempo ai soli soggetti professionalmente esposti.

Erbusco, 20/07/2021



Il Tecnico

Matteo Bono

# VALUTAZIONE ESPOSIZIONE CAMPI Elettromagnetici

---

# Indice

1.	OGGETTO .....	2
2.	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO.....	2
3.	LIMITI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.....	3
4.	SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF) .....	4
5.	DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO .....	5
6.	CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO .....	6
6.1.	CAMPO FOTOVOLTAICO .....	6
6.2.	CONTAINER TECNICO (INVERTER, TRAFO BT/MT) .....	6
6.3.	ELETTRODOTTO MT TRA CABINA DI TRASFORMAZIONE E CABINA ELETTRICA MT.....	9
6.4.	CABINA ELETTRICA MT .....	11
6.5.	ELETTRODOTTO INTERRATO Mt DA CABINA DI CONSEGNA MT VERSO STAZIONE DI UTENZA CABINA PRIMARIA .....	12
7.	CONCLUSIONI .....	14

## 1. OGGETTO

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaico) di potenza di picco pari a 14,55 MWp da realizzarsi nel Comune di Codigoro (FE) in via XXV Aprile/SP53, sn.

I componenti/apparecchi elettrici oggetto del presente studio, in quanto sorgenti di campo magnetico a bassa frequenza (ELF) sono:

- Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
- Cabine inverter e di trasformazione bt/MT;
- Elettrodotti interrati di media tensione (MT) tra cabina di trasformazione e cabina elettrica MT;
- Cabina elettrica MT;
- Elettrodotto interrato MT da cabina elettrica MT verso stazione di utenza cabina primaria.

Dal punto di vista fisico le onde elettromagnetiche sono un fenomeno 'unitario', cioè i campi e gli effetti che producono si basano su principi del tutto uguali; la grandezza che li caratterizza è la frequenza.

In base ad essa è di particolare rilevanza, per i diversi effetti biologici che ne derivano e quindi per la tutela della salute, la suddivisione in:

- radiazioni ionizzanti, ossia le onde con frequenza altissima, superiore a 3 milioni di GHz, e dotate di energia sufficiente per ionizzare la materia;
- radiazioni non ionizzanti (NIR), ovvero le onde con frequenza inferiore a 3 milioni di GHz, che non trasportano un quantitativo di energia sufficiente a ionizzare la materia.

All'interno delle radiazioni non ionizzanti si adotta una ulteriore distinzione in base alla frequenza di emissione:

- ❖ campi elettromagnetici a bassa frequenza o ELF: (0 - 300 Hz), le cui sorgenti più comuni comprendono ad esempio gli elettrodotti e le cabine di trasformazione, gli elettrodomestici, i computer;

campi elettromagnetici ad alta frequenza o a radiofrequenza RF: (300 Hz - 300 GHz), le cui sorgenti principali sono i radar, gli impianti di telecomunicazione, i telefoni cellulari e le loro stazioni radio base.

## 2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

Le norme costituenti il quadro normativo vigente in materia di inquinamento elettromagnetico derivante da impianti di trasmissione, trasformazione e distribuzione di energia elettrica a frequenza industriale (50 Hz) sono:

- Legge 22 febbraio 2001, n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 08.07.2003 “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”;
- Decreto ministeriale 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.

Trovano inoltre applicazione ai fini della presente valutazione le seguenti norme tecniche:

- 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 (2006-02)”;
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche (2008-09)”;
- CEI 211-6 Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana (2001-01);
- ENEL DISTRIBUZIONE “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.

### 3. LIMITI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Ai fini della protezione della popolazione dall’esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l’obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all’esposizione nelle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Nel dettaglio, si riportano le seguenti tabelle con le definizioni ed i limiti di esposizione per basse frequenze:

<b>Limite di esposizione</b>	Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione
<b>Limite di attenzione</b>	Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata
<b>Obiettivi di qualità</b>	Limite da rispettare per installazioni future

<b>DPCM 8 luglio 2003 – Basse frequenza (&lt; 100 kHz)</b>		
	<b>Campo elettrico</b>	<b>Induzione magnetica</b>
Limite di esposizione	5000 V/m	100 $\mu$ T
Valore di attenzione (media 24 h)		10 $\mu$ T
Obiettivi di qualità (media 24 h)		3 $\mu$ T

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione (par. 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008) con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T del campo magnetico.

Le definizioni di DPA e Fascia di rispetto sono, infatti, così definite:

- Distanza di prima approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto; e per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra;

Fascia di rispetto: spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T).

## 4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF)

Le basse frequenze, o ELF (Extremely Low Frequency), consistono in campi elettrici e magnetici di che si formano in corrispondenza di elettrodotti (a bassa, media ed alta tensione), e di tutti i dispositivi domestici alimentati a corrente elettrica, di intensità decisamente inferiore, quali elettrodomestici, videotermini, etc.

Gli altri componenti del sistema di trasmissione e distribuzione che sono diffusi sul territorio, cioè le stazioni e le cabine, non sono in pratica delle importanti sorgenti di campo elettrico dal punto di vista dell'esposizione della popolazione.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche aeree in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori

della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca).

Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Si distinguono due principali tipologie di sorgenti in base alle diverse caratteristiche del campo emesso:

- quelle deputate al trasporto e distribuzione dell'energia elettrica;
- quelle degli apparecchi che utilizzano energia elettrica.

Nella situazione in esame si tratta di elettrodotti cioè sorgenti di campo elettromagnetico a frequenza industriale (50 – 60 Hz). Per elettrodotto si intende l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Le cabine di trasformazione rappresentano un problema molto minore dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico, poiché a pochi metri di distanza i campi elettrici e magnetici sono già trascurabili.

Le linee elettriche portano energia elettrica dai centri di produzione agli utilizzatori (industrie, abitazioni, etc.) mentre le cabine di trasformazione trasformano la corrente prodotta dalle centrali in tensioni più basse per l'utilizzazione nelle applicazioni pratiche.

Le tensioni di esercizio delle linee elettriche in Italia si distinguono in 15 kV e 20 kV per la media tensione, 132, 220 e 380 kV per l'alta tensione.

## 5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il generatore fotovoltaico in progetto sarà composto da moduli fotovoltaici al silicio monocristallino, collegati in serie tra loro formando un certo numero di stringhe.

Le stringhe di ciascuna porzione di impianto vengono raccolte, in parallelo, dai rispettivi quadri stringa (string-box) e condotte verso gli inverter (convertitori di tensione da continua ad alternata a 600 V). Gli inverter risultano posti all'interno di cabinati tecnici (container) che ospitano il quadro BT di parallelo, il trasformatore in olio bt/MT (0,6/30 kV) da 3500 kVA ed il quadro MT (quadro di partenza).

In uscita da ciascun cabinato, diparte una linea interrata in MT (30 kV) che conduce alla cabina elettrica prefabbricata in c.a.v. per la Media Tensione, in cui alloggiano i quadri di arrivo in Media Tensione (di numero pari al numero di cabinati tecnici) atti alla protezione ed al sezionamento della linea MT.

In tale cabina MT, sarà presente anche un trasformatore MT/bt (30/0,4 kV) destinato all'alimentazione degli ausiliari interni all'impianto.

Da tale cabina elettrica MT posta in prossimità del perimetro d'impianto, diparte, quindi l'elettrodotto in cavidotto interrato MT (30 kV) che conduce alla stazione utenza della cabina primaria per la connessione a 132 kV dell'impianto alla Rete Trasmissione Nazionale (linea AT Canneviè-Ca' Tiepolo presso frazione di Pomposa in comune di Codigoro).



Il punto di consegna dell'impianto è, infatti, posto presso la stazione di utenza della cabina primaria, con connessione, previa trasformazione MT/AT (30/132 kV) in AT. Normativa di riferimento

## 6. CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO

Le apparecchiature elettriche presenti in impianto, sorgenti di campo elettromagnetico, sono le seguenti:

- Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
- Cabine inverter e di trasformazione bt/MT (container tecnico);
- Elettrodotti interrati di media tensione (MT) tra cabina di trasformazione e cabina elettrica MT;
- Cabina elettrica MT;
- Elettrodotto interrato MT da cabina elettrica MT verso stazione di utenza cabina primaria.

Di seguito, le analisi ed i calcoli per ciascuna sorgente:

### 6.1. CAMPO FOTOVOLTAICO

Il campo fotovoltaico risulta formato dall'insieme delle stringhe di moduli fotovoltaici, dalle string-box e dai rispettivi cavi elettrici in c.c. (tipo FG21M21 e tipo N1VV-K) che conducono all'ingresso inverter (di stringa o centralizzato).

Considerato che:

- tale sezione di impianto ha un funzionamento in corrente continua (0 Hz);
- nel caso di una buona esecuzione delle opere, i cavi con diversa polarizzazione (+ e -) sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- i cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo (da uscita quadri stringa ad inverter) sono molto distanti dai confini dell'impianto (almeno 30 m)

si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo elettromagnetico.

### 6.2. CONTAINER TECNICO (INVERTER, TRAFI BT/MT)

La Distanza di Prima Approssimazione di ciascuna cabina di trasformazione bt/MT presente nell'impianto è calcolata, essendo simile alle cabine di tipo box, sulla base della metodologia di calcolo semplificato descritta nel DM 29/05/08 (par. 5.2.1) ottenuta applicando la seguente formula:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

- I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];
- x = diametro reale (conduttore+isolante) dei cavi in uscita dal trafo – lato BT [m];

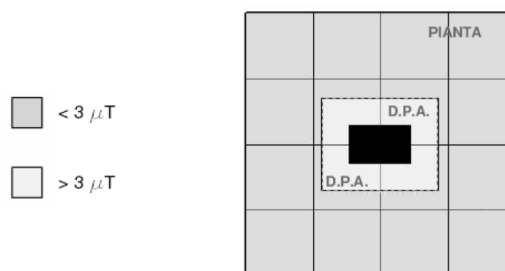
Considerato che la potenza nominale del trasformatore bt/MT installato è di 3.500 kVA, la corrente nominale lato BT (tensione lato BT di 600 V) sarà pari a 3.368 A.

La sezione del cavo BT (tipo FG16R16) prevista è: 8x(3x1x240) mm<sup>2</sup>, ossia 8 cavi per ciascuna fase.

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

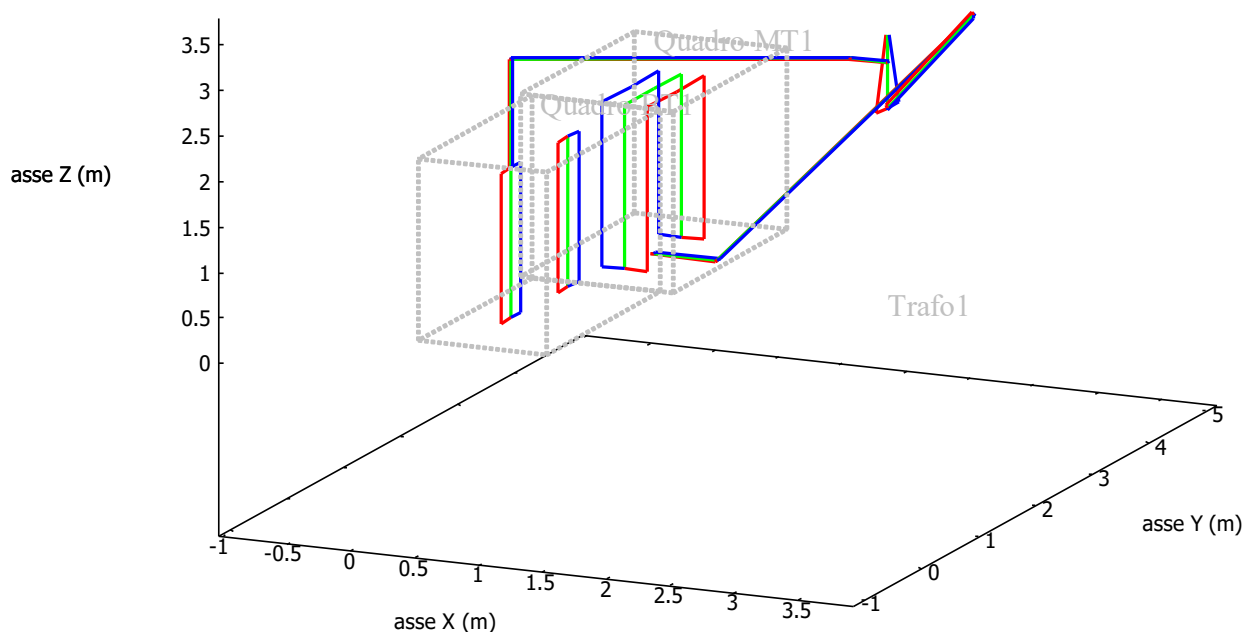
Il cavo unipolare risulta di sezione 240 mm<sup>2</sup>, con un diametro esterno di 31 mm (0,031 m).

Ne consegue una DPA pari a 3,8 m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.

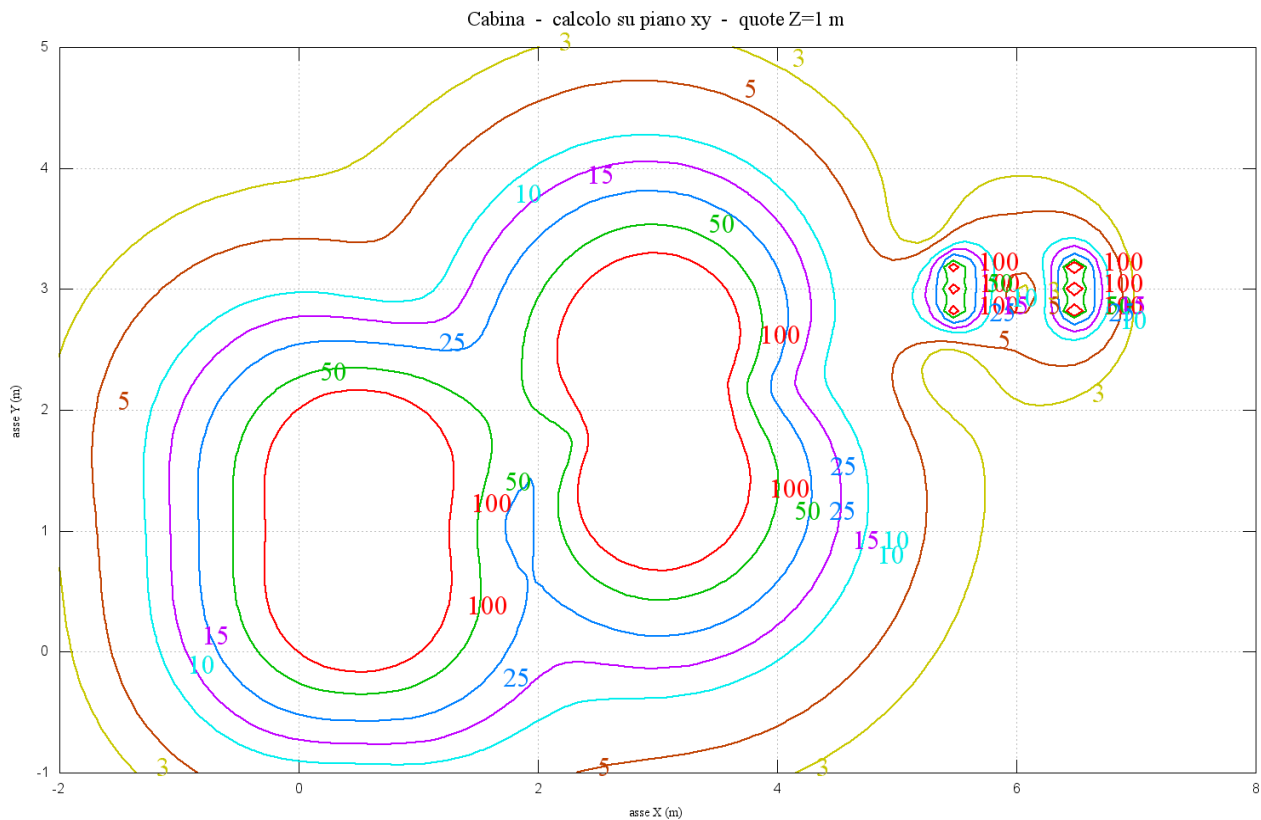


Oltre all'applicazione del metodo semplificato, modellizzando il cabinato mediante il software Magic della società Beshielding, implementando le apparecchiature presenti (quadri MT, trafo bt/MT, quadri bt e cavistica BT e MT di collegamento al trafo) secondo la dislocazione interna prevista, il risultato viene, di seguito, proposto.

Coordinate di riferimento CABINA (spigolo in basso a sx): x: 0 m – y: 0 m – z: 0 m (quota piano campagna).

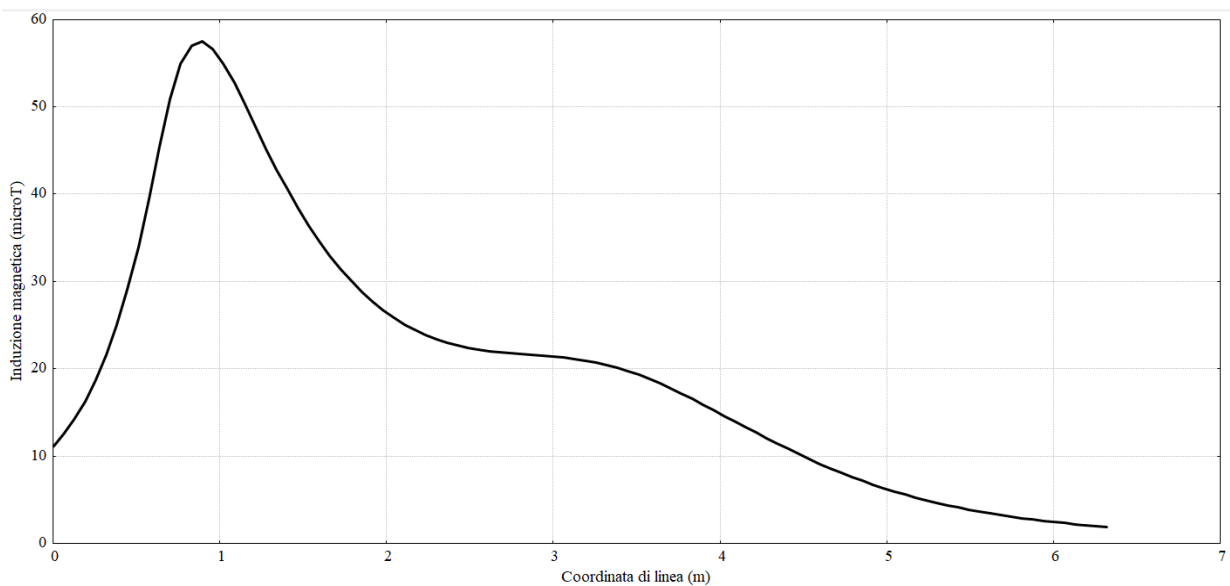


Il grafico delle isolinee riporta i livelli di concentrazione sul piano xy alla quota z: 1 m.



Si nota, come all'esterno del perimetro della cabina (avente lunghezza 6 m da quota x:0 a x: 6 e larghezza 2,5 m da quota y:0 a y: 2,5), i valori di concentrazione decrescono da 50  $\mu\text{T}$  fino a 3  $\mu\text{T}$  nel giro di 2,5-3 m da filo esterno cabina.

I valori di induzione magnetica risultanti sul piano xy ad altezza z: 3,2 m (parte esterna superiore del cabinato) sono indicati nel seguente grafico.



Si specifica, come tali ambienti (cabinati tecnici) sono aree di accesso esclusivo agli operatori tecnici che saltuariamente vi accederanno per limitati periodi temporali (inferiore a 4 h/gg) per esigenze connesse con la manutenzione e la gestione dell'impianto. Inoltre la zona in cui l'induzione magnetica supera il valore di 100  $\mu\text{T}$ , è confinata esclusivamente all'interno del vano trasformatore e dei quadri MT che sono accessibili al personale solo in assenza di tensione.

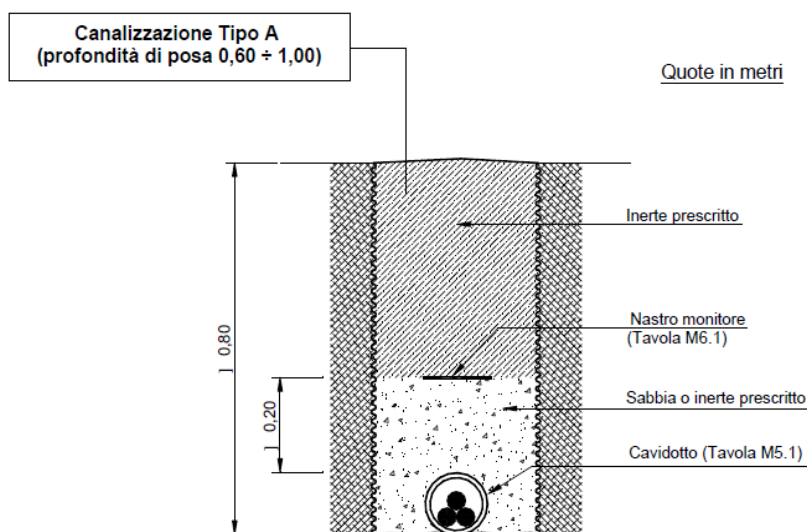
Non vi saranno, né all'interno delle fasce di rispetto individuate, né nelle immediate vicinanze luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno e non vi saranno nelle immediate vicinanze aree accessibili a persone diverse degli addetti professionalmente esposti.

Il perimetro dell'impianto fotovoltaico risulterà infatti dotato di recinzione.

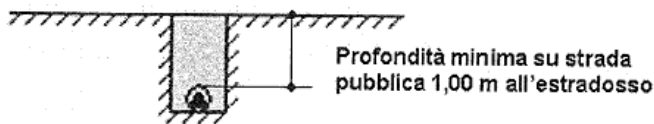
### 6.3. ELETTRODOTTO MT TRA CABINA DI TRASFORMAZIONE E CABINA ELETTRICA MT

Tra ciascuna cabina di trasformazione bt/MT e la cabina elettrica Media Tensione sarà presente un elettrodotto MT (30 kV) interrato in cavo cordato ad elica (tipo ARG7H1R o ARE4H1R 18/30 kV) con sezione  $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$  (portata nominale di 324 A con posa a trifoglio).

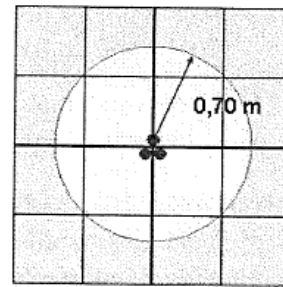
La profondità di interramento, su area agricola, sarà pari ad 1 m dall'estradosso superiore del tubo (canalizzazione di tipo A).



Per tale configurazione, come si evince anche dall'estratto delle Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29/05/08", la fascia di rispetto risulta avere un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n.4498 e s.m.i.



Fascia di rispetto ( $B > 3 \text{ microT}$ )  
Non rappresentabile in quanto di dimensione molto ridotta



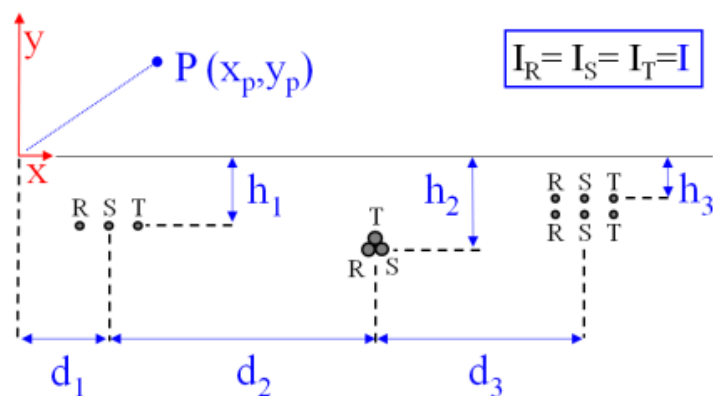
Fascia di rispetto ( $B > 3 \text{ microT}$ ) per cavo interrato MT ad elica visibile (passo d'elica 3 m) – sez. 185 mm<sup>2</sup> – In 324 A

Di seguito, esempio di canalizzazione su intervento simile (terreno agricolo):

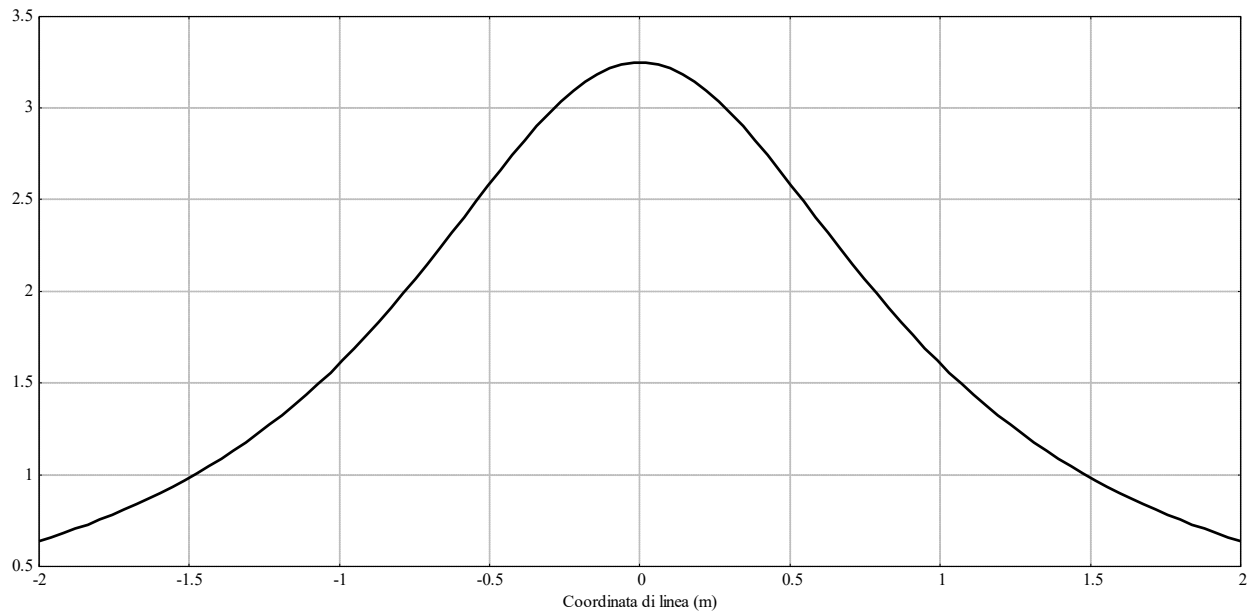


Modellizzando l'elettrodotto MT in cavo interrato mediante il software Magic della società Beshielding, il risultato viene, di seguito, proposto.

- Coordinate di riferimento:  $x: 0 \text{ m} - y: 0 \text{ m}$  (piano campagna).
- Elettrodotto MT: 1 terna a trifoglio con interrimento di 1 m ( $y = -1 \text{ m}$ )



L'andamento dell'induzione magnetica alla quota del piano campagna (0 m), nella fascia compresa tra  $x: -2$  m e  $x: 2$  m, è la seguente:

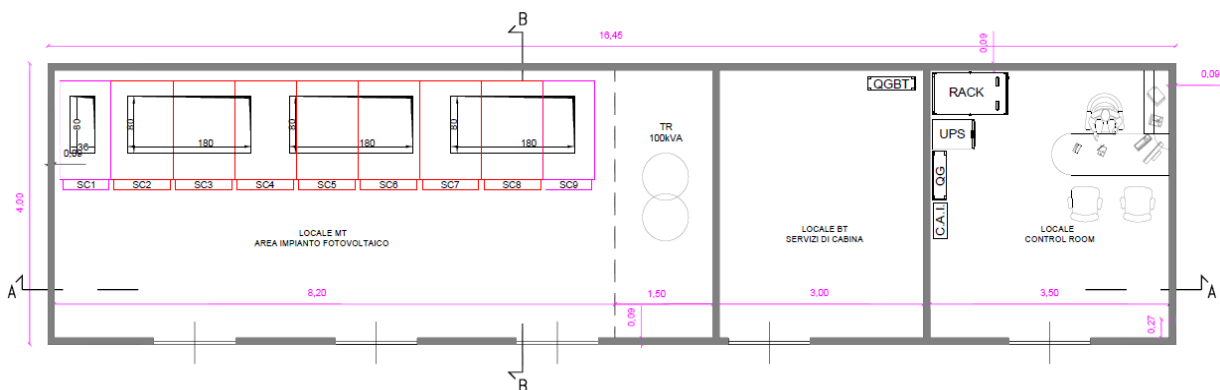


Si denota, come in corrispondenza dell'asse del cavidotto ( $x: 0$  m), il valore si attesta attorno a  $3,2 \mu T$ , per poi decrescere simmetricamente su ambo i lati.

## 6.4. CABINA ELETTRICA MT

La cabina elettrica di media tensione che raccoglie l'energia elettrica proveniente dal campo (da cabine bt/MT) risulta del tipo "a box", realizzata con elementi prefabbricati in c.a.v.

In essa sarà presente, oltre agli scomparti MT, n.1 trasformatore MT/bt (30/04 kV) (potenza nominale 100 kVA) per consentire l'alimentazione dei servizi ausiliari all'impianto (illuminazione, prese, ventilatori, condizionamento, circuito telecamere, allarme, centralina rivelazione fumi).



Applicando la seguente formula:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

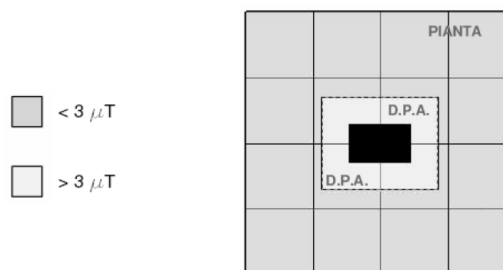
- I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];
- x = diametro reale (conduttore+isolante) dei cavi in uscita dal trafo – lato BT [m];

Considerato che la potenza nominale del trasformatore bt/MT installato è di 100 kVA, la corrente nominale lato BT sarà pari a 144 A.

La sezione del cavo BT (tipo FG16R16) prevista è: (3x1x70) mm<sup>2</sup>.

Il cavo unipolare risulta di sezione 70 mm<sup>2</sup>, con un diametro esterno di 15 mm (0,015 m).

Ne consegue una DPA pari a 0,54 m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.



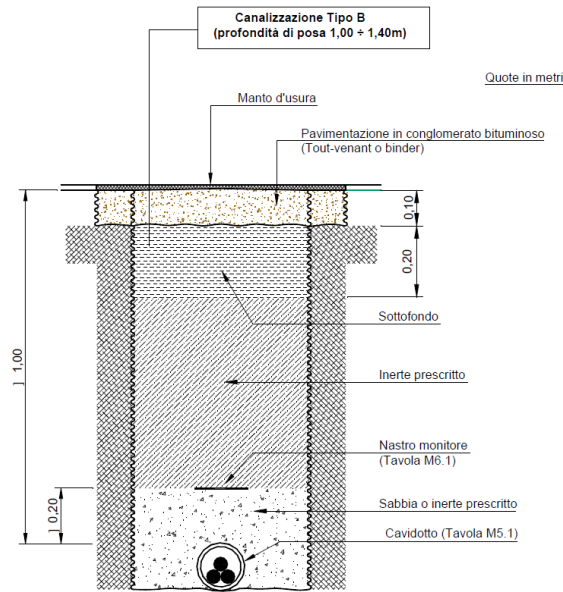
## **6.5. ELETTRDOTTO INTERRATO Mt DA CABINA DI CONSEGNA MT VERSO STAZIONE DI UTENZA CABINA PRIMARIA**

Dalla cabina elettrica Media Tensione presente al perimetro dell'impianto diparte l'elettrodotto MT (30 kV) interrato in cavo cordato ad elica (tipo ARG7H1R o ARE4H1R 18/30 kV) che conduce alla stazione di utenza per la connessione alla rete di 132 kV.

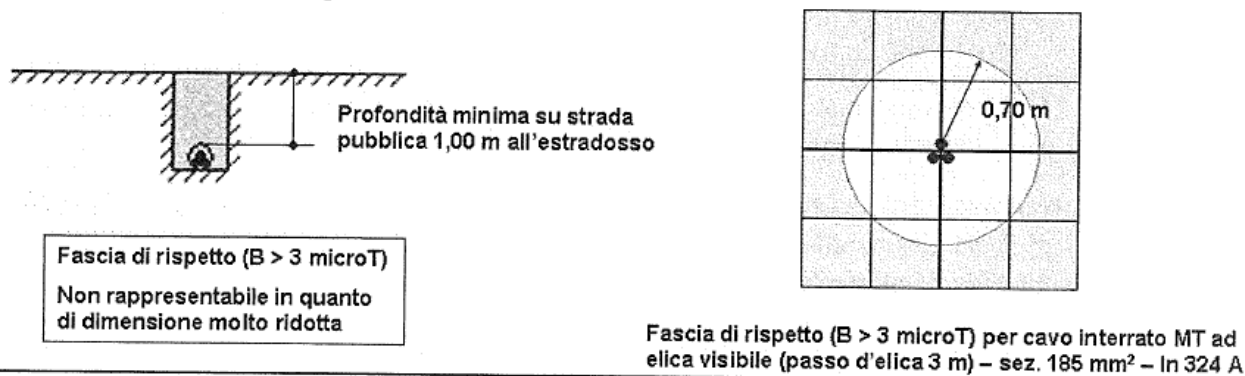
A favore di sicurezza, per contenere la caduta di tensione della linea, si prevede l'adozione di cavo con sezione 3x1x630 mm<sup>2</sup> (portata nominale di 706 A con posa a trifoglio).

Il cavidotto verrà posato su tutta la lunghezza dell'impianto quasi esclusivamente in strada asfaltata pubblica, pertanto, la profondità di interramento sarà pari ad almeno 1 m dall'estradosso superiore del tubo (canalizzazione di tipo B).



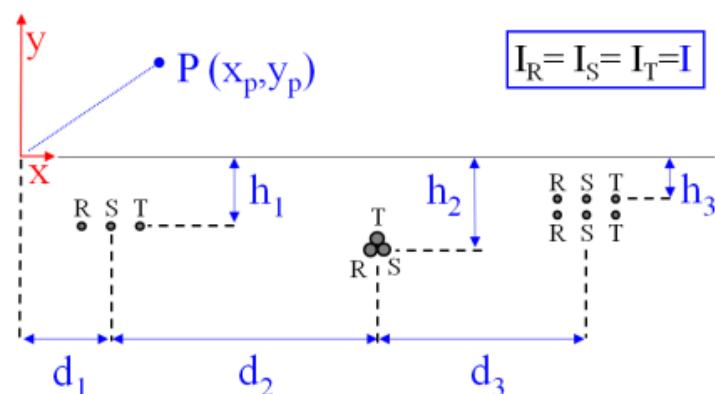


Per tale configurazione, come si evince anche dall'estratto delle Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29/05/08", la fascia di rispetto risulta avere un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n.4498 e s.m.i.

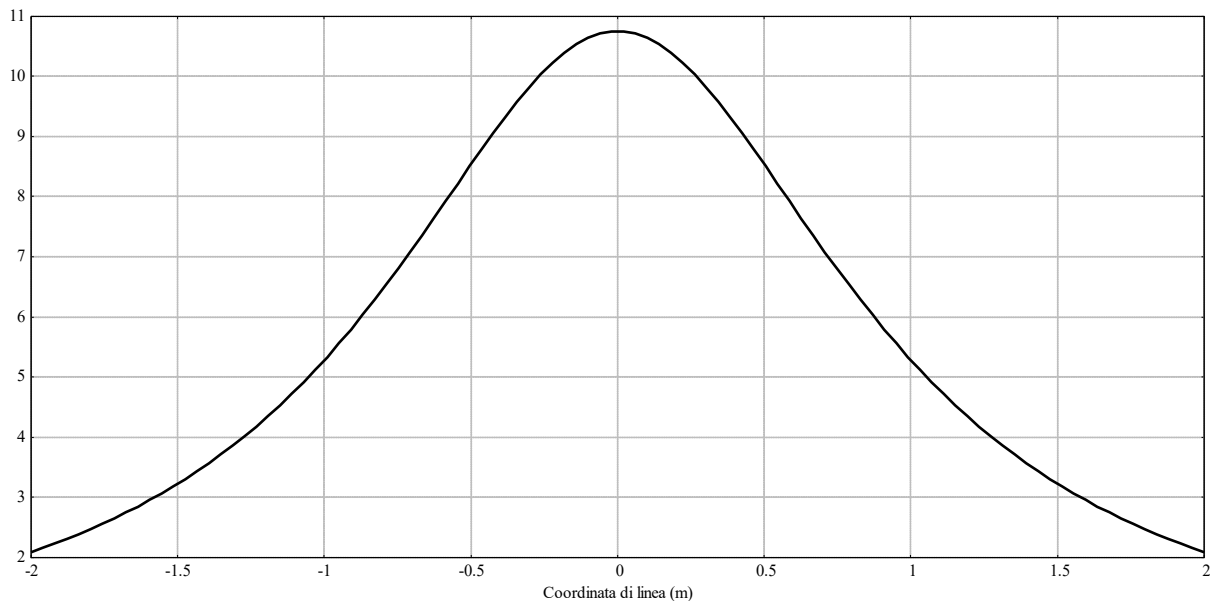


Modellizzando, ad ogni modo, l'elettrodotto MT in cavo interrato mediante il software Magic della società Beshielding, con la sezione maggiore (630 mm<sup>2</sup>) il risultato viene, di seguito, proposto.

- Coordinate di riferimento: x: 0 m – y: 0 m (piano campagna).
- Elettrodotto MT: 1 terna a trifoglio con interrimento di 1 m (y=-1 m)



L'andamento dell'induzione magnetica alla quota del piano campagna (0 m), nella fascia compresa tra  $x:-2$  m e  $x:2$  m, è la seguente:



Si denota, come in corrispondenza dell'asse del cavidotto ( $x: 0$  m), il valore si attesta attorno a 10,5  $\mu$ T, per poi decrescere simmetricamente su ambo i lati, rimanendo sotto il valore di 3  $\mu$ T nella fascia compresa da -1,6 e 1,6 m rispetto ad asse terna di cavi.

## 7. CONCLUSIONI

Sulla base dell'analisi condotta e dei risultati emersi si può concludere quanto segue:

- i valori di campo magnetico indotto dai cavidotti interrati in MT risultano contenuti e tale per cui la fascia di rispetto ha ampiezza massima di 1,6 m da asse cavo;
- la Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) calcolata per i cabinati di trasformazione e per la cabina Media Tensione, compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari al massimo a 3,00 m da considerarsi dal filo esterno del cabinato. L'area compresa all'interno della fascia di rispetto non comprende luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno e sarà accessibile per esigenze di manutenzione, saltuariamente e per limitati periodi di tempo ai soli soggetti professionalmente esposti.

Erbusco, 20/07/2021



Il Tecnico

Matteo Bono