



UNIONE  
EUROPEA



REGIONE  
SICILIANA



COMUNE DI  
CALTANISSETTA



COMUNE DI  
SERRADIFALCO



PROPONENTE:

**RWE**

**RWE RENEWABLES ITALIA S.r.l.**

Via Andrea Doria, 41/G, 00192 Roma  
C.F. e P.I.: 06400370968

SVILUPPATORE:



**ATHENA ENERGIE S.r.l.**

Via Duca, 25 - 93010 Serradifalco (CL)  
C.F. e P.I.: 02042980850

COORDINATORE  
DI PROGETTO:

**Dott. Ing. STEFANO GASPAROTTO**

Via Terraglio, 31 - 31100 Treviso (TV)  
C.F. e P.I.: 05125620269

PROGETTAZIONE:

**INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE E COORDINAMENTO:**



**MPOWER s.r.l.**

**Dott. Ing. Edoardo Boscarino**

Via N. Machiavelli, 2 - 95030 Sant'Agata Li Battiati (CT)  
www.mpowersrl.it e-mail: info@mpowersrl.it  
PEC: mpower@pec.mpowersrl.it

TEAM DI PROGETTO:

Ing. Andrea Pitrone (Project Manag. e Staff di Coord.) Ing. Salvatore Di Mauro (Aspetti Strutturali)  
Arch. Attilio Massarelli (Progettazione e Staff di Coord.) Ing. Giovanni Chiovetta (Acustica Ambientale)  
Arch. Giuseppe Messina (Aspetti Paesaggistici) Ing. Gilberto Saerri (Aspetti Ambientali)  
Geol. Alessandro Treffletti (GIS) Ing. Cristina Luca (Sicurezza di Cantiere)  
Geol. Damiano Gravina (GIS) Agr. Salvatore Puleri (Aspetti Agronom. e Mitig. Amb.)  
Geol. Marco Gagliano (GIS) Agr. Giuliano Di Salvo (Mitigazione Ambientale)  
Geol. Salvatore Bannò (Aspetti Geologici) Dott. Rosario Pignatello - IBLARCHÈ Srls (VIARCH)

**INGEGNERIA ELETTRICA:**



**Dott. Ing. Luigi Bevilacqua**

Via Aldo Moro, 3 - Canicattì (AG)  
email: ing.luigibevilacqua@gmail.com  
PEC: luigi.bevilacqua@ingpec.eu

OPERE DI RETE:

**INGEGNERIA OPERE DI RETE:**



3E Ingegneria srl

**Dott. Ing. Giovanni Saraceno**

Via G. Volpe, 92 - Pisa (PI)  
email: giovanni.saraceno@3eingegneria.it  
PEC: 3eingegneria@legaimail.it

OPERA:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,079 MW DI PICCO E 55,00 MW DI IMMISSIONE, DENOMINATO "CALTANISSETTA 1", UBICATO NELLE CONTRADE "RAMILIA" E "DELIELLA" DEL COMUNE DI CALTANISSETTA E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NELLA CONTRADA "PERITO" DEL COMUNE DI SERRADIFALCO (CL)**

OGGETTO:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**

IL PROPONENTE:

IL PROGETTISTA:



APPROVAZIONE:

*[Signature]*

00	28-02-2023	PRIMA EMISSIONE PER RICHIESTA AU E PROCEDURA VIA	LB	LB	EB
REV.	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
SCALA: FORMATO:	CODICE DOCUMENTO:		CODICE ELABORATO:		
	21-12/CL1	PD	RS06REL0040A0	00	
	COMMESSA	FASE	TAVOLA	REV.	

**R.21.00**

**RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI**



## Sommario

<b>1. Introduzione</b> .....	2
<b>2. Obiettivo e ambito di applicazione</b> .....	2
<b>3. Normativa di riferimento</b> .....	3
<b>4. Metodologia di calcolo delle Fasce di Rispetto/DPA</b> .....	4
<b>5. Calcolo del campo elettromagnetico</b> .....	6
<b>6. Progetto</b> .....	7
<b>7. Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico</b> .....	7
7.1 Moduli fotovoltaici .....	7
7.2 Inverter .....	7
7.3 Linee elettriche in corrente alternata .....	9
7.4 Cabine elettriche di trasformazione e di campo .....	10
7.5 Altri cavi .....	10
<b>8. Campi elettromagnetici delle opere connesse</b> .....	10
8.1 Tipologia di posa .....	11
8.2 Calcolo del campo magnetico indotto .....	13
<b>9. Conclusioni</b> .....	14



## 1. Introduzione

Il documento riporta i risultati, effettuati mediante opportuni programmi di calcolo, per la valutazione dell'intensità del campo elettromagnetico e relative fasce di rispetto, generato dai cavi interrati della rete a 30 kV e a 36 kV dell'impianto fotovoltaico "Caltanissetta 1" con potenza nominale di circa 62 MWp da realizzare nelle aree ubicate nel Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta alle Contrade "Ramilia" e "Deliella".

## 2. Obiettivo e ambito di applicazione

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) 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).

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 con l'introduzione della *Distanza di Prima Approssimazione (DPA)*. Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;

## RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10  $\mu$ T da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

### 3. Normativa di riferimento

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”;
- DM 21 marzo 1988, n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne” e s.m.i.”;
- CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV”;

## RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”;
- 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 I”;
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche”;
- Linee Guida per l’applicazione del DM 29.05.08 “Enel Distribuzione”.

#### 4. Metodologia di calcolo delle Fasce di Rispetto/DPA

Il DPCM 8 luglio 2003, all’art. 6, prevede che il proprietario/gestore dell’elettrodotto comunichi alle autorità competenti l’ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il calcolo dell’induzione magnetica, che va eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell’allegato al Decreto 29 maggio 2008, sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti. Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

1. bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I;
2. tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi.

Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1 m. Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto il Decreto introduce una procedura semplificata (§ 5.1.3), per il calcolo della DPA ai sensi della CEI 106-11 che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli, secondo il quale il proprietario /gestore deve:

1. calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull’intero tronco di linea;
2. proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
3. comunicare l’estensione rispetto alla proiezione al centro linea: tale distanza (DPA) sarà adottata in modo costante lungo il tronco.

Nei casi complessi, quali parallelismi, incroci tra linee o derivazioni e cambi di direzione, il Decreto sopraccitato introduce, al § 5.1.4, la possibilità per il proprietario/gestore di individuare l’Area di Prima Approssimazione (che ha la stessa valenza della DPA - § 5.1.3), da fornire alle autorità competenti.

In fase di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati, allorquando risulti che

## RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

la DPA relativa all'impianto da realizzare includa, se pur parzialmente, tali luoghi, per una corretta valutazione si dovrà procedere al calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni, tenendo conto della portata in corrente in servizio normale dichiarata nel procedimento autorizzativo.

Qualora la fascia di rispetto, ottenuta con calcolo esatto, includa, se pur parzialmente, il luogo tutelato si dovrà prevedere una variante al progetto, in quella specifica sezione, che non presenti luoghi tutelati all'interno della fascia di rispetto.

Nei casi complessi (§ 5.1.4 del Decreto 29 maggio 2008) quali:

- parallelismi AT (§ 5.1.4.1);
- incroci AT/AT (§ 5.1.4.4), AT/MT e MT/MT (§ 5.1.4.5);
- cambi di direzione linee AT (§ 5.1.4.2), MT (§ 5.1.4.3);

il calcolo della fascia può essere effettuato, con i seguenti approcci:

1. Metodo semplificato, che permette di individuare l'Area di Prima Approssimazione, determinata sulla base di specifici incrementi parametrizzati per una prima verifica da parte delle autorità competenti, in sede di autorizzazione alla realizzazione di nuovi luoghi tutelati o nuovi elettrodotti;
2. Modello 3D in caso di luoghi tutelati in progettazione interni all'Area di Prima Approssimazione, al fine di fornire la reale fascia di rispetto al richiedente l'autorizzazione. Nel caso di incroci di linee di proprietari/gestori diversi, questi devono eseguire il calcolo con approccio congiunto.

## 5. Calcolo del campo elettromagnetico

Le linee elettriche per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica nonché gli impianti per la trasformazione di tale energia, generano campi elettromagnetici alla frequenza industriale di 50Hz (generati dall'utilizzo di energia elettrica a 50Hz); i campi elettrici e magnetici a 50Hz si comportano come due agenti fisici separati, per cui i loro effetti devono essere analizzati separatamente.

Trattandosi di linee elettriche interrate i campi elettrici sono insignificanti già al di sopra delle linee grazie all'effetto schermante del terreno (costante dielettrica del terreno più elevata di quella dell'aria) e soprattutto grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo (norma CEI 211-6).

Si analizzerà pertanto il solo effetto dei campi magnetici generati dai cavi interrati.

Per il calcolo del campo magnetico in tutti i punti dello spazio intorno alla zona oggetto di studio è stato utilizzato un modello di tipo bidimensionale, visto che i conduttori sono interrati ad una profondità costante lungo i tratti in cui è stato effettuato il calcolo. Il programma di calcolo utilizzato si basa sui metodi standardizzati del Comitato Elettrotecnico Italiano CEI 211-4, fascicolo 2840: "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" luglio 1996. La norma CEI 211-4 tratta un modello bidimensionale basato sulla legge di BIOT-SAVART per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e successivamente la sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, **tenendo ovviamente conto delle fasi della corrente, supposte simmetriche ed equilibrati, considerando i conduttori rettilinei, paralleli tra loro e di lunghezza infinita.**

Lo studio delle fasce di rispetto verrà condotto secondo quanto riportato nel D.M. 29/05/2008 "approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" (metodologia di calcolo in Allegato al D.M.). Il D.M. 29/05/2008, ai sensi dell'art. 6 comma del DPCM 08/07/2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee aeree ed interrate esistenti e in progetto.

Il base a presente decreto si affrontano due diversi livelli di analisi;

- Livello 1: determinare la "*distanza di prima approssimazione*" (DPA) secondo la norma CEI 106-11 Parte 1, mediante un modello di calcolo bidimensionale semplificato. La norma CEI 106-11 del 1 aprile 2006 definisce la fascia di rispetto come lo spazio circostante i conduttori di una linea che comprende tutti i punti caratterizzati da un valore di induzione magnetica maggiore o uguale a  $3 \mu\tau$
- Livello 2: qualora non risulti sufficiente il calcolo della DPA, per una maggiore

## RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....

precisione, si va a determinare la fascia di rispetto vera e propria verificando l'andamento del campo in tutto il volume intorno ai conduttore.

Nella maggior parte dei casi l'analisi dei campi elettromagnetici si esaurisce a livello 1.

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale" relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata, definita come:

- **Portata in corrente in servizio normale:** è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 § 2.6.

*per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come portata in regime permanente (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato).*

### 6. Progetto

L'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico, a meno della quantità necessaria agli ausiliari dell'impianto, sarà interamente trasferita alla rete elettrica nazionale con definizione del punto di consegna in accordo con il gestore della rete.

L'energia raggiunge la sottostazione di trasformazione MT/AT con linee in MT posate in cavidotti interrati e da questa raggiunge il punto di consegna.

**Sono recettori sensibili i fabbricati sparsi sul territorio.**

### 7. Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico

#### 7.1 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.

#### 7.2 Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza

## RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....

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 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.

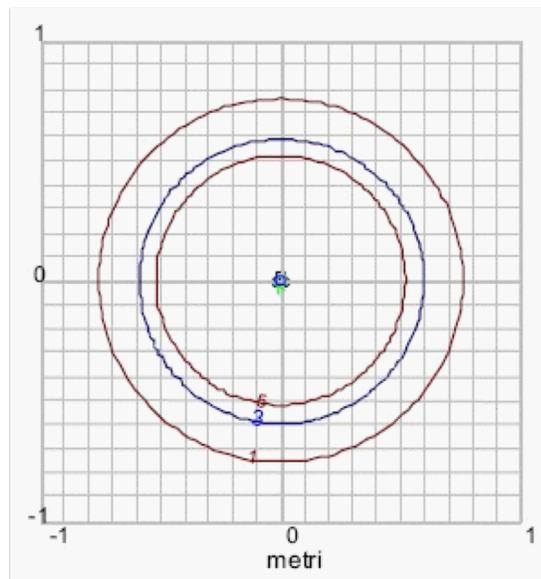
## RELAZIONE SUI CAMPI Elettromagnetici.....

### 7.3 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.

In particolare per cavidotti di sezione fino a  $240 \text{ mm}^2$  di fase si prevede l'utilizzo di cavi elicordati, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Difatti, 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 ( $50 \div 80 \text{ cm}$ ) 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 recente 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  $1 \text{ m}$ , a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea.

## RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....

### 7.4 Cabine elettriche di trasformazione e di campo

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 collocati nelle cabine di trasformazione.

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.

Per l'impianto viene presa in esame la cabina di potenza maggiore pari a 3,25 MW. 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)

Considerando che I= 2346,5 A nel caso peggiore di cabina da 3,25 MW, e considerando blindosbarre di rame da 3000 A con sezione di 2000 mm<sup>2</sup> sul lato BT (tensione 800 V) del trasformatore, equivalenti in prima approssimazione ad un conduttore di rame tondo da 55,5 mm di diametro si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 5 m.

Le cabine sono posizionate all'aperto e normalmente non è permanentemente presidiata.

Questi valori possono essere presi a riferimento anche per la cabina di impianto.

In fase di sviluppo dell'ingegneria esecutiva, sarà presa in considerazione l'ipotesi di ridurre il numero delle tipologie/taglie di cabine qui previste al fine di ottimizzarne acquisti e posa.

### 7.5 Altri cavi

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

## 8. Campi elettromagnetici delle opere connesse

## RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....

### 8.1 Tipologia di posa

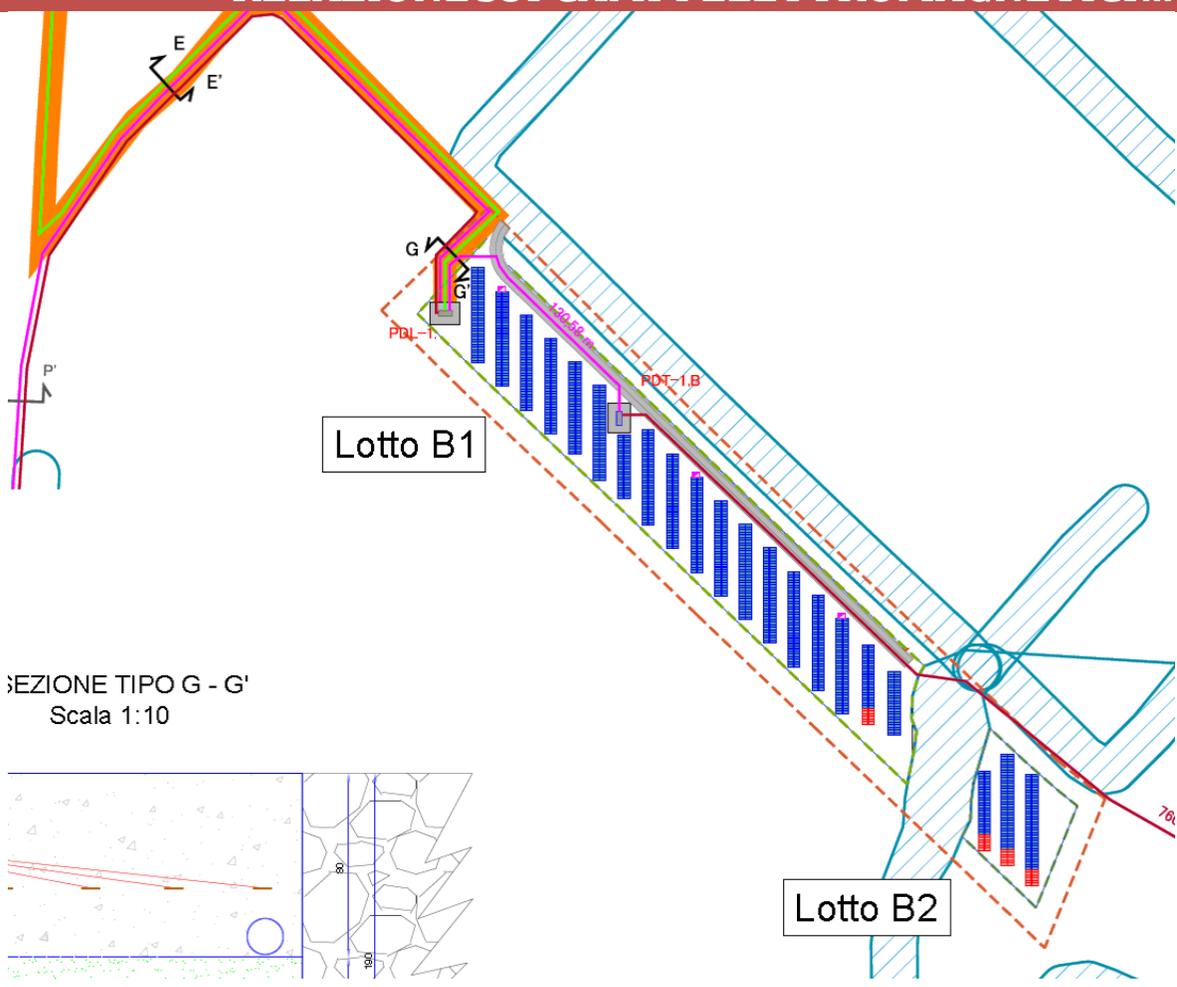
All'interno dell'impianto si hanno varie sezioni di posa, essendo i campi elettromagnetici direttamente proporzionali all'intensità di corrente, per il calcolo si prende in considerazione la condizione più gravosa ovvero la sezione di posa in ingresso alla cabina di raccolta indicate negli elaborati PDL- 1.

Inoltre, si tiene conto che per quanto concerne i cavidotti MT esterni, il collegamento del campo al quadro MT della stazione d'utenza o di cabina d'impianto di altro campo, è stato previsto la partenza di una terna di cavi con l'utilizzo di cavi unipolari di sezione pari a  $500 \text{ mm}^2$ , posati a trifoglio in tubo con conduttore in alluminio.

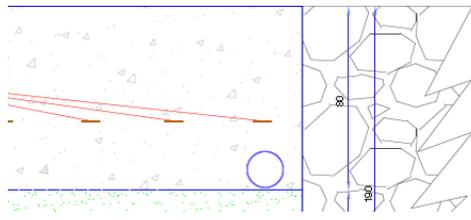
Nel calcolo, essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede la posa dei cavi a trifoglio, come da sezioni precedenti, con un valore di corrente però pari alla portata massima di ciascuna linea elettrica in cavo nelle condizioni normali, senza correzioni, secondo la Norma CEI 20-21, che risulta essere uguale a  $1092,64 \text{ A}$  per il conduttore da  $630 \text{ mm}^2$ .

*Le condizioni di calcolo sono pertanto più gravose di quelle effettive.*

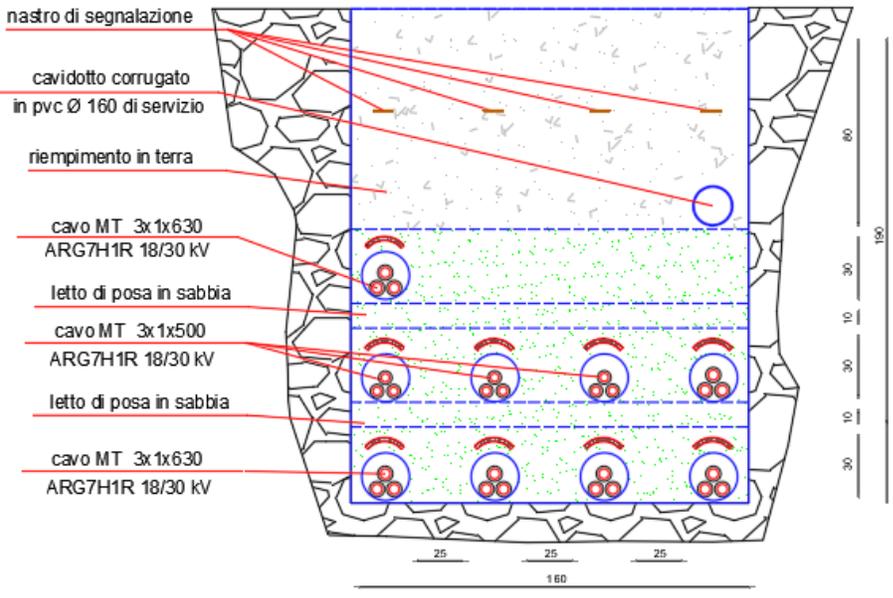
**RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....**



SEZIONE TIPO G - G'  
Scala 1:10



SEZIONE TIPO G - G'  
Scala 1:10



## 8.2 Calcolo del campo magnetico indotto

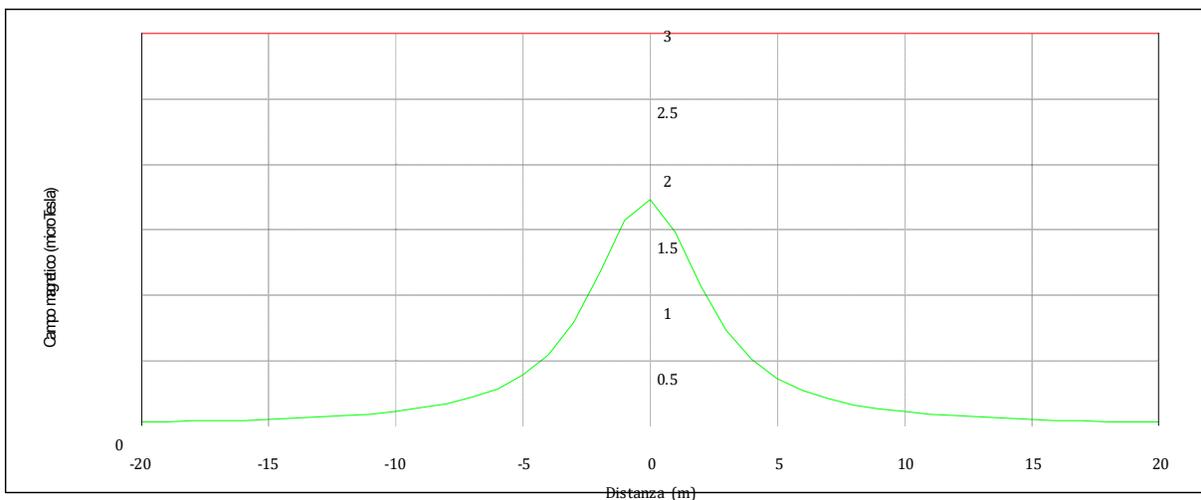
Applicando la legge di BIOT-SAVART sono stati calcolati i valori del campo di induzione magnetica  $B$  alla quota di 1m dal piano di campagna al fine di individuare i valori massimi del campo magnetico, le valutazioni sono state fatte su di un piano perpendicolare ai conduttori.

Ovviamente, a vantaggio di sicurezza, le simulazioni qui riportate indicano i valori dei campi magnetici nella configurazione peggiore; nella realtà, i valori di campo risulteranno essere minori di quelli ottenuti in tale configurazione.

A mitigare il campo magnetico, infatti, contribuiranno diversi fattori:

- la corrente nei cavi sarà mediamente minore di quella corrispondente alla massima potenza generata;
- lo schermo del cavo sarà collegato a terra nelle estremità;
- Il modello di Biot-Savart è applicato nell' ipotesi di cavi paralleli e infinitamente lunghi.

Ne risulta il campo magnetico descritto nel diagramma sotto riportato:



**Figura 1: Sezione GG'**

Nella tabella seguente si riportano il valore massimo del campo  $B$  per le varie sezioni:

## RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....

Sezione di cavidotto	Valore massimo di B( $\mu$ T)
G	1,73

**Tabella A**

Il cavidotto in progetto, nelle peggiori condizioni di funzionamento, genera un campo di induzione magnetica B che assume massimo valore nella sezione G, pari a 1,73 $\mu$ T, nettamente inferiore al limite previsto dal DPCM 08/07/2003.

Inoltre parte della la rete elettrica dell'impianto fotovoltaico è costituita da linee interrate in cavo tripolare MT, cordato ad elica, tensione di esercizio 30 kV; ***adottando questa tipologia di cavo, interrato ad una profondità non inferiore ad 1 m, ai sensi del Decreto 29/05/2008, articolo 3, punto 3.2 dell' allegato costituente parte integrante del decreto stesso, trattandosi di "linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate), queste sono escluse dall'applicazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto di cui al succitato Decreto 29/05/2008.***

Infatti, per queste tipologie di linee, il decreto 29 maggio 2008 paragrafo 3.2 (oggetto e applicabilità), indica che le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal ***Decreto interministeriale n. 449/88*** e dal decreto del ***Ministero dei Lavori Pubblici del 16/01/1991.***

### **9. Conclusioni**

Dal valore ottenuto nelle condizioni più gravose esposto in tabella A, ne consegue che i valori previsti del campo magnetico nelle altre sezioni significative dell'elettrodotta interrato di progetto, calcolato in base alla norma CEI 211-4, risultano al di sotto anche dell'obiettivo di Qualità di 3  $\mu$ T del DPCM 08/07/2003.