

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE 15 kV  
 DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE FOTOVOLTAICO  
 UBICATO NEL COMUNE DI VIGOLZONE (PC)  
 RIFERIMENTO CODICE n° 424156936

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

RELAZIONE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

LIVEL. PROG.	RIFERIMENTO GOAL	TIPO DOC.	N. Progress.	N° Foglio	TOTALE Fog.	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	424156936	R	03	01	09	24EC011-PDE-R03	Settembre 2024	--

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	10/2024	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	Daniilo Quondam Angelo	Floriano Custolino	Franco Diomedi
01					
02					

PROGETTAZIONE:



Comunità Energetiche S.p.A.

IL RESPONSABILE TECNICO



COMUNITA' ENERGETICHE s.p.a.

Via del Commercio, 22

05100 Terni (TR) ITALY

Tel. 0744. 1973125

E mail - info@comunitaenergetiche.energy

GESTORE RETE ELETTRICA

RICHIEDENTE



Comunità Energetiche S.p.A.

*[Handwritten signature]*  
 Amministratore Delegato

## Indice

1.	PREMESSA.....	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3.	LIMITI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO .....	3
4.	FENOMENO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	5
5.	CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	5
	5.1 VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI CAMPO ELETTRICO.....	5
	5.2 VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI CAMPO MAGNETICO.....	6
6.	CONCLUSIONI.....	9

### 1. PREMESSA

Lo studio di compatibilità sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ha lo scopo di effettuare la valutazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica generati dalle condutture e apparecchiature elettriche che compongono l'impianto elettrico in progetto con riferimento alle prescrizioni di cui al DPCM del 08.07.03 in materia di "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 50 Hz generati dagli elettrodotti".

Scopo del presente documento quindi, è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche previste ai fini della connessione alla rete esistente E-DISTRIBUZIONE a livello di tensione 15kV, di un impianto fotovoltaico avente potenza massima di picco in DC di 9.500,40 kWp e potenza in immissione di 8.750,00kW, sito in strada SP 35, snc, comune di Vigolzone (PC), e verificarne il rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

In particolare per l'impianto in oggetto, si valuteranno le emissioni elettromagnetiche dovute alla cabina elettrica di consegna ed ai cavidotti, andando ad individuare, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge quadro n° 36 del 22 febbraio 2001. - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- D.P.C.M. del 08 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;
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6 "Guida per la misura dei C.E.M. – Esposizione umana (0÷10kHz)";
- "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08" emanata da ENEL Distribuzione S.p.A.;
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8/07/2003" (Art.6);
- Decreto Min Ambiente 29-05-08 - metodologia calcolo fasce di rispetto elettrodotti;
- Decreto Min Ambiente 29-05-08 - approvazione procedure di misura e valutazione induzione magnetica.

## 3. LIMITI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/02/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz, completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 08.07.2003, uno relativo agli elettrodotti (50Hz), ed uno alle radiofrequenze (100kHz ÷ 300GHz).

Tale legge n. 36, 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;
- i valori di attenzione;
- gli obiettivi di qualità;
- le tecniche di misurazione e rilevamento.

Da qui appunto come citato sopra, nel DPCM 8 Luglio 2003 *“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”*, vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

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

*“Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];*

*“A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” [art. 3, comma 2];*

*“Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”. [art. 4]*

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è dunque 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, come definito dalla norma CEI 11-60, ciò in quanto essendo la linea di nuova costruzione, non si hanno parametri storici utili al fine della determinazione di cui al paragrafo precedente.

Frequenza 50 Hz	Intensità di campo elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B ( $\mu$ T)
Limite di esposizione * (da non superare mai)	5	100
Valore di attenzione **  (da non superare in ambienti abitativi già esistenti e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)	-	10
Obiettivo di qualità **  (da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti dove per nuovo si intende costruiti/e dopo il 13/09/03)	-	3

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-6 del Gennaio 2001 "Guida per la misura dei C.E.M. – Esposizione umana (0÷10kHz).

#### 4. FENOMENO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il campo elettrico è legato in modo direttamente proporzionale al livello di tensione della sorgente generante. Il suo valore si attenua allontanandosi dagli elettrodotti, come l'inverso della distanza dai conduttori presenti sulla linea. Il livello nominale delle tensioni sulle linee stesse varia debolmente in rapporto alle correnti che le percorrono per questo motivo l'intensità del campo elettrico può considerarsi pressoché costante, come prima valutazione.

In generale questo fenomeno viene quasi totalmente attenuato in presenza di barriere naturali e/o ordinarie quali ad esempio presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità. In particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo fino a 10 (anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

L'intensità del campo magnetico generato in corrispondenza di un elettrodotto dipende invece dall'intensità della corrente circolante nel conduttore. Tale flusso risulta estremamente variabile sia nell'arco di una giornata sia su scala temporale maggiore quale quella stagionale.

Caratteristica questa, a maggior ragione presente in una centrale fotovoltaica, come la situazione in oggetto, per la conseguenza di variabilità meteo che si può riscontrare nel corso della giornata, per poi ovviamente, diventare pressoché nullo nel corso della notte.

#### 5. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

##### 5.1 VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI CAMPO ELETTRICO

I cavi che saranno utilizzati per il collegamento tra la cabina di consegna (all'interno dell'area del parco fotovoltaico) ed i due punti di connessione in entra esci, con la rete ENEL 20kV esistenti, saranno elicordati e schermati, per cui, non si rende necessario il calcolo del campo elettrico in quanto, lo schermo annulla di fatto, portando a potenziale 0, il valore di campo elettrico all'esterno del cavo stesso.

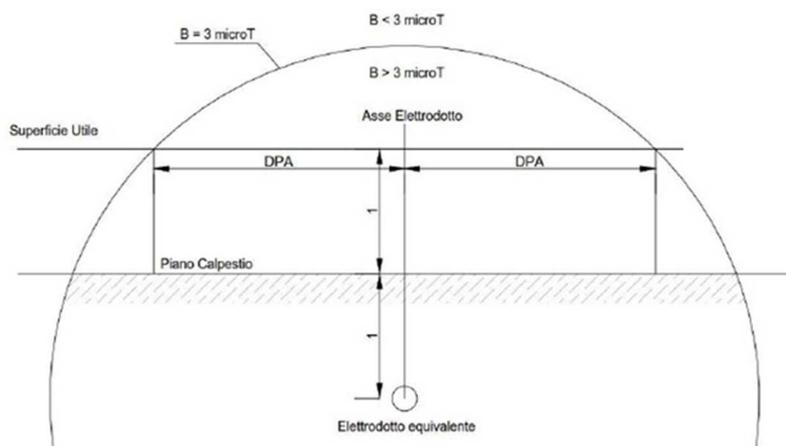
Stesso dicasi per gli involucri metallici di tutte le apparecchiature in cabina, come QMT, trasformatore MT/BT, quadri BT in quanto anche gli involucri metallici sono collegati francamente a terra.

## 5.2 VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI CAMPO MAGNETICO

Prevedendo la realizzazione di una linea connessione con la rete di distribuzione a 20 kV in cavo del tipo cordato ad elica visibile, questa è esclusa dalla applicazione della “metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” approvata con decreto del 29 Maggio 2008 dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio del Mare, in quanto le fasce di rispetto associabili hanno ampiezza ridotta inferiore a quanto previsto dal suddetto D.M. 29 maggio 2008 e quindi rispettano l’obiettivo di qualità fissato dalla normativa.

Applicando inoltre la metodologia illustrata nella norma CEI 211-4, considerando come superficie utile quella posta ad un’altezza di 1 m dal piano di calpestio e valutando la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), ossia la distanza dalla proiezione dell’asse dell’elettrodotto sul piano di calpestio, approssimata al metro per eccesso, alla quale, secondo la predetta guida si può affermare che il campo magnetico risulta inferiore al valore di 3 µT previsto dal DPCM 8 Luglio 2003 come obiettivo di qualità.

Sotto l’illustrazione geometrica di quanto descritto.



Non è esclusa invece la cabina elettrica, per la quale, in relazione alla specifica ubicazione degli impianti e/o del locale cabina è applicabile il criterio basato sulla DPA, distanza di prima approssimazione. In base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l’ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto.

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

dove:

- DPA= distanza di Prima Approssimazione (m);
- I= Corrente Nominale (A);
- x= diametro dei cavi (m).

Considerando quindi la massima produzione fotovoltaica, di cui la richiesta di immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale per potenza pari a 8.750,00kW, a livello di Tensione 15kV, avremo una corrente massima pari a 344,07 A.

Il cavo utilizzato è di tipologia ARE4H5EX -12/20kV con diametro nominale conduttore 18,2mm.

Andando ad applicare la formula di calcolo sopra indicata, considerando che il limite fissato dall'obiettivo di qualità di 3 microTesla di cui all'art. 4 del del D.P.C.M. 08/07/2003, questo risulta rispettato per le aree già ad una distanza superiore a (0,93 m) 1,00 m, arrotondato all'intero superiore, dal fabbricato di pertinenza dell'edificio cabina.

Quanto sopra, è valevole per la situazione installativa MT e BT, prevista da STMG e fotografa lo stato attuale di progetto della cabina di consegna, quindi con solamente linee e quadri a livello id 15kV. Tuttavia la cabina DG2061, è predisposta ad alloggiare un trasformatore MT/BT, di proprietà del gestore E-Distribuzione avente potenza massima di 630kVA.

Considerando quindi tale predisposizione, ed esecuzione di installazioni in BT, si riporta lo studio volto al calcolo della fascia di rispetto nei confronti delle cabine di consegna.

In base quindi al DM del MATTM del 29/05/2008, cap. 5.2, nel caso di cabine di tipo box o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti della cabina, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo applicando la relazione sopra indicata:

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

In tali condizioni, l'applicazione della formula, determina, per cabine tipo box, una DPA di 2 m da applicare rispetto alle pareti esterne del fabbricato, come riportato all'interno della sottoindicata linea guida:



Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08

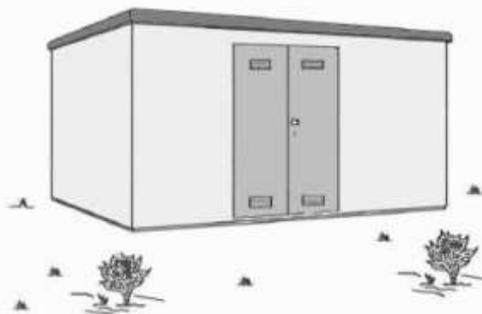
### **Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche**

della quale si riporta di seguito scheda B10.



DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI  
QSA/IUN

**B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO –  
TENSIONE 15 KV O 20 KV**



**RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.**



  $< 3 \mu T$   
  $> 3 \mu T$

DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c

## 6. CONCLUSIONI

In conclusione si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone, prodotto dalla realizzazione del presente impianto fotovoltaico e delle relative opere di connessione è trascurabile e pertanto può essere considerato non significativo.

Nello specifico, riguardo 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 in base alle azioni di progetto, che, sia per scelte di natura civile sia di natura elettrica, escludono la presenza continuativa di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori attesi non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge. Non sarà prevista la presenza di personale all'interno all'area di impianto, ed in particolar modo nelle cabine elettriche di trasformazione, se non per brevi periodi di verifiche e manutenzione che comunque non supereranno le 4hh.

Mentre riguardo il campo elettrico generato, esso risulta nullo per opera dello schermo dei cavi stessi, oppure dalle altre barriere costruttive e/o meccaniche cui i collegamenti sono sottoposti.

Ciò nonostante, a lavori ultimati ed in successivi momenti con cadenza periodica regolare, si eseguiranno delle prove sul campo che dimostrino l'esattezza dei calcoli e delle assunzioni fatte.