



# COMUNE DI PORTOMAGGIORE

PROVINCIA DI FERRARA



REGIONE EMILIA  
ROMAGNA



## REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 kW

Denominazione Impianto:

"PORTOMAGGIORE"

Ubicazione:

Comune di Portomaggiore (FE)  
Via Portoni Bandissolo, snc

ELABORATO  
**023000**

RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Cod. Doc.: PTM-023000-R

Sviluppatore:



**GRUPPO GEO S.R.L.**  
Viale F. Cavallotti, 153  
63822 Porto San Giorgio (FM)  
ITALY  
P.IVA 02572290449

Scala: --

PROGETTO

Data:  
**18/08/2025**

PRELIMINARE

DEFINITIVO

AS BUILT



Richiedente:

**LIO ENERGY LEPUS S.R.L.**  
Via Arrigo Boito, 8  
20121 Milano (MI)  
ITALY  
P.IVA 14219600963

Tecnici e Professionisti:


*Ing. Nicola Ventura:*  
*Iscritto al n.8432 dell'Albo dell'Ordine degli*  
*Ingegneri della Provincia di Bari*

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	18/08/2025	PROGETTO DEFINITIVO	N.V.	N.V.	N.V.
02					
03					
04					

Il Tecnico:  
Dott. Ing. Nicola Ventura




Il Richiedente:  
**LIO ENERGY LEPUS S.R.L.**  
(Il legale rappresentante Luca Raineri)

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 2 di 20

## SOMMARIO

1. OGGETTO .....	3
2. NORMATIVA.....	4
2.1 Legge Quadro n. 36 "22 Febbraio 2001" .....	4
2.2 D.P.C.M. "08 Luglio 2003" .....	5
2.3 D.M. AMBIENTE "29 Maggio 2008" .....	7
3. SORGENTI A BASSA FREQUENZA E.L.F. ....	9
4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	15
5. DETERMINAZIONE DELLA D.P.A. ....	17
5.1 Campi Elettromagnetici relativi al Campo Agrivoltaico (Modulo Agrivoltaico) .....	18
5.2 Campi Elettromagnetici relativi agli Inverter.....	18
5.3 Elettrodotti di Media Tensione .....	18
5.4 Cabine Elettriche BT/MT .....	19
6. CONCLUSIONI .....	20

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 3 di 20

## 1. OGGETTO

Il presente documento è parte della documentazione relativa al progetto per la costruzione e l'esercizio di un Impianto Agrivoltaico Avanzato conforme alle vigenti prescrizioni di legge con potenza di picco pari a **18.030,60 kW** da realizzare nel **Comune di Portomaggiore (FE)**.

L'impianto sarà del tipo grid connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, con allaccio in antenna a 36 kV alla rete elettrica di Terna S.p.a.

Gli apparati elettrici oggetto del presente studio sono:

- ---Campo Agrivoltaico (Moduli Fotovoltaici);
- ---Inverter;
- ---le cabine di trasformazione bt/MT;
- ---Gli elettrodotti di media tensione (MT);

in quanto sorgenti di campo magnetico a bassa frequenza (ELF).


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.

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 4 di 20

## 2. NORMATIVA

La Normativa di riferimento per la valutazione dell'Impatto Elettromagnetico è quella indicata nella Tabella 2.1

Normativa di Riferimento		
Legge n. 36	22 Febbraio 2001	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
D.P.C.M.	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 (50Hz) generati dagli elettrodotti
D.M.	29 Maggio 2008	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
CEI 106-11	11 Feb. 2006	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


Tabella 2.1: Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici

### 2.1 LEGGE QUADRO N. 36 “22 FEBBRAIO 2001”

La legge di riferimento per quanto attiene l'esposizione ai campi elettromagnetici è la **Legge 22 febbraio 2001 n.36** “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” (G.U. n.55 del 7 marzo 2001), con il campo di applicazione riguardante gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, la presente legge si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti fissi per radiodiffusione.

Tale legge ha introdotto i concetti di limite di esposizione, di valore di attenzione e di obiettivi di qualità: i primi due rappresentano i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che rispettivamente non devono essere superati in situazione di esposizione acuta e di esposizione prolungata; l'obiettivo di qualità, invece, è stato introdotto al fine di garantire la progressiva minimizzazione dell'esposizione. La stessa legge ha anche introdotto la terminologia di fascia di rispetto in prossimità di elettrodotti, con questa intendendo un'area in cui non possono essere previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata oltre le quattro ore giornaliere.

Nella terminologia “elettrodotto” viene compreso l'insieme delle linee elettriche e delle cabine di trasformazione.

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 5 di 20

## 2.2 D.P.C.M. "08 LUGLIO 2003"

I primi decreti applicativi della LQ 36/2001 sono stati pubblicati nel 2003; in particolare, il **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 con frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" (G.U. n.200 del 29-8-2003) dove si fissano i **limiti di esposizione** (art.3 comma 1), i **valori di attenzione** (art.3 comma 2) e gli **obiettivi di qualità** (art.4) per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (tab.2.2, 2.3, 2.4), escludendo cioè da tale normativa i lavoratori professionalmente esposti.

<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

Tabella 2.2: Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici


In funzione dell'intervallo di frequenza nel quale ricadono le emissioni, i limiti stabiliti sono riportati nelle tabelle 2.3 e 2.4 seguenti:

<i>D.P.C.M. 8 Luglio 2003 – Basse Frequenze (&lt; 100 kHz)</i>		
	Campo elettrico	Induzione magnetica
<b>Limite di esposizione</b>	<b>5000 V/m</b>	<b>100 µT</b>
<b>Valore di attenzione (media 24 h)</b>	-	<b>10 µT</b>
<b>Obiettivi di qualità (media 24 h)</b>	-	<b>3 µT</b>

Tabella 2.3: Limiti di esposizione alle **basse frequenze**

Il D.P.C.M. 08/07/2003 sancisce che 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 microTesla (µT)**, per l'induzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

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 micro Tesla (µT)**, da intendersi come *mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio*.

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 6 di 20

<i>D.P.C.M. 8 Luglio 2003 – Alte Frequenze (100 kHz &lt; f % 300 GH)</i>					
		Campo elettrico	Campo magnetico	Densità di potenza	
Limite esposizione	di				
		100 kHz < f % 3 MHz	60 V/m	0,2 A/m	-
		3 MHz < f % 3 GHz	20 V/m	0,05 A/m	1 W/m <sup>2</sup>
		3 GHz < f % 300 GHz	40 V/m	0,01 A/m	4 W/m <sup>2</sup>
Valore di attenzione (media 6 minuti)		6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/ m <sup>2</sup>	
Obiettivi di qualità (media 6 minuti)		6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/ m <sup>2</sup>	

Tabella 2.4: Limiti di esposizione alle **alte frequenze**

Inoltre 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 microTesla ( $\mu T$ )**, per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.


A titolo di esempio, sono riassunte nella *tabella 2.5* le fasce di rispetto relative a valori di induzione magnetica pari a 3  $\mu T$ :

In particolare all'art.6 "Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" si prescrive che, alla frequenza di rete (50 Hz):

- per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal proprietario/gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV, e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I proprietari/gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.

L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

Tensione	Tipologia di linea	fasce di rispetto 3 $\mu T$ (m)	
		conduttore più diffuso	conduttore più cautelativo
	singola terna	36	42

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 7 di 20

<b>132 kV</b>	doppia terna non ottimizzata	48	56
	doppia terna ottimizzata	34	38
<b>220 kV</b>	singola terna	52	60
	doppia terna non ottimizzata	58	68
	doppia terna ottimizzata	42	46
<b>380 kV</b>	singola terna	94	94
	doppia terna non ottimizzata	138	138
	doppia terna ottimizzata	80	80

Tabella 2.5 - Fasce di rispetto (in metri) relative a valori di induzione magnetica di  $3 \mu T$

### 2.3 D.M. AMBIENTE “29 MAGGIO 2008”


La metodologia di cui sopra è stata definita dal D.M. 29/05/2008 (G.U. 5 luglio 2008 n.156, S.O.) “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” che, ai sensi dell’art. 6 comma 2 del DPCM 08/07/03, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate e delle cabine, esistenti e in progetto.

Al fine delle verifiche delle autorità competenti, tale metodologia di calcolo prevede due livelli di approfondimento:

1. Un procedimento semplificato (par. 5.1.3) basato sulla Distanza di prima approssimazione (**D.p.a.**), calcolata dal gestore e utile per la gestione territoriale e per la pianificazione urbanistica;
2. Il calcolo preciso della fascia di rispetto (par. 5.1.2), effettuato dal gestore e necessario per gestire i singoli casi specifici in cui viene rilasciata l’autorizzazione a costruire vicino all’elettrodotto.

La **D.p.a.** e la **Fascia di rispetto** sono così definite:

- **Distanza di prima approssimazione (D.p.a.):** 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 ( $3 \mu T$ ). Rispetto al primo punto, è stato stabilito che al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione il proprietario/gestore deve:

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 8 di 20

- 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 (la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale);
- proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- comunicarne l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea: tale distanza (DPA) sarà adottata in modo costante lungo tutto il tronco come prima approssimazione, cautelativa, delle fasce;
- qualora la linea, per alcune campate, corresse parallela ad altre (condividendo o meno i sostegni), lungo questo tratto dovrà essere calcolata la DPA complessiva.

Ancora ai fini della semplificazione, per il calcolo della D.p.a. è possibile anche applicare quanto previsto dalla norma CEI 106-11-Parte 1, in cui si fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli.

Tale D.M. 29/05/2008 indica che la metodologia si applica a tutti gli elettrodotti esistenti o in progetto, con linee interrato o aeree, ad esclusione delle seguenti:


- linee esercite a frequenze diverse da 50 Hz (esempio linee ferroviaria a 3 KV);
- linee di classe zero secondo il Decreto interministeriale 21/03/88 (quali linee telefoniche, segnalazione e comando a distanza);
- linee di prima classe secondo il Decreto interministeriale 21/03/88 (ovvero linee con tensione nominale inferiore a 1 KV e linee in cavo per illuminazione pubblica con tensione inferiore a 5 KV);
- linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

In questi casi le fasce hanno infatti ampiezza ridotta inferiore alle distanze previste dal decreto 449/88 stesso e dal successivo DM 16/01/91.

Al fine di valutare quale sarà l'impatto sulla gestione del territorio del D.M. 29/05/2008, si riportano (Tabella 5 e 6) le indicazioni sull'estensione della D.p.a. per le configurazioni più diffuse delle linee per i vari gestori.

Si fa presente, inoltre, che per i casi complessi, come presenza di due o più linee (parallele o che si incrociano), presenza di un angolo di deviazione della linea, presenza di campata a forte dislivello e/o orografia complessa del territorio tali D.p.a. non sono più valide ed è necessario ricorrere al calcolo esatto della fascia di rispetto.

Nel caso delle cabine di trasformazione da MT a BT, le D.p.a. per le varie tipologie sono riportate come esempi nel D.M. 29 maggio 2008 e sono tipicamente entro i 3 metri da ciascuna parete esterna della struttura.

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO          CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 9 di 20

### 3. SORGENTI A BASSA FREQUENZA E.L.F.

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, videoterminali, 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 e gli apparecchi che utilizzano energia elettrica.

In questo caso 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, 20 kV e 36kV per la bassa e media tensione, 132, 220 e 380 kV per l'alta tensione.

In alcune aree urbane le linee elettriche sono interrate; tale modalità garantisce una diminuzione dell'intensità di campo elettrico nello spazio circostante ma presenta spesso costi elevati e può essere sviluppata solo per tratte limitate.

La figura seguente mostra l'andamento del valore efficace del campo elettrico a 1 metro da terra, calcolato nella sezione trasversale delle linee stesse in corrispondenza della minima distanza da terra dei conduttori.

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO          CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 10 di 20

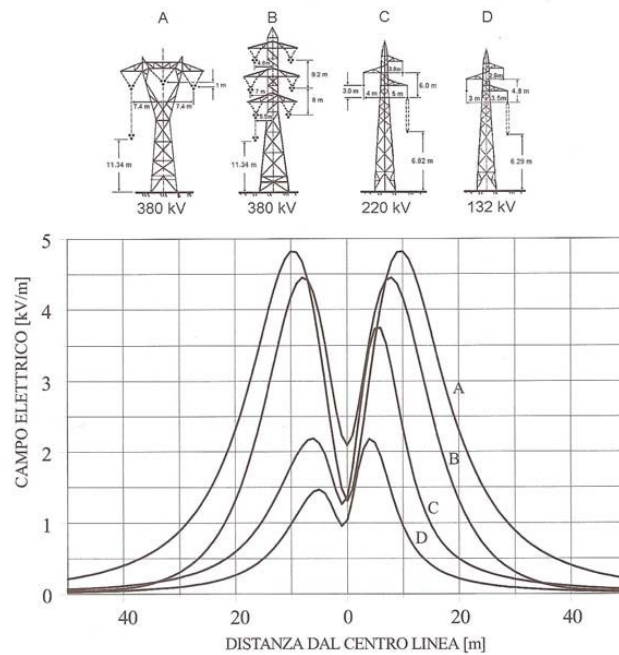



Figura 3.1: Profili laterali campo elettrico linee elettrica alta tensione

Come è possibile notare nella *Figura n.3.1*, il campo elettrico presenta un massimo nella zona sottostante la linea, ma decresce abbastanza rapidamente all'allontanarsi dell'asse dalla linea stessa.

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 11 di 20







GESTORE	TENSIONE	CONFIGURAZIONE	TESTA SOSTEGNO	DPA (m)
Terna	380 kV	Doppia terna		77
Terna	380 kV	Singola terna		51
Terna	220 kV	Doppia terna		35
Terna	220 kV	Singola terna		30
Terna	220 kV	Singola terna		28

Tabella 3.2

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 12 di 20






GESTORE	TENSIONE	CONFIGURAZIONE	TESTA SOSTEGNO	DPA (m)
Terna Enel Distribuzione	132 kV	Doppia terna		32
Terna Enel Distribuzione	132 kV	Singola terna		22
R.F.I.	132 kV	Singola terna		16
R.F.I.	132 kV	Singola terna		18
Enel Distribuzione	15 kV	Singola terna		9

Tabella 3.3

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
GRUPPO GEO	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 13 di 20

L'intensità dei campi elettrici e magnetici diminuisce con l'aumentare della distanza dal conduttore, dipende dalla disposizione geometrica e dalla distribuzione delle fasi della corrente dei conduttori stessi e anche dal loro numero.

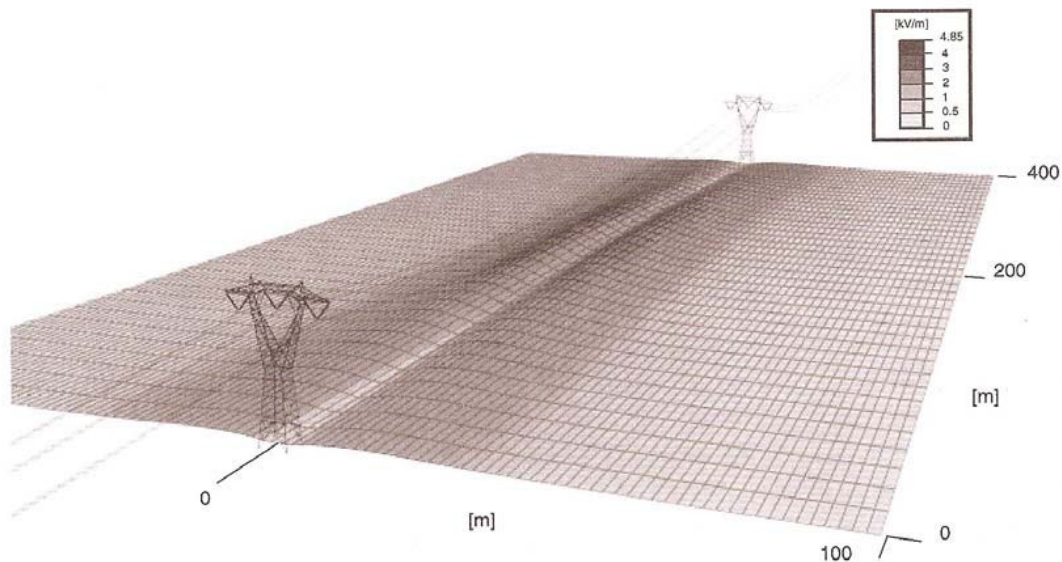


Figura 3.4: Distribuzione del campo elettrico a 1m dal suolo  
Fonte: Inquinamento da campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, Maggioli Editore

In realtà le situazioni precedentemente riportate in figura si riferiscono ad una ipotetica situazione in cui il terreno sotto la linea è piano e senza ostacoli: in pratica però il campo elettrico al livello del suolo è spesso ridotto nelle vicinanze di oggetti quali alberi, recinzioni, veicoli, ecc.

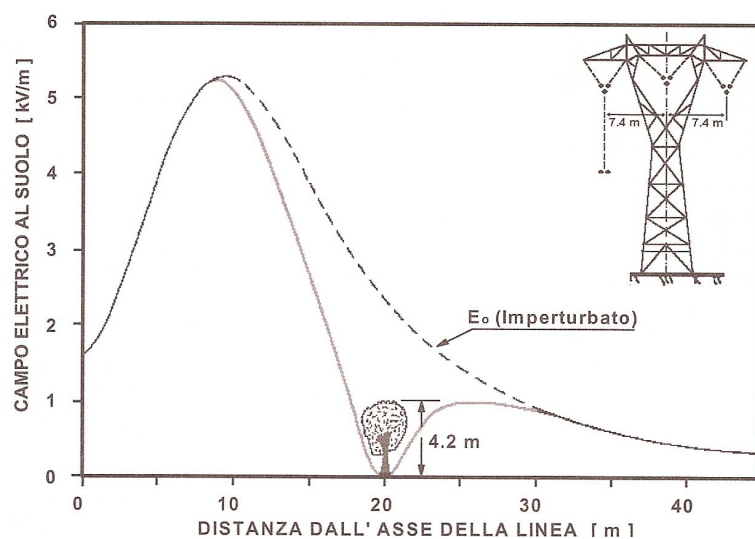


Figura 3.5: Effetto schermante della presenza di un albero sul campo elettrico

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 14 di 20

A differenza di quanto detto a proposito dei campi elettrici, le linee elettriche aeree non sono le uniche sorgenti significative dei campi magnetici ma esistono, sia in ambienti industriali, sia in ambienti domestici e pubblici numerosissime sorgenti che determinano condizioni di esposizione al campo magnetico. Ad esempio, misure effettuate nell'intorno di alcuni elettrodomestici hanno indicato che il campo magnetico può raggiungere intensità anche di alcune decine e centinaia di microtesla a breve distanza (<10 cm) dalla sorgente; peraltro, con l'aumentare della distanza, esso decresce molto più rapidamente di quanto non succeda per gli elettrodotti, raggiungendo a circa 1m dalla sorgente valori uguali o inferiori a 1  $\mu$ T.

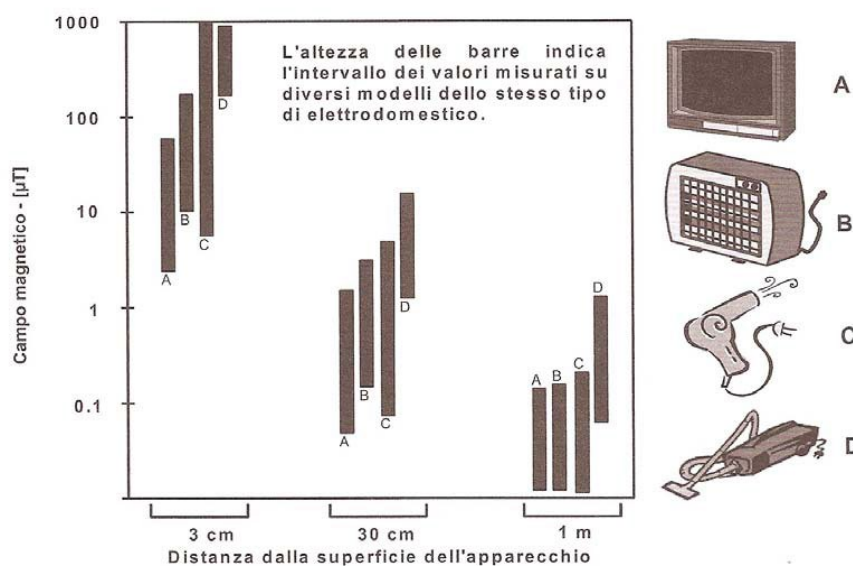


Figura 3.6: Livelli tipici di campo magnetico di alcuni elettrodomestici  
Fonte: *Inquinamento da campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*, Maggioli Editore

Bisogna poi ricordare che il campo magnetico, dipendendo dalla corrente, varia a seconda della richiesta di energia e quindi è fortemente influenzato dalle condizioni di carico delle linee stesse.

Come per il campo elettrico, anche il campo magnetico diminuisce con l'aumentare da terra dei conduttori, per cui la situazione che si riscontra nella fascia di terreno sottostante la campata è quella illustrata nella figura seguente. A differenza del campo elettrico però il campo magnetico non può generalmente essere schermato da oggetti presenti in prossimità della linea.

Per quanto riguarda le linee di distribuzione a media e bassa tensione, l'induzione magnetica al suolo, a causa delle minori correnti transittanti, è più bassa rispetto a quella riscontrabile nelle linee ad alta tensione.

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 15 di 20

#### 4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede l'installazione di n. **22.260** pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino della potenza unitaria di **810 Wp** per una potenza di picco complessiva pari a **18.030,60 kW**. I moduli saranno installati su strutture ad inseguimento monoassiale (trackers).

L'impianto sarà del tipo grid connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, con allaccio in Alta Tensione alla rete di elettrica di TERNA S.p.a.:

- STMG – Codice Pratica **202402722**;

I Moduli Fotovoltaici saranno installati su strutture ad inseguimento monoassiale (tracker orientabili) di tipo modulare, assemblabili per ospitare da 7 fino a 28 moduli.

L'impianto sarà corredato da n.7 Power Station, n. 3 Cabine di Parallelo, n.3 Control Room e n.3 Vano Tecnico, tutte ubicate all'interno dell'area di impianto.

Il generatore agrivoltaico sarà formato da n. **3.180** stringhe ognuna costituita da **7** moduli collegati in serie.

Saranno installate le Power Station, ognuna comprensiva di n. 1 Quadro MT (QMT), di n. 1 Trasformatore con rapporto di trasformazione 36/0,8 kV, n. 1 autotrasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari, il tutto montato e cablato su apposita cabina predisposta.

Le stringhe di moduli fotovoltaici saranno cablate direttamente sugli inverter di stringa opportunamente predisposti.

Le linee in corrente alternata, in uscita da ogni inverter di stringa (inverter installati nel campo agrivoltaico), saranno convogliati al rispettivo quadro dislocato sulla Power Station di Competenza.


La linea trifase a 800 V in AC in uscita dal quadro presente nella power station che raccoglie ingressi dagli inverter di stringa, sarà trasformata in AC a 36.000 Volt dal trasformatore.

All'uscita del trasformatore è posto il quadro QMT (partenza linea MT).

La linea elettrica in MT in uscita dal Quadro MT posto nella Power Station è convogliata alla cabina di consegna (Delivery Cabin) dotata delle opportune apparecchiature di Sezionamento e Protezioni.

Le Linee MT in Uscita della Delivery Cabin, saranno convogliate nella Sottostazione di E-Distribuzione ed attestate sul QMT posto nella Cabina predisposta.

Nella Tabella sottostante sono evidenziate le principali caratteristiche dell'Impianto Agrivoltaico e dei relativi sottocampi.

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 16 di 20

<b>Proponente</b>	LIO ENERGY LEPUS S.R.L.
<b>Denominazione Impianto</b>	PORTOMAGGIORE
<b>Comune (Provincia)</b>	Portomaggiore (FE)
<b>Superficie di impianto (Lorda)</b>	29,0420 ha
<b>Superficie di impianto (Netta)</b>	23,5496 ha
<b>Potenza di picco Totale (CC)</b>	18.030,60 kW
<b>Regime di esercizio</b>	Cessione Totale
<b>Tipologia di impianto</b>	Strutture ad inseguimento Monoassiale
<b>Moduli</b>	N° 22.260 in silicio monocristallino da 810 Wp
<b>Inverter</b>	N°97 inverter di Stringa per installazione Outdoor
<b>Azimuth</b>	0°
<b>Cabine</b>	N°3 Cabina di Parallelo N°7 Power Station N°3 Control Room N°3 Vano Tecnico


*Tabella 4.1: Scheda di Sintesi delle Caratteristiche dell'Impianto Agrivoltaico*

A servizio dell'impianto agrivoltaico è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

1. Impianto di produzione di energia elettrica solare fotovoltaica (le cui caratteristiche sono dettagliatamente descritte nell'elaborato tecnico dedicato);
2. Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT (Attraverso Power Station appositamente Dedicata);
3. Impianto di connessione alla rete elettrica MT;
4. Distribuzione elettrica BT;
5. Impianto di alimentazione utenze in continuità assoluta;
6. Impianti di servizio: illuminazione ordinaria, locali tecnici ed illuminazione esterna;
7. Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione ed antincendio) e videosorveglianza;
8. Impianto di terra;

Più specificatamente la realizzazione dell'impianto comprenderà la realizzazione delle seguenti opere:

- a. Posa in opera delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici su adeguate strutture di fondazione (Pali ad Infissione);
- b. Posa in opera dei Moduli Fotovoltaici;
- c. Posa in opera di n. 7 Power Stations poste in campo, ognuna comprensiva di:

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 17 di 20

- n. 1 Cabina Prefabbricata in CLS comprensiva dei Quadri MT (QMT);
- n. 1 Cabina Prefabbricata in CLS comprensiva dei Quadri BT di Parallelo Inverter (QBT);
- n. 1 Trasformatore con rapporto di Trasformazione 36/0,80 kV;
- n. 1 Quadro BT per i servizi Ausiliari, n. 1 autotrasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

- d. Posa in Opera n.3 Control Room;
- e. Posa in Opera n. 3 Vano Tecnico;
- f. realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica per l'alimentazione dei sistemi ausiliari b.t.;
- g. scavi, rinterrati e ripristini per la posa della conduttura di alimentazione principale BT ed MT interne al campo agrivoltaico, dei cavidotti energia, segnali e per il dispersore di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- h. realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da una corda di rame interrata lungo il perimetro dell'edificio ed integrata con picchetti, dai collettori di terra, dai conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- i. realizzazione antintrusione comprensivo della centrale allarmi, delle barriere e delle condutture ad essi relativi;
- j. Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;
- k. Realizzazione di n. 3 Cabine di Parallelo;
- l. Realizzazione della Linea MT (Cavidotto Interrato) dal Generatore Agrivoltaico fino alle Stazione di Elevazione di Utenza (SEU).

La designazione dettagliata delle opere, le loro caratteristiche e dimensioni sono desumibili dagli elaborati grafici di progetto.

## 5. DETERMINAZIONE DELLA D.P.A.

Come precisato in precedenza, nella presente relazione, saranno oggetto di valutazione le seguenti apparecchiature elettriche:

- ---Campo Agrivoltaico (Moduli Fotovoltaici);
- ---Inverter;
- ---elettrodotti di Media Tensione (MT);
- ---Cabine di trasformazione bt/MT;

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 18 di 20

### 5.1 CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVI AL CAMPO AGRIVOLTAICO (MODULO AGRIVOLTAICO)

Nel caso specifico del Campo Agrivoltaico, formato dall'insieme delle Stringhe di Moduli Fotovoltaici, dalle String Box e dai rispettivi Cavi Elettrici, 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, sono molto distanti dai confini dell'impianto.

**Si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettro Magnetico.**

### 5.2 CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVI AGLI INVERTER

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Inoltre 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).

Oltre a quanto specificato, gli inverter ammessi in commercio devono rispettare la normativa vigente sulla compatibilità elettromagnetica, al fine di evitare interferenze con altre apparecchiature e con la rete elettrica.

**Si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettro Magnetico.**

### 5.3 ELETTRODOTTI DI MEDIA TENSIONE

Gli Elettrodotti di Media Tensione relativi al campo agrivoltaico si dividono in:

- Cavi MT 36 kV Interrati per il collegamento Elettrico tra le Power Station;
- Cavi MT 36 kV Interrati per il convogliamento dell'energia elettrica prodotta al punto di connessione.

Per quanto concerne entrambe le tipologie sopra riportate, per i cavi MT interrati il valore di qualità (induzione magnetica < di 3  $\mu$ T), si raggiunge ad una distanza di circa 1 m dal cavo (Vedi Fig. 5.1), che comunque è interrato ad una profondità di circa 1,2 m rispetto al piano di campagna. La posa dei cavi avviene di solito al di sotto di strade esistenti e aree dove non è prevista la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore e/o la costruzione di edifici. **Possiamo pertanto concludere che l'impatto elettromagnetico indotta dai cavi MT è praticamente nullo.**

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
GRUPPO GEO	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 19 di 20

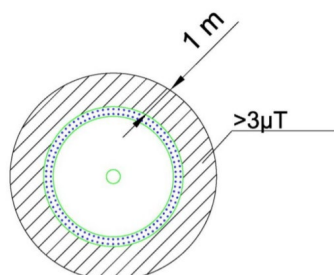


Figura 5.1: Limiti del Campo Magnetico per un Conduttore MT

#### 5.4 CABINE ELETTRICHE BT/MT

All'interno del Campo Agrivoltaico sono presente n.8 Power Station ognuna comprensiva di n. 1 Quadro MT (QMT), di n. 1 Trasformatore con rapporto di Trasformazione 36/0,80 kV, n.1 Quadro Elettrico Generale BT, n. 1 autotrasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

La fascia di rispetto della cabina di trasformazione dell'impianto è calcolata sulla base della metodologia di calcolo semplificato descritta nel DM 29/05/08 pubblicata sulla gazzetta ufficiale n.156 del 5 luglio 2008 S.O. n. 160) mediante l'individuazione della distanza di prima approssimazione D.p.a., ottenuta applicando la seguente formula:

$$D_{pa} = 0,40942\sqrt{Ix}^{0,5241}$$


dove

I = corrente nominale (secondaria del trasformatore) [A];

x = diametro dei cavi in uscita dal trasformatore [m];

Sia nel caso della Cabina di Consegna che nel caso delle Cabine di trasformazione, in ottemperanza al DM 29/05/08 precedentemente citato, è stata prevista una fascia di rispetto espressa a titolo cautelativo mediante l'individuazione della distanza di prima approssimazione. A titolo conservativo è stata scelta come D.p.a. il valore massimo riportato nella tabella dell'art. 5.2.1 del DM 29/05/08 e pari a 2,5 m.

**Saranno pertanto previste attorno alla cabina di consegna ed alle cabine di trasformazione delle fasce di terreno di ampiezza minima di 2,5 m mantenute libere da qualsiasi struttura.**

ELABORATO 023000	<b>COMUNE di PORTOMAGGIORE</b> PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO AVANZATO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 18.030,60 KW</b>	Data: 18/08/2025
	<b>RELAZIONE TECNICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b>	Pagin 20 di 20

## 6. CONCLUSIONI

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, e quindi si può affermare che la realizzazione dell'Impianto agrivoltaico ed in particolare delle seguenti apparecchiature elettriche:

- --- Campo Agrivoltaico (Moduli Fotovoltaici);
- --- Inverter;
- --- Gli elettrodotti di Media Tensione (MT);
- --- le Cabine di trasformazione BT/MT;

comporta rischi trascurabili in merito agli effetti dei campi elettromagnetici sulle persone.

Porto San Giorgio, 18/08/2025

In Fede  
Il Tecnico  
(Dott. Ing. Nicola Ventura)

