



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "FERRARA 5"

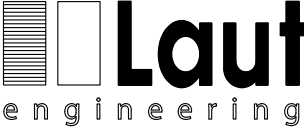


 Comune FERRARA (FE)	Committente JUWI DEVELOPMENT 25 S.R.L. Via Giovanni Battista Pirelli, 30 Milano (MI) - 20124
--	--

PROGETTO DEFINITIVO

Tavola 04R	Scala - Data Dicembre 2025	Titolo RELAZIONE COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA LINEA DI CONNESSIONE
---------------------------------	--	---

Progetto

**Laut**
engineering

LAUT engineering s.r.l.
sede legale ed operativa:
Via San Crispino, 106
35129 PADOVA
tel. 049/2612374
e-mail: laut@lautengineering.it

Ing. ALBERTO VOLTOLINA



Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	12/25	REDAZIONE PROGETTO DEFINITIVO	A.M.	L.M.	A.V.
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					

codice	681.PD	file	681PD04R00.pdf
--------	--------	------	----------------

QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO IN TUTTO O IN PARTE SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEL PROGETTISTA IL QUALE SI RISERVA L'ASSOLUTA ED ESCLUSIVA PROPRIETA' (legge n° 633 del 22/04/41 - art. 2575 e segg. C.C.)

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda la verifica della Compatibilità Elettromagnetica (CEM) della linea di connessione dell'impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 118'134 kWp con tracker ad inseguimento mono-assiale (est-ovest) che la società proponente intende realizzare nel Comune di Ferrara (FE).

.

1 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA GENERALE

1.1 Normative

La normativa che si occupa di tutelare la popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici, disciplina separatamente le alte frequenze (impianti radiotelevisivi, stazioni radio base, ponti radio) e le basse frequenze (elettro-dotti). Le leggi di riferimento nella presente valutazione sono:

- Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'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”.
- DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'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, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”.
- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 “Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e s.m.i.

1.2 Definizioni

Valgono le seguenti definizioni:

- Esposizione: è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;
- Limite di esposizione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;
- Valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate;
- Elettrodotto: Insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- Esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici: è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- Esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;
- Corrente: Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica;
- Portata in corrente in servizio normale: 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 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni;
- Portata in regime permanente: Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può tra-smettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05);
- 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 un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- Distanza di prima approssimazione (DPA): Distanza, in pianta sul li-vello 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. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della ca-bina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.”

1.3 Obiettivi di qualità

Gli obiettivi di qualità sono:

- 1) I criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili indicati dalle leggi regionali;
- 2) I valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico definiti dallo Stato ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

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

– il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ 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 de-terminazione 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.

2 ANALISI ELETTROMAGNETICA

Come noto, dalla normativa citata in materia, le particolarità costruttive di questi cavi, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fanno sì che il campo magnetico prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio.

In aggiunta a questa prima considerazione, si fa notare come le metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, con le quali verranno condotti i calcoli nel seguito, fanno esplicito riferimento al caso in questione come un caso per il quale non è richiesto alcun calcolo delle fasce di rispetto.

All'art. 3.2 dell'allegato al suddetto decreto viene infatti detto che:

“sono escluse dall'applicazione della metodologia:

.....

- Le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

In tutti questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanza previste dal Decreto interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991”.

A scopo cautelativo, si è comunque effettuato il calcolo analitico dei campi magnetici generati.

Per la valutazione del campo magnetico generato da tali elettrodotti occorre innanzitutto individuare le possibili diverse configurazioni che si presentano nel caso in esame, e sulla base di questi individuare i diversi casi sui quali effettuare la valutazione del campo.

Occorre inoltre tenere in considerazione la tipologia dei cavi usati per la realizzazione degli elettrodotti; si tratta, infatti, di cavi sotterranei elicordati.

Si terrà conto, a favore di sicurezza, per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati, come di seguito riportato.

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori. Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

Nelle seguenti figure sono riportati gli andamenti dell'induzione magnetica per una sezione trasversale a quella di posa, per le diverse sezioni rappresentative elencate nel precedente paragrafo. Non è invece rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo. Risulta dal dimensionamento termico, magnetico e della caduta di tensione che la configurazione minima corrisponde a quattro terne di sezione pari a 630 mm².

È stata considerata una profondità di posa di 1,25 m ed un interasse tra terne successive pari a 30 cm. Le terne sono allineate in un unico piano.

Le simulazioni relative al calcolo dell'intensità del campo magnetico sono state elaborate con il software **"FEMM" (Finite Element Method Magnetics) v4.2** sviluppato da David Meeker, utilizzando modelli di calcolo basati sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano Norma CEI 211-4/1996.

Il campo magnetico supera l'obiettivo di qualità per una fascia di 3,1 m centrata nell'asse del cavidotto interrato, pertanto si considera una DPA pari a 4 metri.

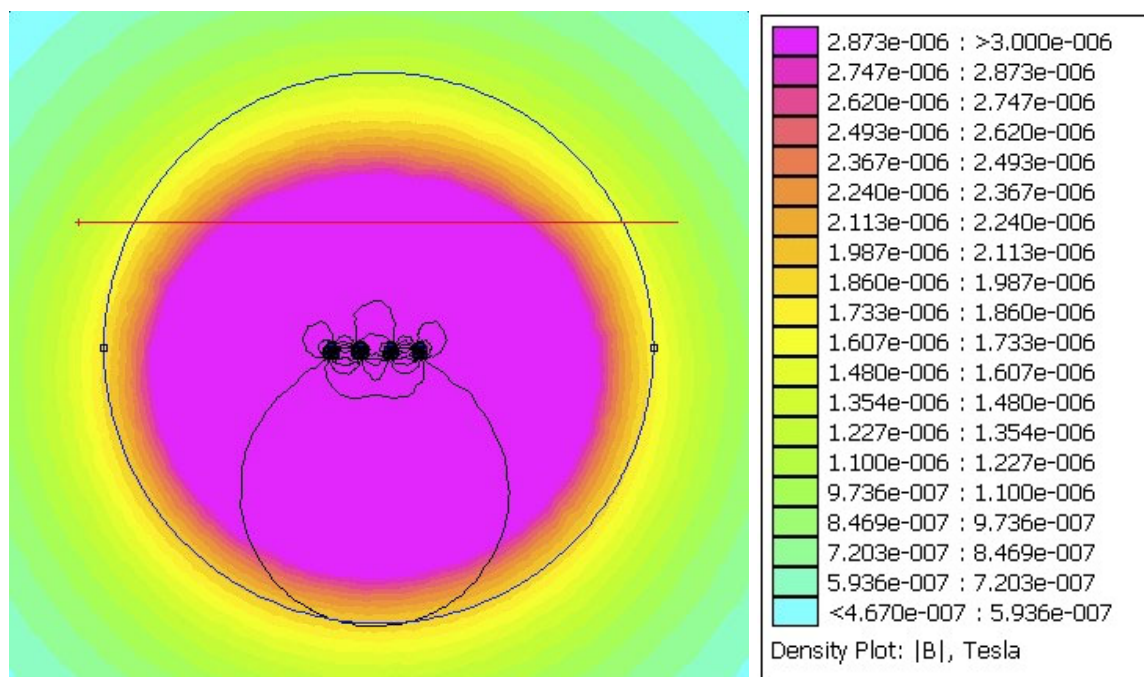


Figura 1 – Rappresentazione del cavidotto interrato e la distribuzione 2D del campo magnetico generato. La linea orizzontale rossa rappresenta il piano di calpestio

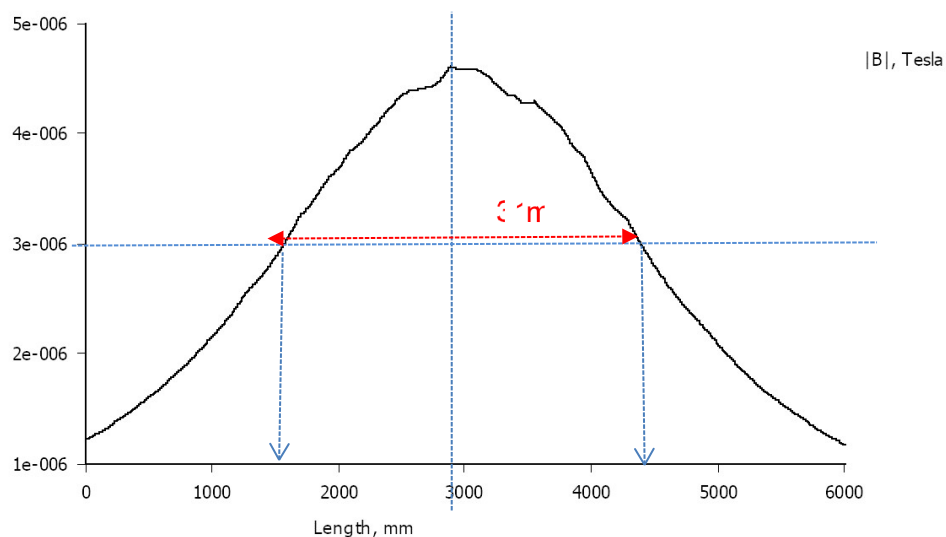


Figura 2 – Distribuzione del campo magnetico rispetto all'asse del cavidotto

CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete di 50 Hz degli elettrodotti".

In generale, per quanto riguarda le aree interne all'impianto, le apparecchiature sono posizionate all'esterno in un'area recintata e non permanentemente presidiata. Ne consegue che non ci siano fattori di rischio per la salute umana associabili al progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali il valore di induzione magnetica attesa supera gli obiettivi di qualità fissati per legge.

Nelle aree esterne all'impianto, ovvero lungo il cavidotto a 36 kV, il campo elettrico è inferiore a 5 kV/m (valore imposto dalla normativa) nelle aree esterne alla recinzione.

Per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo ha dimostrato che la DPA sia pari a 4 m. Sulla base della scelta del tracciato, si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.