

**Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico
avanzato denominato “Carpi_1” di potenza pari a
20,43MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere
connesse alla RTN**

Relazione CEM – Cavidotto



07/12/2023	00	Emissione per autorizzazione	D. Stangalino	O. Retini	D. Stangalino
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente H16_FV_BER_00039		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 			ID Documento Appaltatore -		

Sommario

1	Premessa.....	3
2	Normative di riferimento	4
3	Localizzazione dell'impianto	5
4	Descrizione dell'impianto agrivoltaico	7
5	Campi magnetici	8
5.1	Generalità	8
5.2	Campo magnetico Cavo AT 36 kV di collegamento alla RTN.....	8
6	Campi elettrici.....	10
7	Conclusioni	11

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00039	Pagina 3 / 12
		Numero Revisione
		00

1 Premessa

La presente relazione tecnica ha come scopo la valutazione dei campi elettromagnetici prodotti dal cavidotto di alta tensione a 36 kV che collegherà l'impianto agrivoltaico denominato "Carpil" che sarà costruito nel comune di Carpi, in provincia di Modena alla Stazione Elettrica Terna di Carpi-Fossoli.

La valutazione del campo magnetico consiste nella determinazione della distanza di prima approssimazione (nel seguito indicata con DPA) in accordo alle prescrizioni del DPCM del 8 luglio 2003.

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 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- 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 (c.d. luoghi tutelati).

Le DPA si applicano nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità dei luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

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), nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00039	Pagina 4 / 12
		Numero Revisione
		00

2 Normative di riferimento

Nella stesura della presente relazione tecnica, sono state seguite le prescrizioni indicate e applicabili al caso specifico dalle seguenti norme:

- ✓ Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988 n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”.
- ✓ Legge Quadro n. 36 del 22/02/01 e relativo DPCM 08-07-2003 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
- ✓ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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.
- ✓ Decreto Ministeriale 29 maggio 2008: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- ✓ Norma CEI 106-11: “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003”.
- ✓ Guida CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”.
- ✓ Guida CEI CLC/TR 50453 “Valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza”.
- ✓ Norma CEI EN 61936-1, “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni”.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00039	Pagina 5 / 12
		Numero Revisione
		00

3 Localizzazione dell'impianto

Le caratteristiche geografiche del sito individuato per la realizzazione dell'impianto sono indicate nella seguente tabella (misurate in posizione baricentrica rispetto all'estensione dell'area):

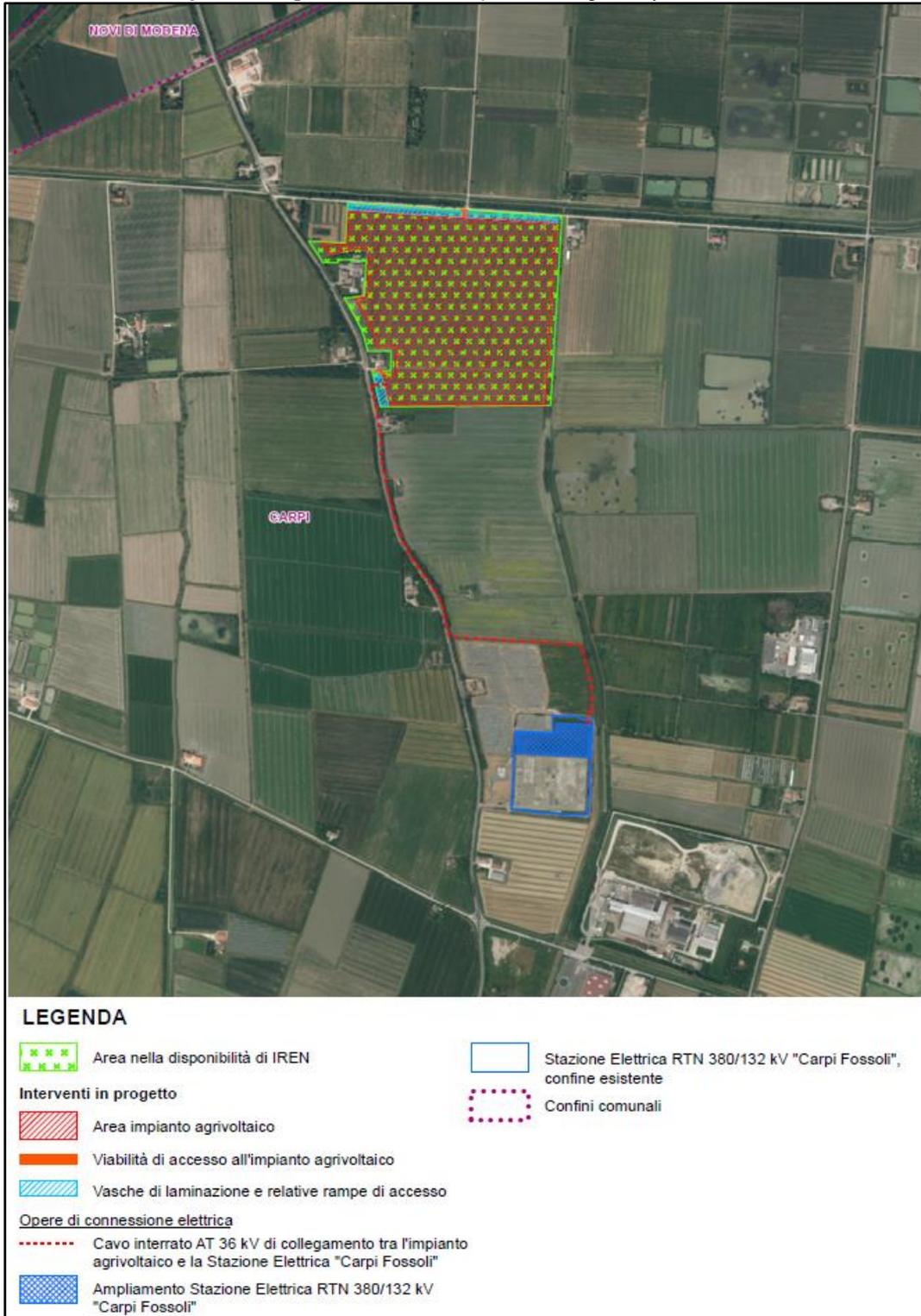
Tabella 1: Caratteristiche geografiche impianto

Nome impianto	Comune	Provincia	Coordinate UTM32-WGS84	Altitudine media (m s.l.m.m.)
Carpi_1	Carpi	Modena	649.971 E 4.969.547 N	17,8

L'area dove verrà realizzato l'impianto ha accesso dalla viabilità esistente: si prevede di realizzare la viabilità di accesso principale sul lato Ovest dell'impianto dalla SP413 Strada Statale Romana Nord e una viabilità secondaria sul perimetro Nord dell'impianto da Via Gruppo (strada comunale).

La planimetria dell'impianto e delle relative opere di connessione alla RTN è riportata nella seguente figura:

Figura 2 – Inquadramento su ortofoto dell'impianto fotovoltaico



	ID Documento Committente H16_FV_BER_00039	Pagina 7 / 12
		Numero Revisione
		00

4 Descrizione dell'impianto agrivoltaico

L'impianto Agrivoltaico occupa una superficie complessiva di circa 30,55 ha ed è costituito da 32.956 pannelli fotovoltaici della potenza di 620 W cad. montati su strutture ad inseguimento di tipo monoassiale e da 6 cabine di campo (Power Station). All'interno di ciascuna cabina di campo è presente l'inverter di campo a 600V ed il trasformatore BT/AT oltre ad ulteriori apparecchiature elettriche.

Le cabine di campo saranno connesse con linee dedicate di alta tensione a 36 kV (due linee radiali) alla cabina di raccolta.

Dalla cabina di raccolta partirà un cavidotto AT a 36 kV di lunghezza 1,55 km da collegare in antenna con nuova sezione a 36kV della esistente stazione elettrica di 380/132 kV della RTN di Carpi-Fossoli.

Il layout dell'impianto è riportato nell'elaborato H16_FV_BGD_00013_Layout quotato.

- Isolamento: in polietilene di tipo XLPE
- Tensione isolamento: 20,8/36 kV
- Designazione del cavo: RE4H5E

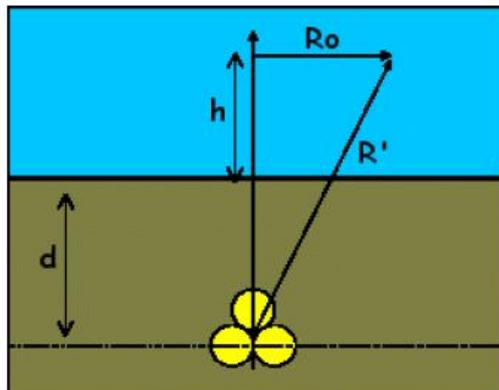
L'elettrodotto AT di collegamento alla stazione Terna sarà composto da 2 terne in parallelo da 1x400 mm², con posa interrata a trifoglio, alla profondità minima di 1,2 m con distanza tra le terne di 250 mm, come indicato nel documento H16_FV_BCD_00036 "Tipici di posa con dettaglio degli attraversamenti".

In riferimento alle suddette condizioni di posa si ottiene una distanza di prima approssimazione DPA, intesa come distanza dal baricentro della linea in tutte le direzioni (R' nella figura 2), come indicato in tabella 2.

Invece della distanza dal baricentro può essere interessante conoscere la distanza dall'asse della linea a livello del suolo (distanza R_0 nella figura 1, con $h=0$), come indicato nella tabella.

Tabella 2: Risultati dei calcoli

Formazione [mm ²]	Diametro esterno [mm]	Portata [A]	Dpa [m]	Distanza asse a livello del suolo	Valore induzione a 1 m dal suolo [μT]
2 terne 1x400	48,1	Singola terna 607	3,091	2,894	5,910



Schema e distanze di cavi interrati posati a trifoglio (CEI 106-11)

Figura 2 – Rappresentazione DpA cavo interrato

	<p>ID Documento Committente</p> <p>H16_FV_BER_00039</p>	Pagina 10 / 12
		Numero Revisione
		00

6 Campi elettrici

Per le linee in cavo di alta tensione essendo i cavi schermati il campo elettrico esterno allo schermo è nullo o comunque inferiore al valore di 5 kV/m imposto dalla Norma.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00039	Pagina 11 / 12
		Numero Revisione
		00

7 Conclusioni

Dall'analisi dei risultati e per quanto mostrato nella planimetria allegata si può concludere che i valori di induzione calcolati sono compatibili con i vincoli previsti dalla normativa vigente. Infatti le aree di prima approssimazione individuate e rappresentate sulla planimetria allegata, non includono in nessun punto luoghi con permanenza abituale di persone superiore a 4 ore e pertanto non coinvolgono né civili abitazioni, né locali pubblici con permanenza di persone, né luoghi di divertimento o svago.

Dato che il percorso dell'elettrodotto lambisce per un breve tratto la proprietà di un edificio a civile abitazione, ove si potrebbe avere la presenza di persone con permanenza superiore alle 4 ore, si rendono necessari, lungo tale tratto, interventi di mitigazione tali da ridurre l'intensità del campo magnetico prodotto dall'elettrodotto.

Tali interventi di mitigazione consisteranno nell'installazione all'interno dello scavo di una schermatura costituita dall'accoppiamento di due materiali:

- Materiale ad alta permeabilità magnetica;
- Materiale ad elevata conducibilità elettrica.

Far riferimento al tipico di posa 2S indicato sulla planimetria di cui all'elaborato H16_FV_BCD_00036 "Tipici di posa con dettaglio degli attraversamenti".

La combinazione dei due materiali, ferromagnetico e conduttivo, permette di realizzare uno schermo con ottime capacità schermanti sia vicino allo schermo, grazie principalmente allo schermo ferromagnetico, sia lontano dallo schermo, grazie allo schermo conduttivo.

Le piastre schermanti disponibili sul mercato sono tipo multistrato costituite da lastre di materiale conduttivo e ferromagnetico. Il diverso comportamento dei due materiali consente di ottenere un prodotto con ottima efficienza di schermatura vicino alla sorgente ed il mantenimento di un buon fattore di schermatura anche allontanandosi dalla stessa.

L'orientamento delle piastre schermanti rispetto alla "sorgente di campo magnetico", è fondamentale per la mitigazione del medesimo.

Da analisi teoriche supportate anche da test sperimentali si evince che l'apposizione delle piastre con la parte ferromagnetica rivolta verso la sorgente garantisce una migliore efficienza schermante solamente nel caso in cui ci si trovi a pochi centimetri dalla schermatura e nel caso in cui venga effettuata una schermatura completa del locale in cui è presente la sorgente; di conseguenza si consiglia questa tipologia di installazione solamente nel caso in cui la "vittima" sia molto vicina (pochissimi cm) alla schermatura.

In tutti gli altri casi le migliori performance schermanti si ottengono con il materiale ad elevata conduttività rivolto verso la "sorgente" e quello ferromagnetico verso la "vittima".

Ciò è legato a due fattori che possono essere così riassunti:

Il materiale conduttivo funziona sul principio di creare un campo magnetico che si oppone a quello sorgente attraverso correnti indotte nello stesso, dallo stesso campo sorgente. È quindi opportuno che il materiale conduttivo veda il maggiore campo sorgente possibile. Se si orienta la piastra con il lato del materiale ferromagnetico verso la sorgente, questo riduce l'effetto di funzionamento del materiale conduttivo.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00039	Pagina 12 / 12
		Numero Revisione
		00

L'efficienza di uno schermo è legata alla continuità magnetica ed elettrica delle piastre schermanti. Il mancato collegamento tra le piastre ad elevata conducibilità, riduce fortemente le caratteristiche schermanti complessive, in quanto le correnti indotte che creano il controcampo si richiudono all'interno della singola piastra e non possono circolare tra una piastra e l'altra. È quindi fondamentale il collegamento elettrico tra le piastre con la sovrapposizione e tramite saldatura nella parte conduttiva.

Nell'elaborato H16_FV-BCD_00040_Tracciato con DpA sono rappresentate le aree di prima approssimazione dei cavi di alta tensione interrati verso la stazione Terna.

Come detto al § 6, essendo i cavi schermati, il campo elettrico esterno allo schermo è nullo o comunque inferiore al valore di 5 kV/m imposto dalla Norma.