

Impianto agrivoltaico		oggetto
Progettazione impianto agrivoltaico "BOARA" presso il comune di Ferrara (FE)		
Relazione tecnica campi elettromagnetici BT-AT lato produzione		riferimento
CS22050		commessa
C50PER10_Rel CEM BT-AT lato produz.		elaborato
		Firma cliente
 Taddeo srl		committente
Via Vittorio n° 20 48018 – Faenza (RA)		
 Sede Legale e Operativa: Piazza della Vittoria 8 - Brescia P.Iva e C.F.: 02754830301 T. (+39) 030.2381551 @ info@stream21.it www.stream21.it		attività di coordinamento di ingegneria
Per. Ind. Vittorio Volpi Per. Ind. Gianpaolo Canova Per. Ind. Federico Alessio Canova Per. Ind. Valentina Leoni Per. Ind. Andrea Tagliani Per. Ind. Marco Mor		attività di progettazione
 trendenergy Società tra Professionisti s.r.l.		
Sede Legale ed Operativa: Via Pape Paolo VI, 15 - 25018 Montichiari (BS) Tel. +39 030 2061703 - Fax +39 030 2061710 P. Iva e C.F. 03342160987 e-mail: info@trendenergy.it www.trendenergy.it ISO 9001:2015 Numero registrazione: CH-52496  		
Per.Ind. Gianpaolo Canova		
Marzo 2023		data

rev	descrizione	data	redazione	verifica	approvazione
01	Riduzione superficie utile	13/03/2023	CFA	CGP	CGP

Indice.....	2
1 PREMESSA.....	3
2 NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO.....	3
3 VERIFICA DEL RISPETTO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA).....	6
3.1 I CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	6
3.2 ELETTRODOTTI.....	7
3.3 PROCEDURA DI CALCOLO DELLE DPA.....	8
3.4 VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI PER L'IMPIANTO DI PRODUZIONE	11
3.5 SORGENTI DI INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO	12
3.6 CONDIZIONI DI CARICO E IPOTESI DI CALCOLO.....	12
3.7 FASCE DI RISPETTO PER LE CABINE	17
3.7.1 FASCE DI RISPETTO PER LA CABINA DI RICEZIONE.....	17
3.7.2 FASCE DI RISPETTO PER LE CABINE INTERNE AL CAMPO.....	17
3.8 EFFETTI CUMULATIVI CON LINEE ED IMPIANTI ESISTENTI.....	18
4 CONCLUSIONI	18
5 NOTA GENERALE ALLA RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO.....	19

1 PREMESSA

Il progetto prevede la produzione di energia elettrica mediante la realizzazione di apposito parco agrovoltaico denominato "BOARA" a cura della società TADDEO S.r.L.

Il progetto intende realizzare un impianto a terra per la produzione di energia elettrica rinnovabile da fonte solare (fotovoltaico) con sistema di inseguimento monoassiale est-ovest da realizzarsi su terreno situato a est dell'abitato di Ferrara, delimitato a nord-ovest da Strada Provinciale n. 2, a sud da strada ponderale.

L'impianto sarà destinato alla produzione di energia elettrica ed opererà in parallelo alla rete elettrica del distributore locale per la vendita dell'energia prodotta.

La potenza di picco del campo fotovoltaico sarà di **67977,00 kWp** e potenza in immissione alla rete di **67977,00 kW**. La reale potenza nominale sarà leggermente inferiore a quella sopra esposta in quanto sarà data dal prodotto della potenza di picco del singolo modulo per il numero totale di moduli installati.

2 *NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO*

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).

Il 12 luglio 1999 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione rivolta agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro normativo per la protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, basandosi sui migliori dati scientifici disponibili. A tal proposito, il Consiglio ha pertanto avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP.

Nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità in relazione agli impianti in grado di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- il limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- il valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore del campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dal CNIRP. Infatti tutti i Paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico. Esso ha inoltre stabilito il valore di attenzione di 10 μ T (microtesla), a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Quale obiettivo di qualità da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, è stato fissato il valore di 3 μ T (microtesla). Tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio.

Non si deve pertanto fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea. Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli, nemmeno in modo maggiormente cautelativo.

Si riassumono di seguito le norme (tecniche e non) a cui fare riferimento:

Normativa cogente

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”
- D.P.C.M. 23 aprile 1992 “Limiti massimi di esposizione dei campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”
- 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.”
- 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”
- Circolare del Ministero dell’Ambiente del 15/11/2004 “Protezione della popolazione dall’esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto”

Norme tecniche

- 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”
- CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV”.
- 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”.
- Rapporto CESI-ISMES A7034603 “Linee Guida per l’uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0”.
- Rapporto CESI-ISMES A8021317 “Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie”.

3 VERIFICA DEL RISPETTO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)

3.1 I CAMPI ELETTROMAGNETICI

La presenza di un conduttore attraversato da una corrente alternata determina intorno ad esso la presenza di un campo elettromagnetico.

In presenza di tensioni-correnti elevate l'esposizione a questo campo determina un rischio, che pertanto dev'essere minimizzato.

In particolare si fa di solito riferimento alle cosiddette radiazioni non ionizzanti a bassa frequenza (ELF - Extremely low frequency), riferite ai campi elettromagnetici generati dalle linee elettriche (o elettrodotti), che comprendono anche le stazioni e le cabine di trasformazione.

I parametri fisici di riferimento sono l'induzione magnetica che si misura in microTesla (μT) ed il campo magnetico si misura invece in Ampere/metro (A/m).

L'induzione magnetica non è altro che il campo magnetico che si genera all'interno di un corpo immerso in un campo magnetico esterno.

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 μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μT) e l'obiettivo di qualità (3 μT) 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 (i cosiddetti "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.

3.2 ELETTRODOTTI

L'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione costituiscono l'elettrodotto. Le linee elettriche sono utilizzate per la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica, e possono essere classificate in base alla tensione di esercizio, che è una costante che caratterizza la linea:

- Linee elettriche di trasporto ad altissima tensione - AAT -220 kV-380kV, collegano le centrali di produzione alle stazioni primarie;
- Linee elettriche di distribuzione ad alta tensione – AT attorno ai 150 kV, collegano le stazioni primarie alle grandi utenze o alle cabine primarie;
- Linee elettriche di distribuzione a media tensione – AT in prevalenza 15- 20 kV, partono dalle cabine primarie ed alimentano le cabine secondarie e medie utenze industriali;
- Linee elettriche di distribuzione a bassa tensione – BT 220-380 V, collegano le cabine secondarie agli utenti della zona.

In base alla struttura della linea si possono distinguere in una tipologia di elettrodotto:

- linee interrate.

Le linee interrate

Negli ultimi anni molte linee aeree, soprattutto alle medie e basse tensioni, sono state sostituite con cavi interrati. In questo caso i tre conduttori sono tenuti separati da guaine protettive ed isolanti e sono localizzati in appositi condotti sotterranei alla profondità di circa 1-1,5 metri.

Le linee interrate, oltre a ridurre notevolmente l'impatto paesaggistico, riducono in maniera significativa anche il campo elettrico e magnetico. L'attuale scarsa diffusione di tale tipo di linee delle alte tensioni è dovuta principalmente al maggior costo di posa in opera rispetto alle tradizionali linee aeree e al maggior costo di manutenzione e di esercizio. Ciò ne limita l'utilizzo a brevi tratte di attraversamento di centri urbani.

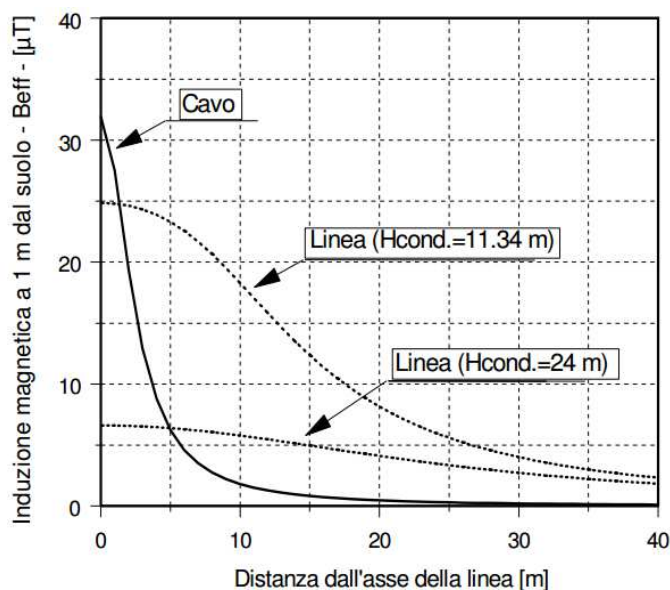


Figura 1: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse della linea

Come si evince dalla Figura 1 L'intensità del campo elettrico generato da linee interrate è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. Le linee in cavo interrato permangono invece significative sorgenti di campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo.

Il campo magnetico generato da una linea interrata si distribuisce in maniera diversa rispetto a quello generato da una linea aerea di tensione e di corrente corrispondente per diversi motivi.

In primo luogo risulta diversa la distanza minima che separa i conduttori stessi da terra (almeno 1 metro). A causa di questo risulta che il valore massimo di campo magnetico prodotto dall'elettrodotto interrato al disopra dei cavi risulta confrontabile, se non addirittura maggiore, di quello prodotto da un elettrodotto aereo di pari caratteristiche elettriche.

Tuttavia essendo diversa anche la distanza che separa i vari conduttori tra loro (pochi centimetri), si ha che, non appena ci si allontana dalla linea, i valori di campo magnetico prodotti dall'elettrodotto interrato si riducono assai più rapidamente di quelli dell'elettrodotto aereo.

3.3 PROCEDURA DI CALCOLO DELLE DPA

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

Al fine di semplificare sia l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche) che le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati sono state elaborate alcune schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche

Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008).

Nelle schede sintetiche sopra citate sono tabellate le DPA in relazione alla geometria dei conduttori e alla portata di corrente in servizio normale.

Nel nostro caso si può fare riferimento solo alle linee AT e Cabine Secondarie (CS).

Anche per casi complessi è inoltre previsto un procedimento semplificato che permette di individuare aree di prima approssimazione che hanno la medesima valenza delle DPA.

Le DPA permettono quindi, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici.

I campi ELF possono essere stimati anche attraverso l'utilizzo di programmi di calcolo, per la cui applicazione è necessaria la conoscenza di alcuni dati della linea elettrica.

In particolare serve conoscere le caratteristiche geometriche della linea (diametro dei conduttori e loro reciproca posizione spaziale, distanza da terra), le sue caratteristiche elettriche (tensione, intensità di corrente) e la posizione (distanza e altezza) del punto dove devono essere valutati i campi rispetto ai conduttori della linea. Il calcolo che segue si rifà direttamente alle indicazioni della norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" pubblicata dal Comitato Elettrotecnico Italiano nel luglio 1996.

Trascurando il calcolo di verifica del campo elettrico che, per come detto in precedenza, risulta non significativo per le linee elettriche interrate, l'algoritmo di calcolo utilizzato per il calcolo dell'induzione magnetica generata da una linea ha come punto di partenza la legge Biot-Savart, che consente di calcolare in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica B prodotta da un conduttore rettilineo percorso da una corrente I attraverso la formula:

$$B = \mu_0 / 2\pi x (I/d) \chi(u \times ur)$$

dove:

d = distanza tra il conduttore e il punto di calcolo;

(u x ur) = prodotto vettoriale dei versori che indicano il verso della corrente e della relativa normale

Sviluppando la relazione precedente per un insieme di N conduttori rettilinei, orizzontali e paralleli fra loro, e dette (xi, yi) le coordinate del conduttore i-esimo, le componenti x e y totali dell'induzione magnetica generata nel punto dello spazio (x, y) dall'intera configurazione di conduttori possono essere espresse attraverso le seguenti relazioni:

$$B_x = \mu_0 / 2\pi \sum I_i [(y - y_i) / ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2)]$$

$$B_y = \mu_0 / 2\pi \sum I_i [(x - x_i) / ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2)]$$

Cabine elettriche

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), la fascia di rispetto deve essere calcolata come segue:

1. Cabine Primarie, generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.
2. Cabine Secondarie, nel caso di cabine di tipo box unificate ENEL (con dimensioni mediamente di 4 m x 2.4 m, altezze di 2.4 m e 2.7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della Cabina, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

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

Per Cabine Secondarie di sola consegna AT la DPA da considerare è quella della linea AT entrante/uscente; qualora sia presente anche un trasformatore e la cabina sia assimilabile ad una "box", la DPA va calcolata con la formula di cui sopra (§ 5.2.1. del DM 29.05.08).

Come prescritto all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 i proprietari/gestori provvedono a comunicare non solo l'ampiezza delle fasce di rispetto, ma anche i dati per il calcolo delle stesse ai fini delle verifiche delle autorità competenti, trasmessi mediante relazione contenente i dati caratteristici delle linee o cabine e le relative DPA, come riportati negli allegati A e B della presente Linea Guida, rispettivamente per linee AT/Cabine Primarie e per linee AT/Cabine Secondarie.

3.4 VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI PER L'IMPIANTO DI PRODUZIONE

La valutazione dei campi elettromagnetici oggetto della presente relazione è relativa all'impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile solare.

L'impianto di produzione da realizzarsi nel comune di Ferrara (FE) a cura della società TADDEO S.r.l. e denominato impianto Boara, con potenza di picco del campo fotovoltaico di **72235,80 kWp** e potenza in immissione alla rete di e potenza in immissione dalla rete di **70000,00 kW**, prevede oltre la cabina di consegna anche trentotto (38) cabine di trasformazione distribuite in campo per l'innalzamento da BT a AT della tensione. Le linee in BT in campo prevedono l'installazione di inverter per la conversione CC/AC della tensione, con gestione diretta della singola stringa.

Il livello di tensione a partire dalle cabine di consegna fino alle cabine di campo sarà pari a 36kV 3F AC 50Hz, a partire dalle cabine di trasformazione in campo fino ai convertitori il livello di tensione sarà pari a 0.8 kV 3F+PE AC TN-S mentre il livello di tensione dai convertitori ai moduli fotovoltaici sarà pari a 1,5kVcc.

I cavidotti interrati relativi alla connessione degli impianti in AT alla rete elettrica nazionale saranno posizionati lungo la viabilità esistente e all'interno del terreno attiguo ad uso agricolo.

La corrente di impiego dei cavi di collegamento dell'impianto di produzione ed il relativo punto di consegna sarà pari a:

$$I_{\text{cavo}} = P_{\text{non}} / (\sqrt{3} * V_{\text{linea}}) = 72.235,80 / (\sqrt{3} * 36) = 1158,48 \text{ A}$$

I cavidotti interrati relativi alla connessione degli impianti in AT interni al campo fotovoltaico, in uscite dalle cabine con trasformatore 0.8/36 kV verranno fatti transitare all'interno del perimetro della proprietà del campo fotovoltaico, in terreni di tipo agricolo.

$$I_{\text{cavo}} = P_{\text{non}} / (\sqrt{3} * V_{\text{linea}}) = 2500 / (\sqrt{3} * 36) = 40,09 \text{ A}$$

3.5 SORGENTI DI INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Gli elementi costituenti gli impianti di produzione che possono essere considerati possibili sorgenti di inquinamento elettromagnetico sono i convertitori CC/AC, i trasformatori AT/BT, la rete interrata di AT che collega le cabine di campo con le cabine di consegna ed i cavi collegamento tra le cabine di consegna e la stazione di AT Terna.

I trasformatori BT/AT con la relativa quadristica di Alta tensione sono installati all'interno delle strutture prefabbricate in campo. Al fine di valutare l'effettiva influenza di queste macchine sulla generazione di nuovi campi magnetici, va considerato che ogni cabina sarà di fatto situata ad una quota minima di circa 10 m rispetto ai confini con le proprietà confinanti per cui il contributo all'inquinamento elettromagnetico dovuto alle cabine di campo nei confronti delle proprietà limitrofe è notevolmente ridotto.

Considerazioni analoghe possono essere estese anche ai dispositivi elettrici delle cabine di consegna di Terna ed utente, in quanto le distanze di rispetto imposte dalle specifiche di riferimento (Codice di Rete di Terna e Regole Tecniche di Connessione di Terna) rendono trascurabili gli effetti elettromagnetici riconducibili alle apparecchiature elettriche installate nelle stesse cabine.

Per le linee interrate a Alta Tensione che collegano tra loro gli impianti di produzione di energia con la stazione di trasformazione AT/BT con una tensione di 36/0,8 kV, gli effetti elettromagnetici non risultano trascurabili a priori. Infatti, nonostante la rete AT venga interrata ad una profondità minima di 1 m per schermare l'emissione del campo elettro-magnetico (per cui può essere sistemata anche in prossimità di centri abitati), è comunque necessario che siano calcolate le relative fasce di rispetto a 3 µT, nel rispetto della normativa vigente.

Per il calcolo di tali fasce di rispetto si fa riferimento alla norma CEI 211-4 e al Decreto del 29/05/08 emanato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare recante "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

3.6 CONDIZIONI DI CARICO E IPOTESI DI CALCOLO

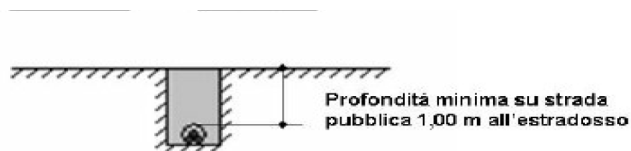
Per quanto riguarda le linee elettriche in AT che provvedono alla distribuzione dell'energia all'interno del campo fotovoltaico, connessione delle cabine di campo contenenti i trasformatori di elevazione della tensione 0,8/36 kV; si avranno i seguenti casi:

Linea	Tipo linea	Lunghezza [m]	Formazione [mm ²]	Tipo di posa	Portata di corrente cavo interrato (da scheda tecnica del costruttore)	Corrente di impiego del cavo
Linea cabinato elevazione FV2-1	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	269,72 A
Linea cabinato elevazione FV2-2	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	236,01 A
Linea cabinato elevazione FV2-3	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	202,29 A
Linea cabinato elevazione FV2-4	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	168,58 A
Linea cabinato elevazione FV2-5	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	134,86 A
Linea cabinato elevazione FV2-6	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	101,15 A
Linea cabinato elevazione FV2-7	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	67,43 A
Linea cabinato elevazione FV2-8	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	33,71 A
Linea cabinato elevazione FV2-9	Cavo in Alta Tensione	903	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	269,72 A
Linea cabinato elevazione FV2-10	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	236,01 A
Linea cabinato elevazione FV2-11	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	202,29 A
Linea cabinato elevazione FV2-12	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	168,58 A
Linea cabinato elevazione FV2-13	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	134,86 A
Linea cabinato elevazione FV2-14	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	101,15 A
Linea cabinato elevazione FV2-15	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	67,43 A

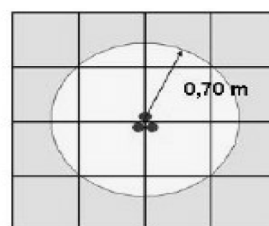
Linea	Tipo linea	Lunghezza [m]	Formazione [mm ²]	Tipo di posa	Portata di corrente cavo interrato (da scheda tecnica del costruttore)	Corrente di impiego del cavo
Linea cabinato elevazione FV2-16	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	33,71 A
Linea cabinato elevazione FV2-17	Cavo in Alta Tensione	560	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	236,01 A
Linea cabinato elevazione FV2-18	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	202,29 A
Linea cabinato elevazione FV2-19	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	168,58 A
Linea cabinato elevazione FV2-20	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	134,86 A
Linea cabinato elevazione FV2-21	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	101,15 A
Linea cabinato elevazione FV2-22	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	67,43 A
Linea cabinato elevazione FV2-23	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	33,71 A
Linea cabinato elevazione FV1-1	Cavo in Alta Tensione	1600	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	115,17 A
Linea cabinato elevazione FV1-2	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	91,96 A
Linea cabinato elevazione FV1-3	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	71,38 A
Linea cabinato elevazione FV1-4	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	50,79 A
Linea cabinato elevazione FV1-5	Cavo in Alta Tensione	250	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	24,96 A
Linea cabinato elevazione FV1-6	Cavo in Alta Tensione	2000	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	258,35 A

Linea	Tipo linea	Lunghezza [m]	Formazione [mm ²]	Tipo di posa	Portata di corrente cavo interrato (da scheda tecnica del costruttore)	Corrente di impiego del cavo
Linea cabinato elevazione FV1-7	Cavo in Alta Tensione	250	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	232,51 A
Linea cabinato elevazione FV1-8	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	206,68 A
Linea cabinato elevazione FV1-9	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x185	Interrato a 1,0 m	321 A	180,84 A
Linea cabinato elevazione FV1-10	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	155,01 A
Linea cabinato elevazione FV1-11	Cavo in Alta Tensione	100	3x1x95	Interrato a 1,0 m	223 A	129,17 A

La valutazione della dimensione del valore di DPA verrà eseguita tenendo come riferimento la tabella sotto allegata, che tiene conto di conduttori con sezione nominale di 185 e 95 mm², ovvero di taglia maggiore a quelli scelti nel dimensionamento dei circuiti elettrici di distribuzione, ma che garantiscono una valutazione cautelativa dell'estensione della Distanza di Prima Approssimazione.



**Fascia di rispetto (B > 3 microT)
Non rappresentabile in quanto
di dimensione molto ridotta**



**Fascia di rispetto (B > 3 microT) per cavo interrato MT ad
elica visibile (passo d'elica 3 m) – sez. 185 mm² – In 324 A**

Tenendo in considerazione il fatto che la massima corrente di impiego dei cavi di connessione dei trentotto cabinati di elevazione, interni al campo fotovoltaico, è riportata nella tabella nella pagina precedente, con tensione di 36 kV, e l'andamento lineare del valore del campo elettromagnetico con la corrente che lo genera, come indicato al paragrafo precedente, se ne conclude che la fascia di rispetto si riduce ulteriormente al valore di:

Cabinato FV2-1: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = 0.70 * 269,72/ 321 = 0.59m

Cabinato FV2-2: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = 0.70 * 236,01/ 321 = 0.51m

Cabinato FV2-3: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = 0.70 * 202,29/ 321 = 0.44m

Cabinato FV2-4: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 168,58 / 223 = 0.53m$

Cabinato FV2-5: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 134,86 / 223 = 0.42m$

Cabinato FV2-6: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 101,15 / 223 = 0.31m$

Cabinato FV2-7: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 67,43 / 223 = 0.21m$

Cabinato FV2-8: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 33,71 / 223 = 0.11m$

Cabinato FV2-9: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 269,72 / 321 = 0.59m$

Cabinato FV2-10: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 236,01 / 321 = 0.51m$

Cabinato FV2-11: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 202,29 / 321 = 0.44m$

Cabinato FV1-12: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 168,58 / 223 = 0.53m$

Cabinato FV2-13: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 134,86 / 223 = 0.42m$

Cabinato FV2-14: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 101,15 / 223 = 0.31m$

Cabinato FV2-15: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 67,43 / 223 = 0.21m$

Cabinato FV2-16: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 33,71 / 223 = 0.11m$

Cabinato FV2-17: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 236,01 / 321 = 0.51m$

Cabinato FV2-18: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 202,29 / 321 = 0.44m$

Cabinato FV2-19: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 168,58 / 223 = 0.53m$

Cabinato FV2-20: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 134,86 / 223 = 0.42m$

Cabinato FV2-21: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 101,15 / 223 = 0.31m$

Cabinato FV2-22: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 67,43 / 223 = 0.21m$

Cabinato FV2-23: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 33,71 / 223 = 0.11m$

Cabinato FV1-1: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 115,17 / 223 = 0.36m$

Cabinato FV1-2: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 91,96 / 223 = 0.29m$

Cabinato FV1-3: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 71,38 / 223 = 0.22m$

Cabinato FV1-4: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 50,79 / 223 = 0.16m$

Cabinato FV1-5: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 24,96 / 223 = 0.08m$

Cabinato FV1-6: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 258,35 / 321 = 0.56m$

Cabinato FV1-7: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 232,51 / 321 = 0.51m$

Cabinato FV1-8: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 206,68 / 321 = 0.45m$

Cabinato FV1-9: DPA * (Corrente di impiego / Portata nominale del cavo) = $0.70 * 180,84 / 321 = 0.39m$

Cabinato FVI-10: $DPA * (\text{Corrente di impiego} / \text{Portata nominale del cavo}) = 0.70 * 155,01 / 223 = 0.49m$

Cabinato FVI-11: $DPA * (\text{Corrente di impiego} / \text{Portata nominale del cavo}) = 0.70 * 129,17 / 223 = 0.41m$

3.7 FASCE DI RISPETTO PER LE CABINE

3.7.1 FASCE DI RISPETTO PER LA CABINA DI RICEZIONE

La Cabina elettrica di consegna elettrica verrà realizzata nel rispetto delle specifiche di riferimento del settore specifico (Codice di Rete di Terna e Regole Tecniche di Connessione di Terna), per cui gli effetti elettromagnetici dei suoi dispositivi elettrici si esauriranno all'interno del suo perimetro.

3.7.2 FASCE DI RISPETTO PER LE CABINE INTERNE AL CAMPO

Le Cabine elettriche di campo, ove verranno installati i trasformatori elevatori 0,8/36 kV, saranno realizzate con sistemi prefabbricati, con struttura portante metallica, che verrà connessa alla rete di terra generale dell'impianto di produzione.

Il calcolo del valore di DPA viene eseguito con riferimento alla formula:

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

Il valore va calcolato simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT 0,8/36 kV in uscita dal trasformatore (I); con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x). I calcoli sono seguiti sulla parte in BT del trasformatore, dove la corrente dello stesso è pari a 1804 A

$$DPA = 0.40942 * 0,067^{0.5241} * \sqrt{1804} = 4,22 \text{ metri}$$

Tenuto conto delle dimensioni del prefabbricato che sono quanto sopra indicato, 6,5 x 2,7 x 2,7 metri (lunghezza x larghezza x altezza), l'estensione della Distanza di Prima Approssimazione, dal perimetro esterno del fabbricato, sul lato corto dello stesso, è di 1,52 metri. Tenendo conto che il prefabbricato verrà posato ad una distanza dal perimetro della proprietà di circa 10 metri, l'estensione della Distanza di Prima Approssimazione è contenuta all'interno del parco fotovoltaico.

3.8 EFFETTI CUMULATIVI CON LINEE ED IMPIANTI ESISTENTI

Le situazioni in cui vi sono possibili interferenze fra linee elettriche parallele, deviazioni o incroci fra linee sono considerate dalla Normativa vigente come “casi complessi”, nei quali per la descrizione della fascia di rispetto non risulta più sufficiente fornire la sola DPA.

In tali situazioni la metodologia di calcolo indicata dal Decreto 29 maggio 2008, prevede la possibilità di determinazione dell'Area di Prima Approssimazione sulla base di specifici incrementi parametrizzati; i casi complessi considerati dal Decreto sono i seguenti:

- parallelismi di linee elettriche aeree in AT;
- incroci di linee elettriche aeree AT/AT;
- derivazioni e cambi di direzione di linee elettriche aeree AT e AT

Nel caso specifico negli impianti di produzione oggetto del presente studio, le linee elettriche interne agli impianti sono tutte in cavo interrato e risultano sufficientemente distanziate da altre linee elettriche già esistente o in progetto, si possono pertanto escludere possibili effetti cumulativi.

4 CONCLUSIONI

Dalle considerazioni esposte e dai risultati dei calcoli svolti si conclude che la nuova linea di collegamento dell'impianto di produzione con la Stazione di Terna, della cabina di ricezione linee elettriche AT, delle linee di AT interne al campo fotovoltaico e dei cabinati di trasformazione ed elevazione AT/BT, dà contributi in termini di campo elettrico e di induzione magnetica che, nei riguardi delle abitazioni più prossime, risulteranno ampiamente al di sotto dei limiti di esposizione dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità di cui al DPCM 8 luglio 2003.

Come riportato nei paragrafi precedenti le DPA ricadono tutte all'interno del della proprietà del sito interessato.

Quanto indicato nei precedenti paragrafi, le dimensioni delle DPA, la distanza dai ricettori più vicini e la loro destinazione d'uso sono riportate negli elaborati grafici di dettagli denominati “C50PND09_Plan.Catasto e CEM conn”

5 NOTA GENERALE ALLA RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

La presente è da ritenersi annullata per qualsiasi modifica, rispetto a quanto precedentemente descritto, apportata durante le fasi di realizzazione dell'impianto elettrico e priva di adeguata certificazione rilasciata dal sottoscritto.

Data Marzo 2023.

Canova Gianpaolo
