

Impianto agro-fotovoltaico "Corigliano d'Otranto" Comune di Corigliano d'Otranto (LE)

Proponente



SORGENIA RENEWABLES S.r.l
Via Algardi, 4 – 20148 Milano
tel. 02 671941 – fax 02 67194210
<http://www.sorgenia.it>
sorgeniarenewables@sorgenia.it
PEC.sorgenia.renewables@legalmail.it



RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

PROGETTISTA



Tiemes Srl
Via Sangiorgio 15- 20145 Milano
tel. 024983104/ fax. 0249631510
pec: info@pec.tiemes.it
www.tiemes.it

00	12/10/2021	Prima emissione		LM	VDA	VDA
Rev.	Data emiss	Descrizione	St	Pre	Chk	App
Origine File: 18014CDO.PD.R.14.00 - Relazione sui campi elettromagnetici.docx		Documento n°				
		Commessa	Proc	Tipo doc		Num
		18014	CDO	PD	R	14
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden						

SOMMARIO

1	PREMESSA E SCOPO	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3	GENERALITÀ.....	4
4	PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	5
5	OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08.....	7
5.1	Compatibilità E.M. dei moduli fotovoltaici.....	8
5.2	Compatibilità E.M. delle power stations, cabina di utenza e cabina di consegna	8
5.3	Compatibilità E.M. degli elettrodotti MT di collegamento tra le power stations e cabina di utenza.....	9
5.4	Compatibilità E.M. della linea aerea di MT	11
6	PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO.....	12
7	CONCLUSIONI	13

1 PREMESSA E SCOPO

La presente relazione costituisce parte integrante di un progetto definitivo di un impianto agrovoltivo di generazione elettrica da solare fotovoltaico e produzione di cereali e legumi. La potenza nominale di picco è pari a 10,84 MW e la realizzazione sarà nel Comune di Corigliano d'Otranto, in provincia di Lecce .

Lo scopo della relazione, in conformità al procedimento per il calcolo della distanza di prima approssimazione (DPA), è quello di fornire i valori delle DPA per i cavidotti e le cabine elettriche presenti all'interno dell'area di impianto e dell'elettrodotto di connessione alla rete MT di e-distribuzione.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". G. U. n. 55 del 7 marzo 2001.
- DPCM 8 luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" - G. U. n. 200 del 29 agosto 2003.
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156).
- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche.
- 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 1: linee elettriche aeree e in cavo.
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.

- Enel - Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

3 GENERALITÀ

Si definisce campo elettrico una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo elettrico, dovuta alla presenza di cariche elettriche; in tale regione una particella carica elettricamente risulta sottoposta a una forza di attrazione o repulsione. Il campo magnetico è invece una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo magnetico, causata da un magnete o dal passaggio di una corrente elettrica in un conduttore; all'interno di un campo magnetico, un dipolo magnetico è soggetto a una forza di rotazione (momento) che tende a modificarne l'orientamento nello spazio.

Un campo elettromagnetico è il risultato della concatenazione di un campo elettrico e di un campo magnetico generati da un campo (elettrico o magnetico) variabile nel tempo; i campi elettromagnetici hanno la proprietà di diffondersi nello spazio e di trasportare energia e sono usualmente rappresentati sotto forma di onde con determinata frequenza (numero di oscillazioni al secondo). I campi elettromagnetici sono usualmente classificati secondo la frequenza in:

- Campi a Frequenza Estremamente Bassa, detti ELF (Extremely Low Frequency), da 30 a 300 Hz;
- Campi a Radiofrequenza, detti RF, da 300 kHz a 300 MHz;
- Microonde, da 300 MHz a 300 GHz.

I campi generati dagli elettrodotti sono caratterizzati dalla cosiddetta frequenza industriale (50Hz) e pertanto appartengono alla prima categoria (ELF). Per essi non si parla usualmente di campi elettromagnetici ma, separatamente, di campi elettrici e campi magnetici. Ciò è dovuto al fatto che a frequenze così basse le principali proprietà dei campi elettromagnetici, cioè la concatenazione dei campi e la capacità di irradiarsi nello spazio, vengono a mancare. Il campo elettrico e quello magnetico hanno pertanto proprietà, e assumono valori, indipendenti l'uno dall'altro e inoltre esauriscono in massima parte i loro effetti a distanza limitata dalla sorgente.

L'intensità del campo elettrico, generalmente indicata con la lettera E si esprime in Volt per metro (V/m), generato dagli elettrodotti, mantiene livelli stabili nel tempo in una data posizione spaziale e dipende da diversi fattori:

- dalla tensione della linea (cresce al crescere della tensione);
- dalla distanza dalla linea (decresce allontanandosi dalla linea);

- dall'altezza dei conduttori da terra (decrese all'aumentare dell'altezza).

L'intensità del campo magnetico è indicata con la lettera H ed è espressa in Ampere per metro (A/m); oltre a tale unità di misura è frequentemente utilizzata la grandezza induzione elettromagnetica, indicata con la lettera B ed espressa usualmente in Tesla (T) o microTesla (μT).

Tale grandezza è correlata alla permeabilità magnetica del mezzo attraversato. Nei mezzi isotropi B e H assumono lo stesso valore: poiché la permeabilità magnetica dell'aria e del corpo umano sono uguali, nelle valutazioni che hanno attinenza con la salute umana i due termini sono usati indifferenteemente. I livelli di campo magnetico variano nel tempo in funzione della variazione di corrente, infatti la sua intensità dipende:

- dalla corrente che scorre lungo i fili conduttori delle linee (aumenta con l'intensità di corrente sulla linea);
- dalla distanza dalla linea (decrese allontanandosi dalla linea);
- dall'altezza dei conduttori da terra (decrese all'aumentare dell'altezza).

4 PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI

La Legge n.36 del 22 febbraio 2001 è indirizzata alla tutela e della salute della popolazione e dei lavoratori dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da qualsiasi impianto che operi nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 300 GHz e che emette in ambiente esterno in ambiente interno. La tutela della salute viene conseguita attraverso la definizione di tre differenti limiti: limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità. Il DPCM 08/07/2003 disciplina, a livello nazionale, in materia di esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz) generati dagli elettrodotti, fissando:

- i limiti per il campo elettrico (5 kV/m);
- i limiti per l'induzione magnetica (100 μT);
- i valori di attenzione (10 μT) e gli obiettivi di qualità (3 μT) per l'induzione magnetica da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio

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.

I valori limiti per il campo elettrico e l'induzione magnetica sono valori massimi, il valore di attenzione $10 \mu\text{T}$ si applica "nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere".

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 $3 \mu\text{T}$ del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

Si riportano le seguenti definizioni:

- 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 ($3 \mu\text{T}$).

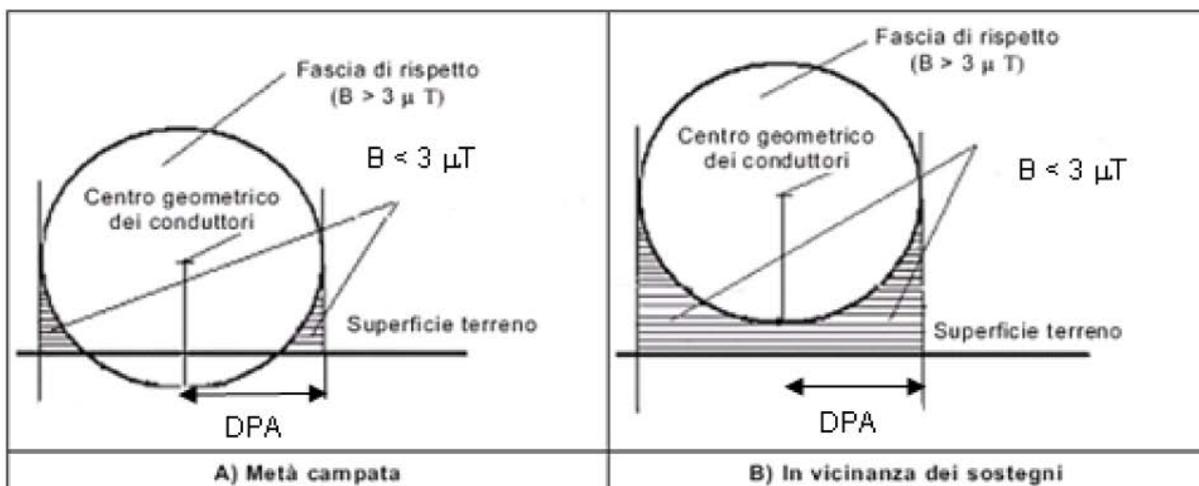


Figura 4-1 - Fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee in corrente continua);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i

5 OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08

Ai fini di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali al parco fotovoltaico in progetto, si studiano nel presente capitolo i seguenti componenti:

- moduli fotovoltaici,
- power stations, utenza e consegna
- elettrodotti in MT di connessione tra le power stations e la cabina di utenza
- cavidotto interrato in MT di connessione tra la cabina di consegna e il palo P1 della linea aerea e tra il palo P62 e la CP di Galatina
- cavidotto aereo in MT di connessione tra il palo P1 e il palo P62

Per determinare le fasce di rispetto degli elettrodotti e della cabina elettriche previste nel progetto è stato preso come riferimento il documento pubblicato da Enel Distribuzione "Linee guida per il calcolo della distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche".

5.1 Compatibilità E.M. dei moduli fotovoltaici

In merito all'installazione di moduli fotovoltaici e dei relativi cablaggi in corrente continua si può stabilire che i limiti di riferimento dei valori di campo Elettro Magnetico siano rispettati; in quanto:

- La sezione di impianto analizzata funziona in corrente continua, ovvero a frequenza nulla,
- come richiesto per una buona esecuzione delle opere i cavi con diversa polarizzazione saranno posti a contatto, annullando la produzione di campi magnetici statici in punti esterni,
- gli unici cavi in CC interessati da un valore di corrente significativo saranno relativi alle dorsali principali. Tali dorsali saranno posizionate tra le file di pannelli e quindi distanti dai confini del campo fotovoltaico.

5.2 Compatibilità E.M. delle power stations, cabina di utenza e cabina di consegna

L'impianto fotovoltaico è suddiviso in 5 sottocampi, ognuno con propria power station e 1 cabina di utenza in cui confluisce tutta l'energia prodotta all'interno dell'impianto.

Ciascuna power station contiene 1 inverter da 1818 kVA, 1 trasformatore 20/0,6 kV da 1818 kVA e 1 trasformatore ausiliario da 20 kVA, quadri BT e quadri MT.

Il calcolo della fascia di rispetto in questo caso si basa sulla metodologia semplificata indicata nel DM 29/05/2008. Si individua dunque la distanza di prima approssimazione DPA, tramite l'applicazione della formula:

$$DPA = 0,40942 \cdot \sqrt{I} \cdot x^{0,5241}$$

nella quale:

I è la corrente nominale al secondario del trasformatore (BT) espressa in ampere [A]

x è il diametro reale dei cavi in uscita dal trasformatore espresso in metri [m]

Con le ipotesi descritte la distanza di prima approssimazione risulta pari a 3 m.

Sarà pertanto previsto il mantenimento di tale fascia di rispetto dalle power stations.

Sulle cabine elettrica di utenza e consegna convergeranno esclusivamente cavi di MT con una corrente massima molto inferiore alle correnti in gioco nelle power stations; sono inoltre presenti all'interno solo trasformatori per servizi ausiliari di potenza trascurabile. Essendo la

corrente di riferimento delle linee MT molto inferiore della corrente di riferimento per il calcolo della DPA delle power stations, si assume comunque un valore cautelativo di DPA pari a 2 m.

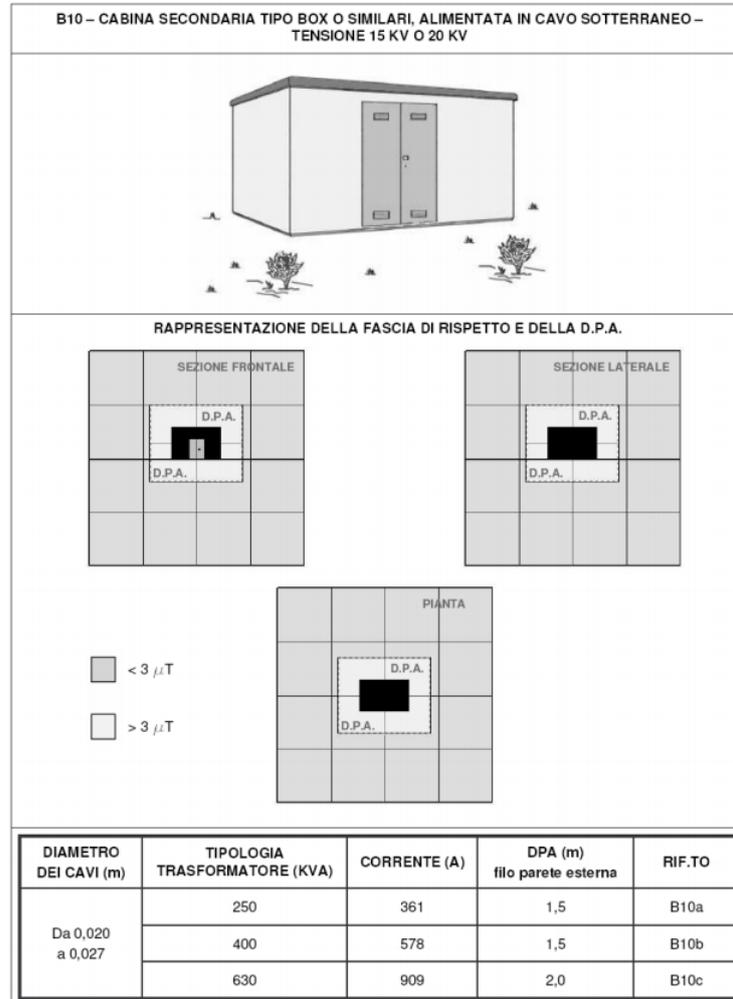


Figura 5-1 - Fasce di rispetto e DPA per cabina di consegna e utenza

5.3 Compatibilità E.M. degli elettrodotti MT di collegamento tra le power stations e cabina di utenza

L'elettrodotto in media tensione di collegamento tra le power stations e la cabina di utenza sarà interrato ad una profondità di circa 1,2 m rispetto al piano campagna e localizzato per la buona parte della sua lunghezza sotto strada di accesso all'interno del parco e tra i filari degli inseguitori solari.

Si evidenzia che le aree stradali non prevedono la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore e tanto meno la realizzazione di edifici. Inoltre, il valore di qualità, ovvero induzione magnetica minore di $3 \mu T$ per conduttori in MT interrati viene raggiunto ad una distanza inferiore ad 1,05 m dal cavo; per tanto essendo l'elettrodotto interrato a circa 1,2 m di profondità dal piano

campagna si può concludere che l'impatto elettromagnetico indotto dai cavi in MT sia praticamente nullo.

In Figura 5-1 è indicato l'andamento dell'induzione E.M. per conduttori in MT in funzione della distanza dal conduttore, in riferimento a norma CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT".

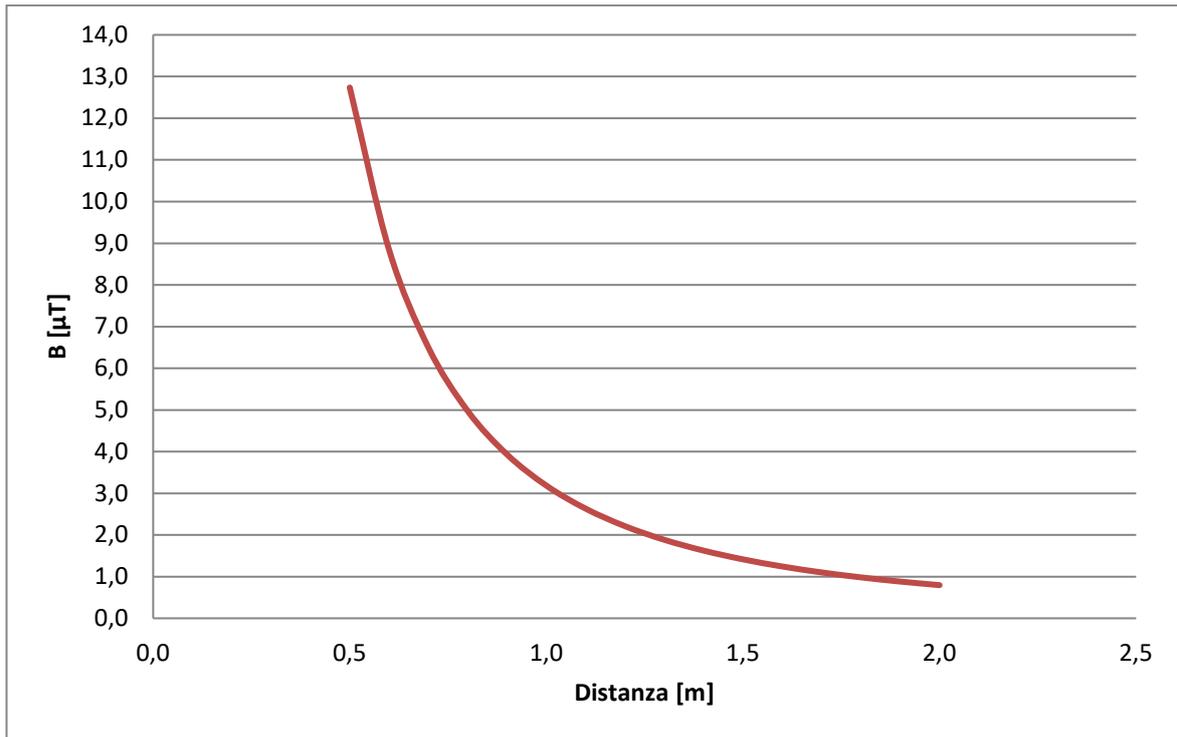


Figura 5-2 - Andamento induzione E.M. per conduttori in funzione della distanza dal conduttore, in riferimento a norma CEI 106-12

Ai sensi di tale norma il campo magnetico indotto può essere stimato sulla base delle formule semplificate riportate in Figura 5-2. Dove:

I è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]

S è la distanza tra le fasi, che in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008 può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)

D è la distanza del punto nel quale si desidera valutare il valore di campo magnetico indotto.

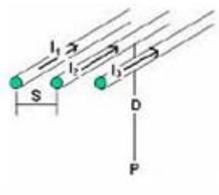
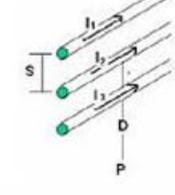
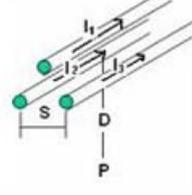
a) Terna trifase di conduttori in piano	b) Terna trifase di conduttori in verticale	c) Terna trifase di conduttori a triangolo
		
$B(\mu T) = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I S}{D D}$		$B(\mu T) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I S}{D D}$

Figura 5-3 - Calcolo semplificato campo magnetico indotto norma CEI 106-12

5.4 Compatibilità E.M. della linea aerea di MT

Il tratto aereo in media tensione è costituito da cavi cordati ad elica con una sezione di 150 mm². Come specificato nelle linee guida di Enel, tale tipologia di linea non rientra in quelle sottoposte alle disposizioni presenti nell'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 e le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988 e s.m.i.

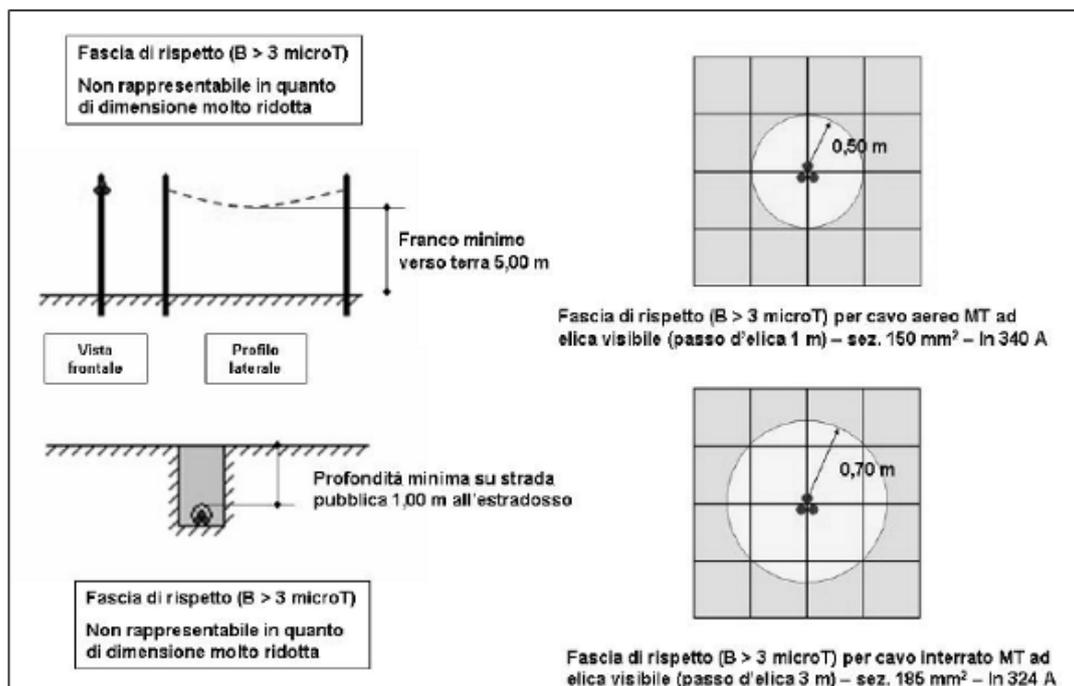


Figura 5-4 - Fasce di rispetto per cavi ad elica visibile

Come si evince dall'immagine sottostante, la DPA per un cavo aereo MT ad elica di sezione pari a 150 mm² risulta pari a 50 cm.

Considerando che entro le distanze DPA di cui sopra non sono presenti recettori; si può affermare che non sono previsti impatti elettromagnetici riconducibili al cavidotto aereo di connessione.

In riferimento alla determina n. 1438 del 17/11/2020 della Provincia di Lecce in cui si evidenziano incompatibilità con il PUG di Galatina in riferimento all'edificazione di fabbricati in adiacenza a linee elettriche aeree, si specifica che la linea in progetto essendo ad una tensione di 20kV non rientra nel campo di applicazione dell'art. 8.5.1 delle N.T.A. del PUG sopra citato.

Tuttavia, qualora lo si ritenga necessario in fase di conferenza dei servizi il proponente si rende disponibile ad interrare sotto strada pubblica l'intero percorso di connessione alla rete MT di distribuzione.

6 PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO

L'impianto in progetto verrà gestito a distanza e non richiede presenza costante di personale negli edifici durante il normale funzionamento.

Gli impianti delle apparecchiature elettromeccaniche saranno conformi alle normative in vigore in termini di protezione ed emissione di campi elettromagnetici. Non saranno presenti apparecchiature che introducono problematiche particolari in termini di emissione di onde elettromagnetiche e/o radiazioni non ionizzanti.

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e quindi con permanenze limitate. Non saranno previsti interventi che comportino una permanenza superiore alle 4 ore.

La manutenzione che potrebbe esporre il personale a campi elettromagnetici riguarda la stazione di trasformazione "SSE Utente" o le cabine di conversione e trasformazione. Nella quasi totalità dei casi la manutenzione nella parte di produzione e trasformazione, avviene fuori con gli impianti in sicurezza, quindi in assenza di tensione e corrente e quindi anche in assenza di campi elettromagnetici.

In conclusione, per quanto sopra esposto, il personale non sarà esposto a rischi specifici.

7 CONCLUSIONI

La presente relazione ha valutato le fasce di rispetto per gli elementi dell'impianto fotovoltaico in progetto.

L'impianto agrofotovoltaico presenta sezioni funzionanti in corrente continua e in corrente alternata, con tensioni nominali non superiore a 1000 V c.a. e 1500 V c.c, con l'eccezione dello stadio finale di elevazione alla Media Tensione a 20kV.

Le parti di impianto, assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- moduli fotovoltaici,
- power stations, di utenza e di consegna
- elettrodotti in MT di connessione tra le power stations e la cabina di utenza
- cavidotto aereo in MT di connessione tra la cabina di consegna e la cabina primaria

I risultati ottenuti del calcolo delle fasce di rispetto sono i seguenti:

1. Per i moduli fotovoltaici non è necessario assumere alcuna DPA in quanto i cavidotti sono in corrente continua;
2. Nel caso delle cabine elettriche di trasformazione BT/MT dei sottocampi, la DPA si può assumere pari a 2,5 m; per la power station si può assumere una DPA pari a 2 m;
3. Per le linee MT relative alle connessioni tra le power stations MT/BT e la cabina di utenza non è necessario assumere alcuna DPA in quanto il cavidotto sarà del tipo elicordato interrato;
4. Per la linea aerea di connessione alla rete MT di e-distribuzione si assume una fascia di rispetto di 50 cm, ampiamente rispettata lungo tutto il tracciato;
5. Non sono previste attività che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere all'interno delle DPA sopra elencate.