

Spazio Riservato Vidimazioni Amministrative

Comune

Indirizzo Impianto

Proponente



Spazio Riservato Vidimazioni Professionisti



## Sommario

1.	SCOPO.....	2
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI PRINCIPALI E DEFINIZIONI .....	2
3.	VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE.....	3
4.	ASPETTI SPECIFICI DEL CASO IN ESAME.....	4
4.1	LUOGHI SENSIBILI art. 4 DPCM 08/07/2003.....	4
4.2	LINEE ELETTRICHE IN CAVO CORDATO AD ELICA VISIBILE.....	4
4.3	CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA E CABINA DI RICEZIONE DEL PRODUTTORE .....	5
4.4	CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE DEL PRODUTTORE.....	5
5.	CALCOLO DELLE DPA PER IL CASO IN ESAME .....	5
5.1	CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA E CABINA DI RICEZIONE DEL PRODUTTORE .....	5
5.2	CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE DEL PRODUTTORE.....	7
5.3	LINEE ELETTRICHE IN CAVO CORDATO AD ELICA VISIBILE.....	7
6.	SINTESI E VALORI DELLE DPA. ....	9
7.	CONCLUSIONI .....	9

## 1. SCOPO

La presente relazione, insieme all'elaborato grafico associato, si prefigge di dimostrare come le scelte progettuali proposte siano rispondenti alla normativa nazionale in materia di tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione ai campi elettromagnetici a frequenza industriale connessi al funzionamento e all'esercizio dell'impianto fotovoltaico in oggetto. In particolare si intende dimostrare che il progetto rispetta la prescrizione di cui all'articolo 4 "obiettivi di qualità" del DPCM 08/07/2003.

Le "fasce di rispetto per gli elettrodotti" (il termine "elettrodotti" si riferisce anche cabine elettriche primarie e cabine elettriche secondarie, a seconda del caso) devono essere calcolate secondo la metodologia approvata con il DM 29/05/2008 (metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti) e devono rispettare l'obiettivo di qualità definito dall'art.4 del DPCM 08/07/2003: all'interno delle fasce di rispetto (distanze di prima approssimazione) non devono ricadere insediamenti ed attività preesistenti che abbiano il carattere di "luoghi tutelati".

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI PRINCIPALI E DEFINIZIONI

La normativa italiana sulla protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi all'esercizio degli elettrodotti e delle installazioni elettriche correlate (stazioni, sottostazioni, cabine primarie, cabine secondarie, etc) attualmente in vigore è la Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001 "Protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" che ha introdotto i concetti di "limite di esposizione", di "valore di attenzione", di "obiettivi di qualità" e di "fascia di rispetto per gli elettrodotti".

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 alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" ha fissato i valori delle soglie di cui sopra e ha posto l'esigenza di determinare una metodologia per la valutazione delle fasce di rispetto:

- l'obiettivo di qualità - 3 microtesla per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio dell'elettrodotto - si applica nei casi di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di "luoghi tutelati" già esistenti o nei casi di progettazione di nuovi insediamenti aventi il carattere di "luoghi tutelati" in prossimità di elettrodotti esistenti (art. 4 del DPCM 08/07/2003);
- luoghi sensibili ai sensi dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003 sono aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore;
- per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti in progetto si dovrà adottare una metodologia che faccia riferimento all'obiettivo di qualità ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal proprietario/gestore (art. 6 del DPCM 8/7/2003) oppure, nel caso di cabine elettriche tipo box contenenti trasformatori, alla corrente nominale lato BT del trasformatore e al circuito bt da esso derivato.

Il **DM 29 maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti"** introduce il concetto di "distanza di prima approssimazione" e definisce in dettaglio il concetto di fascia di rispetto:

- distanza di prima approssimazione (DPA) per le linee elettriche: è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione dal suolo disti dalla proiezione della linea più della DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto;
- distanza di prima approssimazione (DPA) per le cabine di trasformazione: è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce che ogni punto la cui proiezione dal suolo disti dalle pareti della cabina più della DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto;
- fascia di rispetto per un elettrodotto: è lo 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.

Il DM 29/05/2008 al fine delle verifiche delle autorità competenti prevede due diverse metodologie di calcolo delle fasce di rispetto corrispondenti a due diversi livelli di approfondimento:

- Metodologia semplificata: si tratta di un procedimento che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato basato sul calcolo della distanza di prima approssimazione. Se l'insediamento luogo tutelato è situato esternamente alla DPA allora l'elettrodotto può essere autorizzato senza che sia richiesto il livello di approfondimento superiore;
- Metodologia accurata: si tratta di un calcolo esatto della fascia di rispetto basato su un modello tridimensionale effettuato in caso di non rispetto della distanza di prima approssimazione. In questo caso il calcolo deve dimostrare che l'insediamento luogo tutelato, pur trovandosi internamente alla DPA, è situato esternamente allo spazio (volume) i cui punti sono caratterizzati da valori di induzione maggiori di  $3 \mu\text{T}$ .

### 3. VALUTAZIONE DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Ai fini del rispetto delle prescrizioni di cui ai DPCM 08/07/2003 e DM 29/05/2008 in sede di progetto si è fatto riferimento a criteri di calcolo semplificati derivati dalla legge di Biot-Savart e alle seguenti linee guida:

- Allegato al DM 29/05/2008: "Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti";
- E-Distribuzione "Linee Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29/05/2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche";

Le linee guida e-distribuzione forniscono una serie di schede sintetiche che riportano i valori delle DPA – facenti riferimento all'obiettivo di qualità  $3 \mu\text{T}$  - calcolate per le più comuni configurazioni impiantistiche e per dati valori delle portate in corrente.

#### 4. ASPETTI SPECIFICI DEL CASO IN ESAME

##### 4.1 LUOGHI SENSIBILI art. 4 DPCM 08/07/2003

E' stata condotta un'analisi della distanza di prima approssimazione dai prospetti delle cabine elettriche di consegna e del produttore per verificare se il campo induzione magnetica con valori superiori a tre microtesla può o meno ricadere su locali o aree in cui è prevedibile la presenza di persone che vi stazionano per oltre quattro ore giornaliere.

**Intorno all'area dell'impianto di produzione, delimitata dai confini catastali degli immobili su cui insiste, sono presenti:**

- a sud-ovest: un edificio isolato ad uso industriale, distante oltre 85 m (confine catastale terreno annesso);
- a ovest: altri edifici della zona industriale;
- ad est e a nord: terreni agricoli privi di edifici, distanti oltre 12 m (confine catastale);
- a sud: immobili dell'area industriale;

Gli insediamenti citati hanno il carattere di luoghi sensibili ai sensi dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003.

**La cabina di consegna di e-distribuzione SpA e la cabina MT del produttore distano:**

- a est, oltre 12 m dal confine catastale dell'area dell'impianto di produzione (che ospita anche la cabina di consegna);
- a sud-ovest, oltre 13 m dal confine catastale dell'area dell'impianto di produzione (che ospita anche la cabina di consegna);

**Si dimostrerà nel seguito che gli edifici/attività con carattere "luoghi sensibili" sono situati a distanza molto maggiore della distanza di prima approssimazione dalle cabine elettriche dell'impianto.**

Si tenga anche conto che il DPCM 08/07/2003 esclude dal campo di applicazione del decreto stesso i lavoratori esposti ai campi EM per ragioni professionali.

##### 4.2 LINEE ELETTRICHE IN CAVO CORDATO AD ELICA VISIBILE

###### 4.2.a LINEA/E ELETTRICA/E SU AREE/STRADE PUBBLICHE:

Il progetto prevede che la linea per la connessione della cabina di consegna in antenna da cabina primaria AT/MT SAN GIOVANNI TEATINO sia realizzata con cavo sotterraneo tripolare cordato avvolto ad elica visibile **AL 3x1x185** posato a profondità superiore a 100 cm dal piano carrabile (quota riferita all'estradosso del tubo protettivo). Il tracciato della linea – circa 4420 m complessivi - interessa strade pubbliche per circa il 82% della lunghezza (Via Aterno, Via Volturmo, S.R. 602, Via Lombardia) e terreni di proprietà privata per circa il 18% della lunghezza complessiva. La linea è interamente sotterranea, non vi sono tratti fuori terra.

###### 4.2.b LINEE ELETTRICHE INTERNE ALL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

Il progetto prevede che i circuiti elettrici di potenza in bassa tensione ed in media tensione facenti parte dell'impianto elettrico del Produttore saranno realizzati all'interno dell'area dell'impianto con cavi tripolari cordati avvolti ad elica visibile tipo ARG16R16X 0,6/1kV e ARG7H1RX 12/20kV posti in trincee con profondità di posa non inferiore a 50÷80 cm.

Tali tipologie di cavo sono escluse dal campo di applicazione della normativa vigente poiché in relazione ai valori tipici delle portate in regime permanente ed alle profondità di posa tipiche di tali linee è possibile affermare a priori che le fasce di rispetto hanno ampiezze ridotte o nulle, inferiori alle profondità di posa minime prescritte dalla norma CEI 11-17 e dal Nuovo Codice della Strada, inferiori alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e, se applicabile, dalla Norma CEI EN 50341-2-13 "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. – Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1: 2012).

#### **4.3 CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA E CABINA DI RICEZIONE DEL PRODUTTORE**

La cabina di consegna di e-distribuzione e la adiacente cabina del produttore sono situate a distanza non inferiore a 12 m rispetto a tutti i confini catastali dell'area dell'impianto di produzione al cui interno le stesse sono posizionate. Entrambe ospitano un quadro elettrico MT e nessun trasformatore MT/bt.

#### **4.4 CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE DEL PRODUTTORE**

Il progetto prevede la posa di quattro cabine elettriche di trasformazione destinate a contenere quadri elettrici in bassa tensione, quadri in media tensione ed i trasformatori MT/bt uno per cabina. Le cabine in oggetto saranno posizionate all'interno dell'area dell'impianto di produzione a distanze dai confini catastali di quest'ultima non inferiore a 40 metri.

Ogni cabina ospita un quadro elettrico BT 400V-1600A ed un trasformatore di potenza MT/bt 1600 kVA.

### **5. CALCOLO DELLE DPA PER IL CASO IN ESAME**

#### **5.1 CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA E CABINA DI RICEZIONE DEL PRODUTTORE**

Per la coppia di cabine formata dalla cabina di consegna e dalla cabina del produttore, la DPA è stata calcolata con riferimento ai cavi MT entranti/uscenti dai quadri e alla corrente nominale equivalente alla potenza nominale complessiva dell'impianto fotovoltaico in progetto. Per tali quadri è stato calcolato che il campo magnetico decade assumendo il valore 3 microtesla ad una distanza inferiore al metro dai terminali MT dei cavi che si attestano al quadro. Risulta quindi  $DPA = 1$  m (arrotondamento al mezzo metro superiore).

La soluzione tecnica predisposta dal gestore di rete non prevede alcun trasformatore di potenza MT/bt all'interno della cabina di consegna. Tuttavia, qualora in futuro il gestore di rete dovesse installare un trasformatore MT/bt da 630 kVA, in quel caso risulterebbe  $DPA = 2$  m (valore calcolato e reso noto dallo stesso gestore di rete, vedere pagina successiva scheda B10).

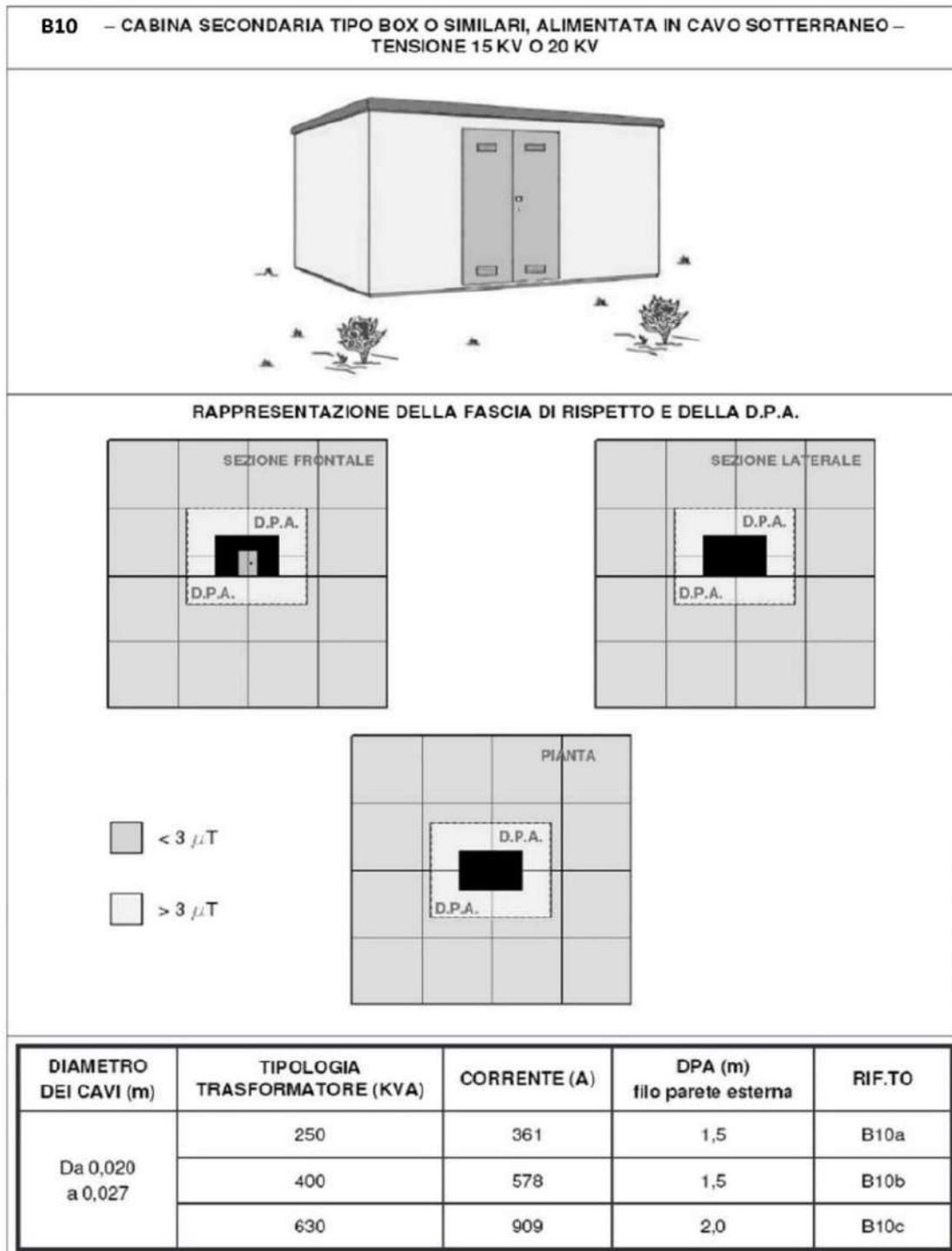
In questa sede appare opportuno assumere sin da subito quale DPA di riferimento il valore relativo al secondo scenario ovvero  $DPA = 2$  metri da tutti prospetti delle due cabine in oggetto.

**Poichè le due cabine distano almeno 12 m rispetto a tutti i confini catastali dell'area dell'impianto di produzione al cui interno le stesse sono posizionate, la DPA = 2 metri è certamente contenuta all'interno dei confini catastali in oggetto.**

Inoltre, a distanza due metri dai prospetti delle cabine, il layout di progetto dell'impianto di produzione non prevede alcun locale o area all'aperto in cui possano essere presenti lavoratori e personale in servizio per oltre quattro ore giornaliere.

Si richiama l'attenzione sul fatto che i manutentori dell'impianto accedono alle cabine elettriche solo occasionalmente e rientrano nella categoria di lavoratori esposti ai campi EM per ragioni professionali.

Figura 1 Scheda B10 Linea Guida e-distribuzione al calcolo della DPA



## 5.2 CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE DEL PRODUTTORE

Si tratta delle cabine elettriche al cui interno sono ubicati i due componenti che rilevano ai fini dell'analisi del campo elettromagnetico generato ovvero:

- quadro elettrico generale di bassa tensione 400V ;
- trasformatore MT/bt 20kV/400V da 1600kVA, uno per cabina.

Con riferimento alla corrente nominale secondaria del trasformatore da **1600 kVA (2300A @400V)** ed alla corrente nominale del quadro generale di bassa tensione 400V **1600A**, il calcolo del campo magnetico con metodo analitico generato dal quadro elettrico e dal trasformatore nell'intorno della cabina elettrica conduce a stimare per la distanza di prima approssimazione il valore **DPA= 4,5 m** arrotondato al mezzo metro superiore, misurata orizzontalmente da tutti i prospetti della cabina.

Il valore è ampiamente superiore al valore realistico atteso considerato che:

- la corrente massima erogabile del campo fotovoltaico sotteso a ciascun trasformatore non supererà i 1600A, tale valore è pari al 70% della corrente nominale del trasformatore stesso da cui discende DPA=4,5m;
- 1600A si raggiungerà solo occasionalmente e per poche ore di funzionamento su base annua in relazione alle modalità di funzionamento tipiche di un impianto fotovoltaico.

E' possibile affermare, in conclusione, che:

- si assume a favore della sicurezza DPA= 4,5 m da tutti i prospetti delle cabine di trasformazione;
- tutte le cabine distano oltre 40 m dal più vicino confine catastale dell'area d'impianto;
- segue che le DPA= 4,5 m restano ampiamente confinate all'interno dall'area dell'impianto di produzione.

## 5.3 LINEE ELETTRICHE IN CAVO CORDATO AD ELICA VISIBILE

1. le Guide **CEI 106-11** e **CEI 211-4** forniscono i risultati del calcolo analitico con modello tridimensionale del campo induzione magnetica e le distanze DPA  $3 \mu\text{T}$  dal centro geometrico del cavo per le sezioni più comuni adottate nella realizzazione di linee elettriche in cavo aereo ed in cavo interrato realizzate con cavi tripolari cordati ad elica visibile. A titolo di esempio:

- cavo MT interrato AL 3x1x185 corrente nom. 360 A: DPA = 70 cm;
- cavo MT aereo AL 3x150+50Y corrente nom. 340 A: DPA = 60 cm;

2. La **Linea Guida E-DISTRIBUZIONE "Distanza di prima approssimazione da linee e da cabine elettriche"** riporta i seguenti valori:

- cavo MT interrato AL 3x1x185 corrente nom. 324 A: DPA = 70 cm;
- cavo MT interrato AL 3x1x240 corrente nom. 441 A: DPA = 90 cm;

3. Uno **STUDIO ANALITICO CONDOTTO CON L'AUSILIO DI UN SOFTWARE** in grado di eseguire il calcolo tridimensionale con metodo vettoriale del campo elettromagnetico ha stimato che:

- coppia di cavi interrati AL 3x1x185 mmq disposti affiancati con corrente in regime permanente 370 A in ciascun cavo -> il valore della distanza - misurata lungo la verticale passante per il centro geometrico della doppia terna - alla quale si ottiene  $B=3\mu\text{T}$  è prossima a 95 cm.

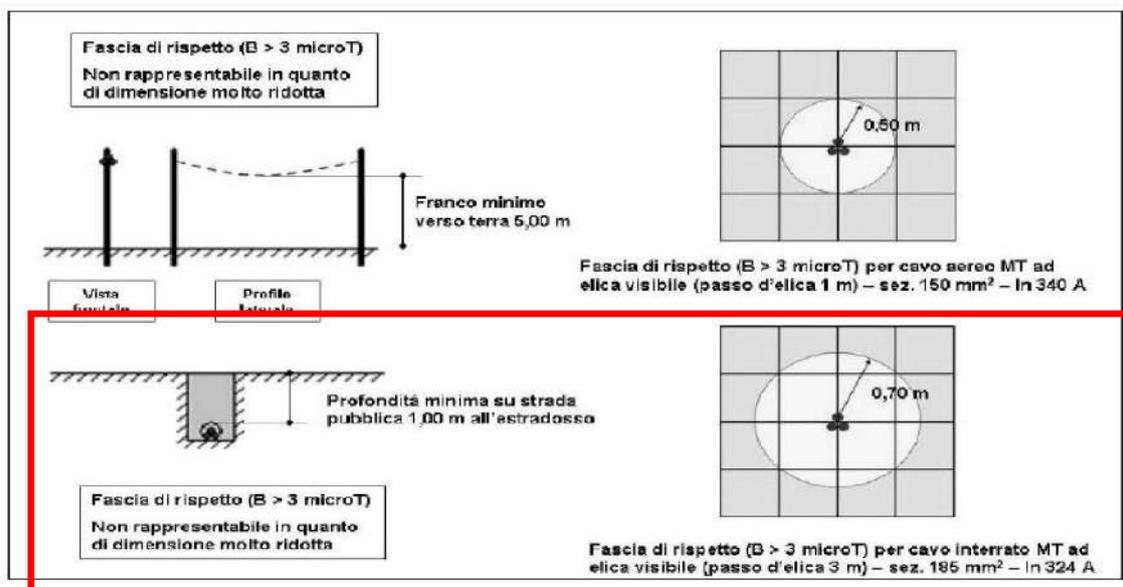
Per il caso in esame si tenga conto che:

- la linea per la connessione è costituita da **un cavo 20kV AL 3x1x185** interrato a profondità di posa non inferiore a **100 cm** all'estradosso dei tubi protettivi affiancati;
- la corrente di esercizio corrispondente alla potenza in immissione **4400 kW** dell'impianto di produzione vale **127A (@20kV)** pari a circa il **39%** della corrente in regime permanente **324 A** cui è riferito il calcolo che determina  $B(3\mu T)=70$  cm secondo la Linea Guida di e-distribuzione SpA;
- Si può concludere che nel caso in esame la distanza verticale dal centro del cavo alla quale il campo induzione si riduce a tre microtesla è ampiamente inferiore rispetto alla profondità di posa del cavo stesso che genera il campo induzione magnetica;
- inoltre, la soglia di corrente 127A deve essere intesa come corrente di picco raggiungibile solo occasionalmente nell'esercizio reale dell'impianto di produzione tenuto conto delle tipiche curve di carico potenza-tempo degli impianti fotovoltaici, mentre il calcolo del campo induzione generato da un cavo AL 3x1x185 che determina  $B(3\mu T)=70$  cm assume 324A quale corrente in regime permanente;
- Il progetto prevede la posa del cavo a profondità non inferiore a 100 cm all'estradosso del tubo cosicchè il campo induzione sulla superficie del piano di campagna/carrabile, lungo la verticale passante per il centro geometrico del cavo, assume valori inferiori a tre microtesla;

**Conclusione: sulla superficie del piano di campagna o del piano carrabile si ha: DPA= 0.**

## e-distribuzione

*Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale "Elico" della piattaforma "EMF Tools", che tiene conto del passo d'elica.*



## 6. SINTESI E VALORI DELLE DPA.

Dalle analisi eseguite e con le assunzioni sopra esposte si può affermare che:

- DPA= 2 m rispetto a tutti i prospetti della cabina di consegna e della cabina del Produttore, valore largamente inferiore alle distanze di progetto delle cabine elettriche dai confini catastali dell'area d'impianto e a maggior ragione da qualsiasi edificio situato all'esterno della stessa;
- DPA= 4,5 m rispetto a tutti i prospetti delle cabine di trasformazione del Produttore, valore largamente inferiore alle distanze di progetto delle cabine elettriche dai confini catastali dell'area d'impianto e a maggior ragione da qualsiasi edificio situato all'esterno della stessa
- DPA= 0 m rispetto ai cavi interrati della linea elettrica MT su strade pubbliche per la connessione della cabina di consegna alla cabina primaria San Giovanni Teatino di e-distribuzione SpA.

## 7. CONCLUSIONI

In base alle evidenze di cui sopra è possibile affermare che le DPA dai componenti dell'impianto di rete per la connessione in progetto restano confinate all'interno dei confini catastali dell'area d'impianto con elevato margine di sicurezza per ogni attività che insiste sul territorio circostante. Le prescrizioni di cui alla L.Q. n.36 02/02/2001 e al DPCM 08/07/2003 sono quindi ampiamente soddisfatte.

Si rimanda alla tavola 22 "Distanze di Prima Approssimazione" che illustra graficamente quanto sopra esposto.

02/2024

IL PROGETTISTA Ing. Gianluca Morello

