

# REGIONE PUGLIA

Città Metropolitana di Bari

## COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	25/11/22	SIGNORELLO A.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	18/11/22	SIGNORELLO A.	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

**IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.A.**



Sede legale in Piazzale dell'Industria, 40, 00144, Roma  
Partita I.V.A. 06977481008 - PEC: iberdrolarenovablesitalia@pec.it

Società di Progettazione:



*Ingegneria & Innovazione*

Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: [www.antexgroup.it](http://www.antexgroup.it) e-mail: [info@antexgroup.it](mailto:info@antexgroup.it)

Progetto:

**PARCO EOLICO "SANTERAMO"**

Progettista/Resp. Tecnico

**Dott. Ing. Cesare Furno**  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6130 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA  
VALUTAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Progettista Elettrico:

**Dott. Ing. Antonino Signorello**  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6105 sez. A

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C22011S05-PD-RT-10-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

**DEFINITIVO**

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. SCOPO.....	3
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	3
4. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE LINEE INTERRATE MT.....	5
4.1. CEM generato da trincea con 1 circuito (1C).....	6
4.2. CEM generato da trincea con 4 circuiti (4C).....	7
5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE LINEE INTERRATE AT.....	7
6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA CABINE SECONDARIE.....	8
7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA CABINE PRIMARIE.....	8
8. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI.....	9

## 1. PREMESSA

Su incarico di IBERDROLA Renovables Italia S.p.A., la società ANTEX GROUP Srl ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico "SANTERAMO", con potenza nominale installata pari a 70,4 MW, da realizzarsi nel territorio del Comune di Santeramo in Colle (BA). Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a 11 con una potenza nominale pari a 6,4 MW per ogni aerogeneratore.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel Comune di Matera (MT), tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera", previa condivisione dello stallo in stazione con altri produttori.

L'incarico della progettazione definitiva e lo studio di impatto ambientale sono stati affidati alla Società Antex Group Srl per i suoi professionisti selezionati e qualificati che pongono a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

## 2. SCOPO

Scopo della presente relazione tecnica è la valutazione del campo elettromagnetico generato, dai cavidotti interrati MT, dalle cabine secondarie, dall'Area Comune produttori, dalla stazione elettrica di trasformazione 150/33 kV denominata SSEU-Iberdrola e dal cavidotto interrato AT a 150 kV di collegamento tra l'Area Comune produttori ed il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera"

## 3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

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  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01

(art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la 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  $\mu$ 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.

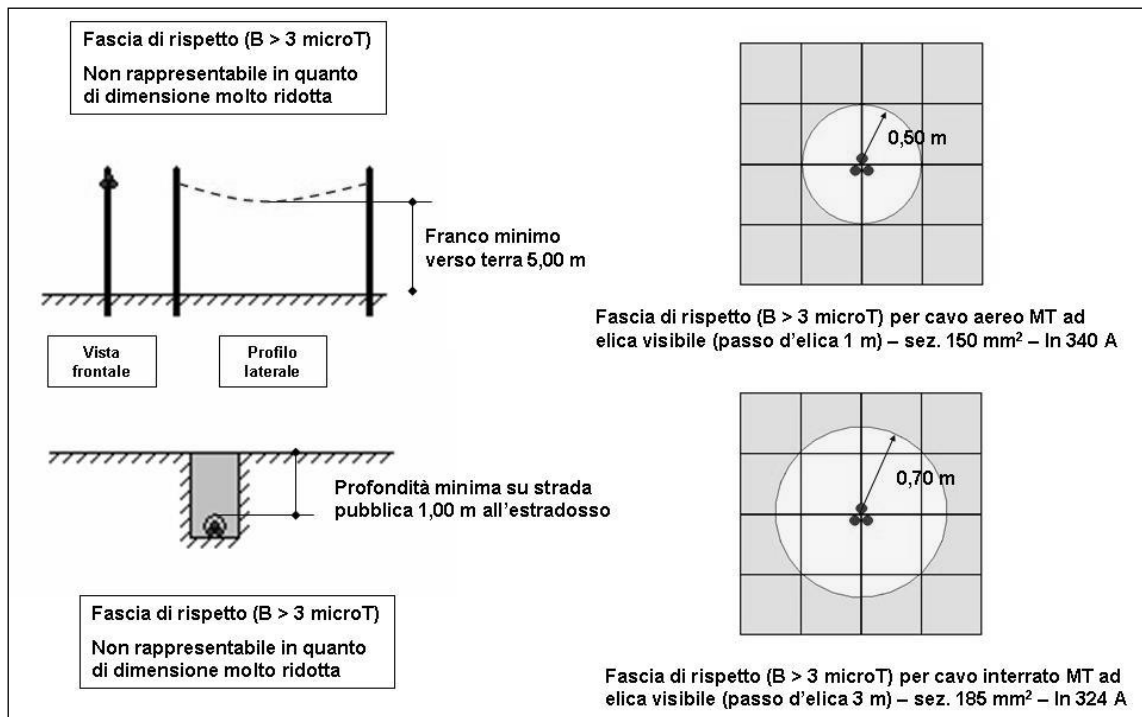
In particolare, al fine di agevolare/semplificare:

- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);
- le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici. Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), 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 di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- 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 - Figura 1);

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.



*Figura 1 – Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica*

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10  $\mu$ T da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

#### 4. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE LINEE INTERRATE MT

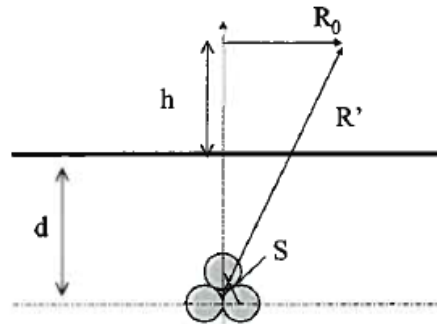
L'intensità del campo elettrico generato da linee interrate è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Per quanto riguarda l'intensità del campo magnetico, poiché le linee elettriche interrate MT (aventi sezione pari al max 400 mm<sup>2</sup>, ad una profondità di 1,0 m), relative all'impianto eolico in oggetto, saranno realizzati mediante la posa di cavi unipolari posati a trifoglio, si vuole valutare l'impatto elettromagnetico generato dai cavidotti interrati MT adottando la metodologia di calcolo illustrata nella Norma CEI 106-11, che riportiamo di seguito:

**b) Cavi unipolari posati a trifoglio**

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per e linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [\mu T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]} \quad (20)$$



**Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)**

I valori di DPA dipendono solo dalla geometria dei conduttori e dai valori di corrente che le attraversano.

**4.1. CEM generato da trincea con 1 circuito (1C)**

Il progetto prevede linee MT a 1 circuito (1C) a singola terna di conduttori unipolari (con posa di tipo interrata a trifoglio) attraversate dai seguenti valori di corrente:

- a) I = 124,41 A e S = 40 mm (conduttori da 120 mm<sup>2</sup>);
- b) I = 248,82 A e S = 42 mm (conduttori da 185 mm<sup>2</sup>);
- c) I = 374,24 A e S = 53 mm (conduttori da 400 mm<sup>2</sup>);

Adottando la formula approssimata per i casi precedentemente esposti si ottiene:

a)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{0,040 \cdot 124,41} = 0,64 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3 μT già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

b)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{0,042 \cdot 248,82} = 0,93 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3 μT già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

c)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{0,053 \cdot 374,24} = 1,28 \text{ m}$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m (e una fascia totale pari a 4 m) per le linee MT da 400 mm<sup>2</sup> a singolo circuito.**

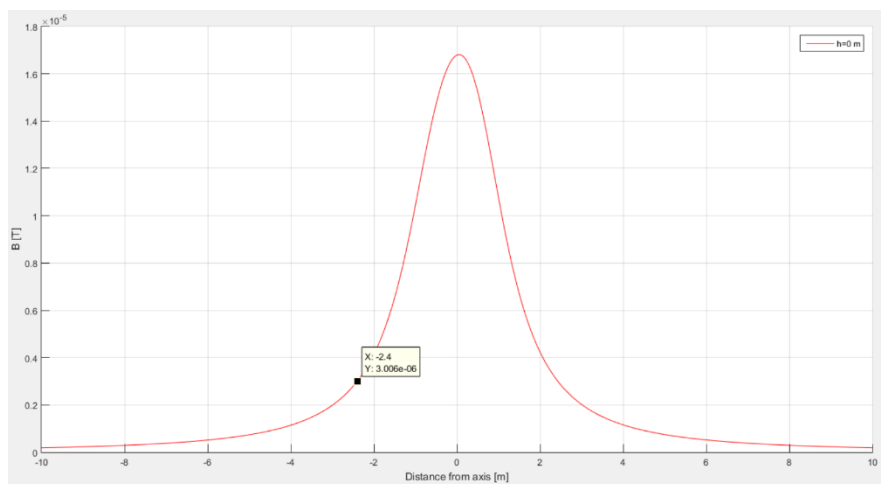
#### 4.2. CEM generato da trincea con 4 circuiti (4C)

Il caso peggiore è costituito da quattro terne di conduttori posati a trifoglio distanti tra loro 0,25 m, ad una profondità di 1 m e attraversati rispettivamente dalle seguenti correnti:

- a)  $I_{n1} = 248,82 \text{ A}$  e  $S = 42 \text{ mm}$  (conduttori da  $400 \text{ mm}^2$ ) - Linea 1;
- b)  $I_{n2} = 373,24 \text{ A}$  e  $S = 53 \text{ mm}$  (conduttori da  $400 \text{ mm}^2$ ) - Linea 2;
- c)  $I_{n3} = 373,24 \text{ A}$  e  $S = 53 \text{ mm}$  (conduttori da  $400 \text{ mm}^2$ ) - Linea 3;
- d)  $I_{n4} = 373,24 \text{ A}$  e  $S = 53 \text{ mm}$  (conduttori da  $400 \text{ mm}^2$ ) - Linea 4;

Per tale calcolo non si possono usare le formule approssimate indicate nelle Norma CEI 106-11, ma si deve fare riferimento esclusivamente al modello di calcolo standardizzato trattato dalla Norma CEI 211-4 e applicando il principio di sovrapposizione degli effetti.

Si calcolano infatti i valori di induzione magnetica di ogni linea geometricamente riferita ad uno stesso sistema di riferimento cartesiano, sommando poi puntualmente i rispettivi valori di induzione magnetica.



Come mostrato dal grafico si ottiene un valore di DPA pari a 2,4 m.

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 3 m, per una fascia totale pari a 6 m.**

#### 5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE LINEE INTERRATE AT

L'intensità del campo elettrico generato da linee interrato è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. Questo non è vero per l'intensità del campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo. La distribuzione del campo magnetico presenta un picco in corrispondenza dell'asse della linea e si riduce rapidamente allontanandosi dallo stesso.

La linea elettrica interrata AT, relativamente l'impianto utente per la connessione alla RTN, sarà eseguita tramite posa di tipo interrato a trifoglio con singola terna di conduttori aventi sezione pari a  $1600 \text{ mm}^2$  (diametro 115 mm), ad una profondità di 1,6 m e distanti tra loro 0,20 m, una corrente massima del conduttore pari a 1045 A.

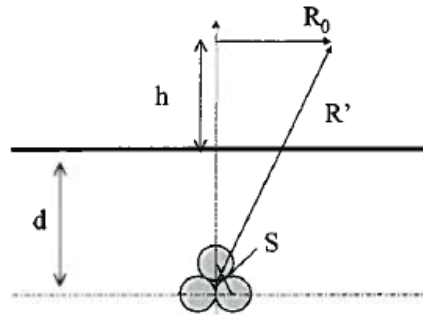
La metodologia di calcolo è illustrata nella Norma CEI 106-11, che riportiamo di seguito:



**b) Cavi unipolari posati a trifoglio**

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per le linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [\mu T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]} \quad (20)$$



**Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)**

Considerando, quindi la massima portata ammissibile per il raccordo interrato con conduttore da 1600 mm<sup>2</sup> che è pari a 1045 A, otteniamo un valore di DPA pari a:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{0,115 \cdot 1045} = 3,14 \text{ m}$$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 4 m, per una fascia totale di rispetto pari a 8 m.**

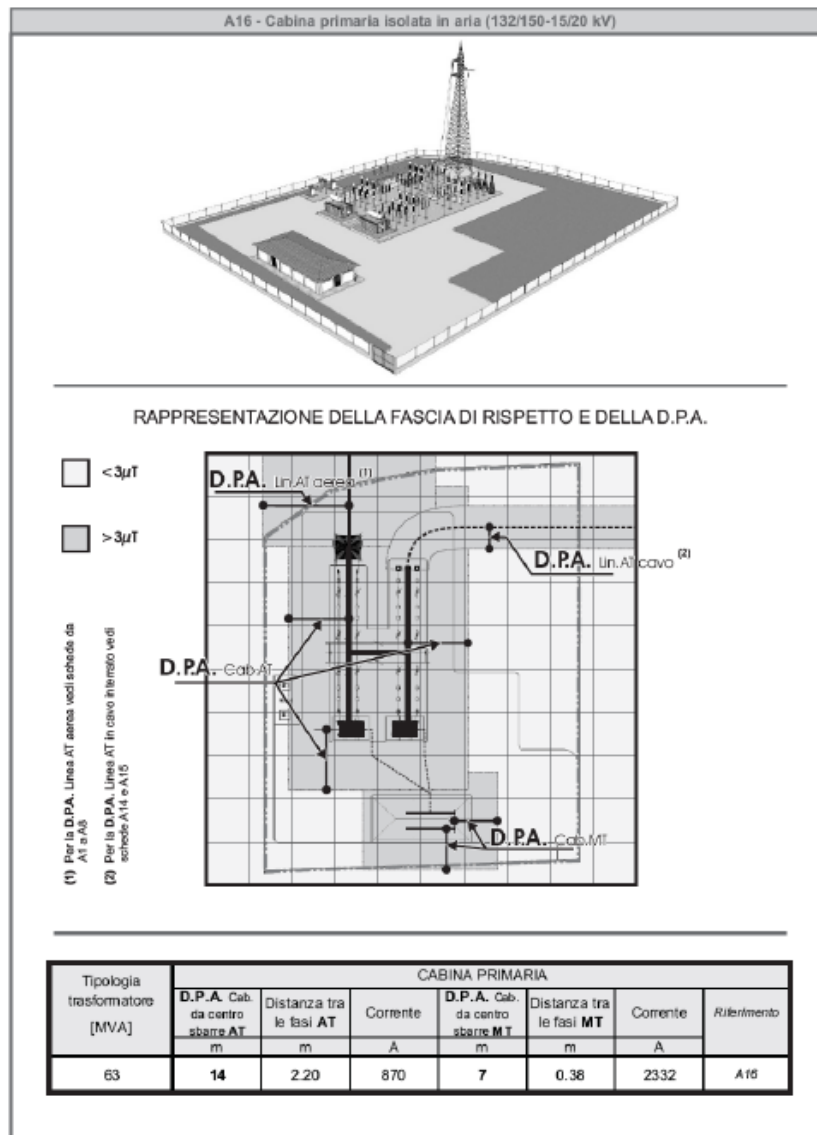
**6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA CABINE SECONDARIE**

Così come indicato nel documento “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 [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN]”, può essere presa in considerazione una DPA per le cabine elettriche pari a: 2m.

**7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA CABINE PRIMARIE**

Così come indicato nel documento “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 [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN]”, può essere presa in considerazione una DPA per le cabine primarie pari a: 14m.





Considerato che la SSE Utente presenta le seguenti caratteristiche:

- un trasformatore di 85 MVA;
- Potenza nominale dell'impianto 70,4 MW;
- le correnti in gioco saranno di circa 301,1 A (lato AT);

si possono adottare i seguenti valori di DPA anche per la SSE Utente:

- DPA da centro sbarre AT = 14 m;
- DPA da centro sbarre MT = 7 m.

## 8. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

- 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. [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN].

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- 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”.
- 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”.
- 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..
- 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 A8021317 “Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie”.

L’elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, verranno comunque applicate.