

COMUNE DI ISOLA CAPO RIZZUTO E CUTRO
PROVINCIA CROTONE



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO "FAUCI"

Elaborato:FA_EL_R03

Scala:

Data:15/02/2023

RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

COMMITTENTE:

ENERGIA LEVANTE s.r.l.

Via Luca Gaurico – Regus Eur - Cap 00143 ROMA

P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 -energialevantesrl@legalmail.it

SOCIETA' DEL GRUPPO



www.sserenewables.com Tel +39 0654832107

PROFESSIONISTA:

Ing. Rosario Mattace



Rosario Mattace

N°REVISIONE	DATAREVISIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	NOTE
				Ing. Mercurio	

INDICE

1 INTRODUZIONE	3
2 AMBITO DI APPLICAZIONE	4
3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA	7
5 CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO.....	9
6 LO SCHEMA ELETTRICO DI PROGETTO	11
7 CAMPO MAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI	14
8 CAMPO ELETTROMAGNETICO CABINA DI RACCOLTA	14
9 CAMPO ELETTROMAGNETICO S.E. LATO UTENTE	15
10 CONCLUSIONI	16

1 INTRODUZIONE

Il documento riporta i risultati per la valutazione dell'intensità del campo elettromagnetico e relative fasce di rispetto, generato da un impianto eolico da 48,9MW, sito nel territorio del comune di Isola Capo Rizzuto e Cutro.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori confluirà, tramite cavidotti interrati a 30kV, verso la cabina di raccolta interna al parco eolico in cui saranno realizzati i collegamenti per la stazione elettrica lato utente 150/30kV attraverso un cavidotto in MT a 30 kV interrato che si svilupperà lungo il percorso indicato nell'apposita tavola.

La soluzione di connessione prevede che l'impianto di produzione venga connesso direttamente alla sezione a 150 kV appartenente ad una nuova stazione RTN denominata "Cutro".

Le opere elettriche comprendono:

- apparecchiatura elettrica degli aerogeneratori
- Cavidotti in MT a 30kV interrati interni al parco.
- Cabina di raccolta e control room
- Cavidotto MT a 30 kV interrato di connessione dalla cabina di raccolta alla sottostazione lato utente 150/30kV.
- Sottostazione lato utente 150/30kV.
- Cavidotto interrato a 150kV di collegamento tra la sottostazione lato utente 150/30kV e la sezione a 150kV della nuova stazione RTN denominata "Cutro".

2 AMBITO DI APPLICAZIONE

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 (**5kV/m**) e del campo magnetico (**100μT**) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (**10μT**) e l'obiettivo di qualità (**3μT**) 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 3μT 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.

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 50Hz (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);

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..

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 (10μT 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.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- 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”.
- 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 (50Hz) generati dagli elettrodotti”.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- 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 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia
- CEI 20-21 “Calcolo portate di corrente”.
- CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003”.
- Linee Guida per l'applicazione del DM 29.05.08 “Enel Distribuzione”.

4 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, prevede che il proprietario/gestore dell'elettrodotto comunichi alle autorità competenti l'ampiezza delle fasce di rispetto e di dati utilizzati per il calcolo dell'induzione magnetica, che va eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008, sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti.

Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

- Bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I;
- tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi.

Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1m.

Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto il Decreto introduce una procedura semplificata (§ 5.1.3), per il calcolo della DPA ai sensi della CEI 106-11 che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli, secondo il quale il proprietario/gestore deve:

- calcolare la fascia di rispetto combinandola con figurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco di linea;
- proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- comunicare l'estensione rispetto alla proiezione al centro linea: tale distanza (DPA) sarà adottata in modo costante lungo il tronco.

Nei casi complessi, quali parallelismi, incroci tra linee o derivazioni e cambi di direzione, il Decreto sopraccitato introduce, al § 5.1.4, la possibilità per il proprietario/gestore di individuare l'Area di Prima Approssimazione (che ha la stessa valenza della DPA - §5.1.3), da fornire alle autorità competenti.

In fase di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati, allorquando risulti che la DPA relativa all'impianto da realizzare includa, se pur parzialmente, tali luoghi, per una corretta valutazione si dovrà procedere al calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni, tenendo conto della portata in corrente in servizio normale dichiarata nel procedimento autorizzativo.

Qualora la fascia di rispetto, ottenuta con calcolo esatto, includa, se pur parzialmente, il luogo tutelato si dovrà prevedere una variante al progetto, in quella specifica sezione, che non presenti luoghi tutelati all'interno della fascia di rispetto.

Nei casi complessi (§5.1.4 del Decreto 29 maggio 2008) quali:

- parallelismi AT (§5.1.4.1);
- incroci AT/AT (§5.1.4.4), AT/MT e MT/MT (§5.1.4.5);
- cambi di direzione linee AT (§5.1.4.2), MT (§5.1.4.3);

il calcolo della fascia può essere effettuato, con i seguenti approcci:

1. Metodo semplificato, che permette di individuare l'Area di Prima Approssimazione, determinata sulla base di specifici incrementi parametrizzati per una prima verifica da parte delle autorità competenti, in sede di autorizzazione alla realizzazione di nuovi luoghi tutelati o nuovi elettrodotti;
2. Modello 3D in caso di luoghi tutelati in progettazione interni all'Area di Prima

Approssimazione, al fine di fornire la reale fascia di rispetto al richiedente l'autorizzazione. Nel caso di incroci di linee di proprietari/gestori diversi, questi devono eseguire il calcolo con approccio congiunto.

5 CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Le linee elettriche per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica nonché gli impianti per la trasformazione di tale energia, generano campi elettromagnetici alla frequenza industriale di 50Hz (generati dall'utilizzo di energia elettrica a 50Hz); i campi elettrici e magnetici a 50Hz si comportano come due agenti fisici separati, per cui i loro effetti devono essere analizzati separatamente.

Trattandosi di linee elettriche interrate i campi elettrici sono insignificanti già al di sopra delle linee grazie all'effetto schermante del terreno (costante di elettrica del terreno più elevata di quella dell'aria) e soprattutto grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo (norma CEI 211-6).

Per il calcolo del campo magnetico in tutti i punti dello spazio intorno alla zona oggetto di studio è stato utilizzato un modello di tipo bidimensionale, visto che i conduttori sono interrati ad una profondità costante lungo i tratti in cui è stato effettuato il calcolo.

La norma CEI 211-4 tratta un modello bidimensionale basato sulla legge di BIOT-SAVART per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e successivamente la sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, **tenendo ovviamente conto delle fasi della corrente, supposte simmetriche ed equilibrati, considerando i conduttori rettilinei, paralleli tra loro e di lunghezza infinita.**

Lo studio delle fasce di rispetto verrà condotto secondo quanto riportato nel D.M. 29/05/2008 "approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" (metodologia di calcolo in Allegato al D.M.). Il D.M. 29/05/2008, ai sensi dell'art. 6 comma del DPCM 08/07/2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee aeree ed interrate esistenti e in progetto.

In base a presente decreto si affrontano due diversi livelli di analisi;

- Livello 1: determinare la "distanza di prima approssimazione" (DPA) secondo la norma CEI 106-11 Parte 1, mediante un modello di calcolo bidimensionale semplificato. La norma CEI 106-11 del 1 Aprile 2006 definisce la fascia di rispetto come lo spazio circostante i conduttori di una linea che comprende tutti i punti caratterizzati da un valore di induzione magnetica maggiore o uguale a $3\mu\text{T}$
- Livello 2: qualora non risulti sufficiente il calcolo della DPA, per una maggiore precisione, si va a determinare la fascia di rispetto vera e propria verificando l'andamento del campo in tutto il volume intorno ai conduttori.

Nella maggior parte dei casi l'analisi dei campi elettromagnetici si esaurisce a livello 1.

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale" relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata.

Portata in corrente in servizio normale: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 § 2.6.

Per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come portata in regime permanente (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni

specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato).

6 LO SCHEMA ELETTRICO DI PROGETTO

Lo schema elettrico del parco eolico prevede tre circuiti elettrici ed è schematizzato nella figura sottostante ripresa dalla Tavola FA_EL_T12.

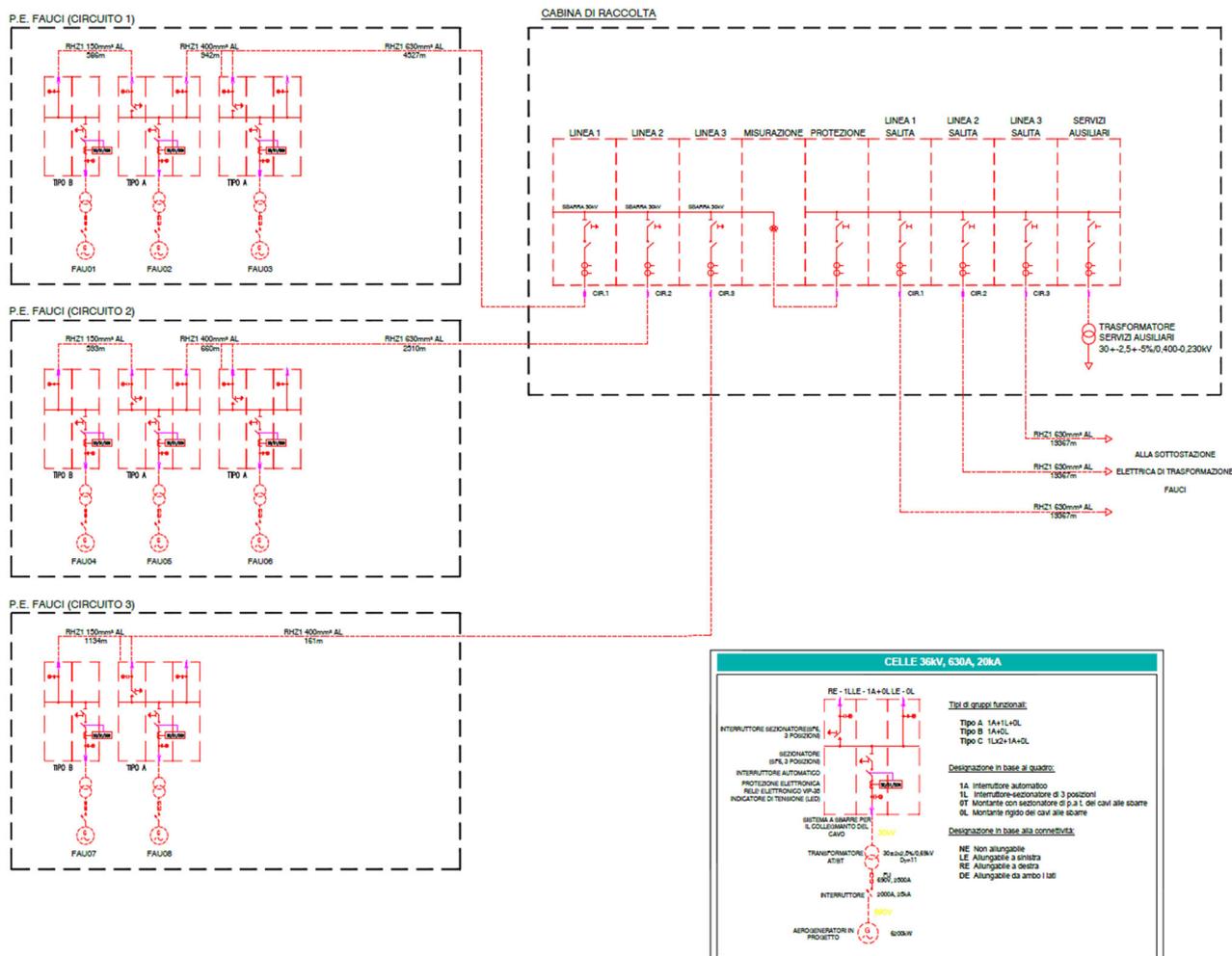


Fig.1 Schema elettrico di impianto

Trattandosi di sono interrate a profondità maggiore di 1 metro in cavo tripolare MT, cordato ad elica, con tensione di esercizio 30kV, queste sono escluse dall'applicazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto ai sensi del Decreto 29/05/2008.

In ogni caso, in questo studio, si è deciso di andare a calcolare il campo magnetico generato dal cavidotto (il calcolo è stato condotto considerando i conduttori posti in configurazione in parallelo).

I cavi MT utilizzati per le linee elettriche interrate sono del tipo RHZ1 in alluminio con isolamento XLPE, rivestimento esterno in PE (qualità DMZ1), conformi alle norme CEI 20-13, HD 620.

I cavi previsti sono destinati a sistemi elettrici di distribuzione con $U_0/U_m=18/30$ kV e tensione

massima Um=36 kV.

Per il campo elettromagnetico prodotto dal cavidotto interrato si considera il valore massimo di campo magnetico che si raggiunge lungo il percorso dalla cabina di raccolta alla S.E. lato utente.

- Primo circuito cavo RHZ1

Primo Circuito	Aerogeneratori	Sezione conduttore(mm ²)	Lunghezza(m)
	F01-F02	150	586
	F02-F03	400	942
	F03-cabina di raccolta	630	4527

Tab.1

- Secondo circuito cavo RHZ1

Secondo Circuito	Aerogeneratori	Sezione conduttore(mm ²)	Lunghezza(m)
	F04-F05	150	593
	F05-F06	400	660
	F06-cabina di raccolta	630	2510

Tab.2

- Terzo circuito cavo RHZ1

Terzo Circuito	Aerogeneratori	Sezione conduttore(mm ²)	Lunghezza(m)
	F07-F08	150	1134
	F08-cabina di raccolta	400	161

Tab.3

Circuito cabina di raccolta-SE lato utente	Vn	Sezione conduttore(mm ²)	Lunghezza(m)
	30X10 ³ W	Tre conduttori 630	19368

Tab.4-Cavidotto da cabina di raccolta ad SSE lato utente

L'intensità di corrente lungo i conduttori è pari a:

$$I = \frac{P_n}{(V_n \times 1,73 \times \cos\phi)} \quad (1)$$

posto:

$$P_n = 49,6 \times 10^6 \text{ W}$$

$$V_n = 30 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\cos\phi = 0,90$$

$$I = 1062,00 \text{ A (2) da dividere su tre terne}$$

Dal valore massimo di intensità di corrente presente possiamo calcolare il campo di induzione magnetica per mezzo della seguente relazione (valida nel caso di conduttori in linea):

$$B = \frac{P \cdot I}{R^2} \cdot 0,2 \cdot \sqrt{3} \quad [\mu\text{T}] \quad (3)$$

dove:

I intensità di corrente

P=0,2m distanza tra i conduttori si veda figura n.1 sottostante

R è la distanza dal baricentro dei conduttori alla quale calcolare l'induzione magnetica B

B induzione magnetica in microtesla

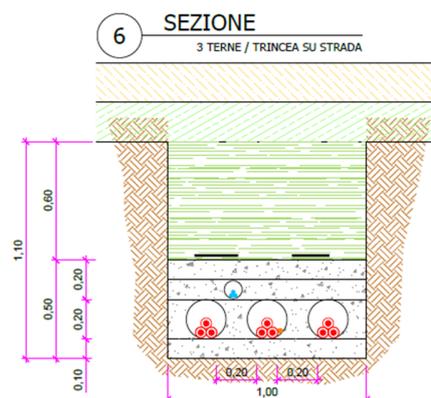


Fig.2 Sezione tipo cavidotto su strada asfaltata

Applicando la relazione n.3 della pagina precedente si ha la seguente tabella da cui si evince che a partire da un raggio di 2,86 dal centro dei cavi il campo elettromagnetico rientra nei limiti consentiti dalla norma.

B (microtesla)	R
0,2	11,08
0,3	9,04
0,5	7,00
1	4,95
2	3,50
3	2,86
4	2,47
5	2,21
6	2,02
7	1,87
8	1,75
9	1,65
10	1,56

Tab.5

Il percorso del cavidotto non incontra ricettori sensibili posti ad un raggio inferiore ai 2,86 metri dal centro dell'asse del cavidotto. Per essere più precisi, con riferimento alla figura n.2, i cavi sono posati ad una profondità di almeno 1,20m/1,30 (se si considera lo spessore del pacchetto stradale) e pertanto già a 160 cm dal suolo il campo elettromagnetico è nei limiti consentiti dalla norma. Anche nel tratto di cavidotto che attraversa la periferia del centro abitato di Cutro le abitazioni sono poste a 5 metri dalla carreggiata dove l'induzione elettromagnetica è inferiore ad 1 microtesla ampiamente sotto i limiti imposti dalla norma.

7 CAMPO MAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI

Per quanto riguarda l'impatto elettromagnetico generato dai cavi MT che scendono all'interno degli aerogeneratori, in considerazione del fatto che la corrente massima che attraversa la terna di cavi è pari a circa 122 A, la distanza R entro cui il campo magnetico scende sotto i limiti di legge è pari a:

$$R = (0,346 \times (I \times d))/B = 1,18 \text{ m}$$

dove:

$$I = 122 \text{ A}$$

$$d = 0,1 \text{ m}$$

$$B = 3 \mu\text{T}$$

I cavi scendono dal generatore agganciati al concio della torre eolica che ricordiamo avere un raggio di 4,8 metri alla base - pertanto solo dalla parte della circonferenza interessata dal passaggio dei cavi, si genererà un campo magnetico maggiore di 3 μT .

Solo gli addetti ai lavori saranno esposti a questo campo magnetico ma per un tempo limitato; in caso di lavori di manutenzioni superiori alle 4 ore l'aerogeneratore sarà spento.

8 CAMPO ELETTROMAGNETICO CABINA DI RACCOLTA

Per cabine secondarie di sola consegna MT la Dpa da considerare è quella della linea MT entrante/uscente che come abbiamo visto è pari al valore di 2,5 metri.

In ogni caso è previsto che la cabina di raccolta sia recintata con muretto in c.a. sovrastato da inferriata di dimensioni 15X15 metri. La cabina è stata posta ad una distanza della recinzione pari a 2,1 metri oltre la quale il campo magnetico, in virtù dei calcoli del capitolo precedente, è sicuramente inferiore a 3 microtesla.

L'impatto è trascurabile.

9 CAMPO ELETTROMAGNETICO S.E. LATO UTENTE

L'energia prodotta dagli aerogeneratori raggiungerà la Sottostazione di Trasformazione, ubicata in prossimità della nuova S.S.E. Terna in località Serra del Giardino del Comune di Scandale.

La sottostazione lato utente sarà condivisa con altri produttori ed occupa un'area complessiva di circa 6540mq a cui si aggiunge la strada di larghezza 5 metri da realizzare intorno ad essa per un totale di circa 8470mq

Al suo interno sarà presente un edificio adibito a locali tecnici, in cui saranno allocati gli scomparti MT, i quadri BT, il locale comando controllo, la misura dell'energia prodotta ed il locale gruppo elettrogeno.

La sottostazione lato utente verrà connessa alla S.S.E. lato terna tramite uno stallo di trasformazione 150/30kv.

Il trasformatore 150/30 kV avrà potenza nominale di 50-60MVA, raffreddamento in olio ONAN/ONAF.

Il campo magnetico generato alle sbarre AT 150kV è equivalente a quello generato da una linea trifase a 150kV con conduttori posti a distanza reciproca di 2,2 metri ad un'altezza di 4,6 metri dal suolo, percorsi da correnti simmetriche equilibrate. Ovvero:

S (distanza tra i conduttori) = 2,2 m;

P_n = Potenza massima dell'impianto in progetto (49,6MW);

V_n = Tensione nominale delle linee/sbarre AT (150 kV).

$$I = \frac{P_n}{(V_n \times 1,73 \times \cos\phi)}$$

I = 212 A

ed utilizzando la formula di approssimazione proposta al paragrafo 6.2.1 della norma CEI 106-11, si avrà:

$$R' = 0,34 \times \sqrt{2,2 \times 212} = 7,34 \text{ m}$$

Dalla planimetria della sottostazione lato utente si evince che la distanza minima dai confini esterni delle apparecchiature elettromeccaniche è pari a 11 metri considerando anche la strada privata di pertinenza della sottostazione e pertanto si può concludere che l'esposizione oltre i limiti di qualità sarà a carico degli addetti ai lavori i quali stazioneranno per archi temporali sempre inferiori alle 4 ore.

10 CONCLUSIONI

L'impatto elettromagnetico generato dal progetto sarà sicuramente contenuto entro i limiti di legge e non genererà impatti sulla popolazione.

L'opera in progetto è compatibile con i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici previsti dalla legge.