

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA11
<b>ELABORAZIONI</b> I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA) Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		<b>PAGINA</b> 1 di 26

## IMPIANTO EOLICO DENOMINATO “ENERGIA MONTE PIZZINNU”

- COMUNI DI BESSUDE, BORUTTA, ITTIRI E THIESI (SS) -



<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>TITOLO</b> <b>STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE  DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>				
<b>PROGETTAZIONE</b> I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	<b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b> Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Dott. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Ing. Gianluca Melis Ing. Andrea Onnis Dott.ssa Eleonora Re Ing. Elisa Roych	<b>CONTRIBUTI SPECIALISTICI</b> Dott. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott. Geol. Mauro Pompei (geologia) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (geologia) Ing. Antonio Dedoni (acustica) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (pedologia) Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru (Flora) Ce.pi.Sar. (Chiroterofauna)			
Cod. pratica 2021/0284 <span style="float: right;">Nome File: <b>FORI-BE-RA11_Studio previsionale per la valutazione dei campi elettromagnetici.docx</b></span>					
0	30/04/2022	Emissione per procedura di VIA	IAT	GF	FORI
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>ESEG.</b>	<b>CONTR.</b>	<b>APPR.</b>
Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.					

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 2 di 26

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Descrizione generale aerogeneratori .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Descrizione linee di distribuzione a MT.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>Descrizione generale dell'elettrodotto 36kV .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4</b>	<b>Stazione Elettrica di trasformazione 30/36kV.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5</b>	<b>Cabine Elettriche di Conversione e Trasformazione sistema BESS .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>CALCOLO DPA AEROGENERATORI.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>CALCOLO DPA ELETTRODOTTI DI DISTRIBUZIONE MT A 30KV.....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>CALCOLO DPA CAVIDOTTO 36KV CONNESSIONE SSE UTENTE – SE TERNA</b>	<b>19</b>
<b>6.1</b>	<b>Cavidotti in configurazione semplice – singola terna di cavi .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2</b>	<b>Cavidotti in configurazione complessa – terne multiple di cavi .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>CALCOLO DPA CABINE ELETTRICHE TRASFORMAZIONE BESS.....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>CALCOLO DPA STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE 30/36 KV ..</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO .....</b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>25</b>
<b>11</b>	<b>LEGGI, NORME E REGOLAMENTI .....</b>	<b>26</b>
<b>11.1</b>	<b>Norme legislative .....</b>	<b>26</b>
<b>11.2</b>	<b>Norme tecniche.....</b>	<b>26</b>
<b>11.3</b>	<b>Guide ENEL .....</b>	<b>26</b>
<b>11.4</b>	<b>Altri riferimenti bibliografici .....</b>	<b>26</b>

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 3 di 26

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto definitivo di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da 54,4 MW, integrato con un sistema di accumulo della potenza complessiva in immissione di 15,75 MW, proposto dalla società Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. nei comuni di Bessude, Borutta, Ittiri e Thiesi (SS).

Il sistema di accumulo in progetto, il cui funzionamento sarà integrato con la centrale di produzione eolica, è costituito da batterie del tipo a litio, ha una potenza nominale di 15,75 MW e una capacità totale di accumulo ad inizio installazione (beginning of life) pari a 33,55 MWh e durante il funzionamento combinato con l'impianto eolico sarà limitato alla potenza di immissione massima di 60 MW secondo quanto previsto dal preventivo di connessione di Terna al Codice Pratica 202101611.

In accordo con la citata STMG, l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV con il futuro ampliamento della stazione elettrica (SE) RTN 380 kV "Ittiri".

In attesa della pubblicazione delle specifiche tecniche da parte di Terna su cavi, celle e apparecchiature (attualmente oggetto di valutazione, indagine di mercato e verifiche di cantiere da parte di Terna), ogni indicazione qui riportata ai cavi a 36 kV deve intendersi riferita a cavi da 20,8/36 kV o cavi da 26/45 kV commercialmente disponibili e idonei allo scopo.

La relazione, in conformità al procedimento per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del D.M. 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), fornisce una valutazione previsionale dei campi elettromagnetici associati all'esercizio delle opere impiantistiche relative alla messa in esercizio delle infrastrutture elettriche necessarie, stimando quantitativamente i valori delle fasce di rispetto (distanza di prima approssimazione - DPA) dalle opere previste dal progetto.

La determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle opere elettromeccaniche che insistono sulla porzione di territorio interessata dal progetto è stata condotta in accordo con i seguenti criteri:

- sono stati considerati i dati caratteristici delle linee e si è assunta come portata in corrente circolante nelle linee, la relativa "corrente in servizio normale" così come definita all'interno della norma CEI 11-60 per le parti aeree e la CEI 11-17 per le linee in cavo;
- le linee sono schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- delimitazione delle regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3  $\mu$ T (art. 4 DPCM 8 luglio 2003, obiettivi di qualità);
- le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto arrotondando all'intero più vicino le dimensioni espresse in metri.
- 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.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 4 di 26

## 2 PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI

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 D.M. 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  $\mu$ 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.

Al fine di facilitare la lettura della presente relazione si richiamano le seguenti definizioni:

**Fascia di rispetto:** Spazio circostante un elettrodotto (Figura 2.1) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica  $\geq$  all'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 5 di 26

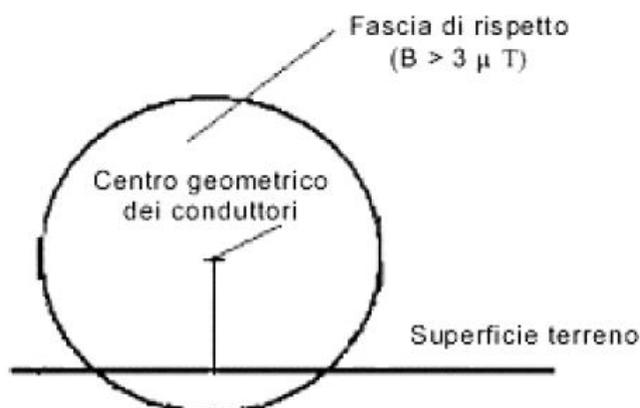


Figura 2.1 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliere.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ( $B = 3 \mu T$ );
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17)

**Distanza di prima approssimazione (DPA):** Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 2.2).

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia).

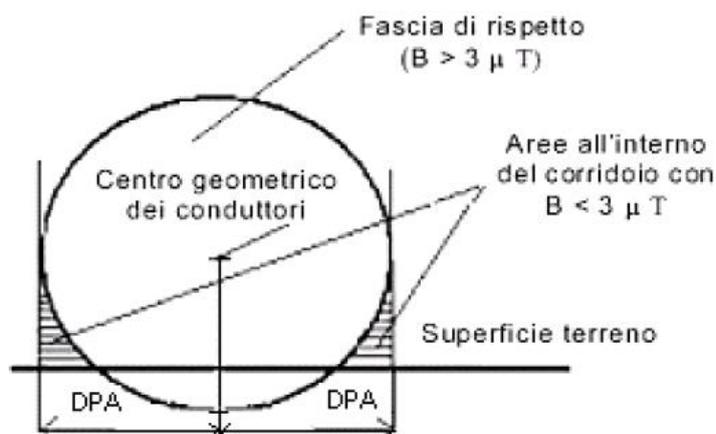


Figura 2.2- Calcolo della DPA per un elettrodotto

Per le cabine elettriche è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 6 di 26

compresi).

All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica  $< 3 \mu\text{T}$ .

**Elettrodotta:** insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

**Linea:** collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;

**Tronco:** collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);

**Tratta:** porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;

**Impianto:** officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

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, secondo quanto previsto al § 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 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.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 7 di 26

### 3 OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08

Per quanto riguarda l'assoggettamento alla disciplina del D.M. 29.05.08, le opere da realizzare nell'impianto in questione, per quanto riguarda l'area Produttore, si riferiscono a:

1. Aerogeneratori;
2. Linee di distribuzione a MT per l'interconnessione degli aerogeneratori tra loro e con la stazione elettrica utente;
3. Stazione elettrica di trasformazione 30/36 kV;
4. Sezione di elevazione della tensione per raggiungere il valore di Media Tensione 36kV-50Hz per la connessione sistemi BESS e distribuzione 36kV con conduttori interrati.
5. Cavidotto alla tensione di 36kV in antenna per la connessione dell'impianto di utente al futuro ampliamento della stazione elettrica (SE) RTN 380 kV "Ittiri" (impianto di utenza per la connessione).

#### 3.1 Descrizione generale aerogeneratori

L'impianto eolico in progetto, da realizzarsi nei Comuni di Bessude, Siligo, Borutta e Thiesi (SS) è composto da n. 8 aerogeneratori per una potenza complessiva di 54.4 MW.

Il modello di aerogeneratore prescelto è riferibile in via preliminare al modello della Vestas EnVentus V162-6.8 MW, illustrato in Figura 3.1, avente altezza al mozzo di 149 m e diametro del rotore di 162 m.

Ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, infatti, non può escludersi, che la scelta definitiva possa ricadere su un modello simile con migliori prestazioni di esercizio, qualora disponibile sul mercato prima dell'ottenimento della Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003.

I componenti principali dell'aerogeneratore sono i seguenti:

- il rotore;
- il generatore elettrico;
- il sistema di orientamento che consente la rotazione orizzontale del sistema motore;
- la gondola o navicella (carenatura che racchiude il sistema motore e gli ausiliari);
- la torre di sostegno;
- il trasformatore di macchina che modifica la tensione generata in quella di rete;

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in Figura 3.2 e nell'allegato elaborato FORI-BE-RC8-4 (*Aerogeneratore tipo con segnalazioni per la navigazione aerea*).

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 8 di 26



Figura 3.1– Aerogeneratore Vestas tipo EnVentus V162-6.8 MW

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 9 di 26

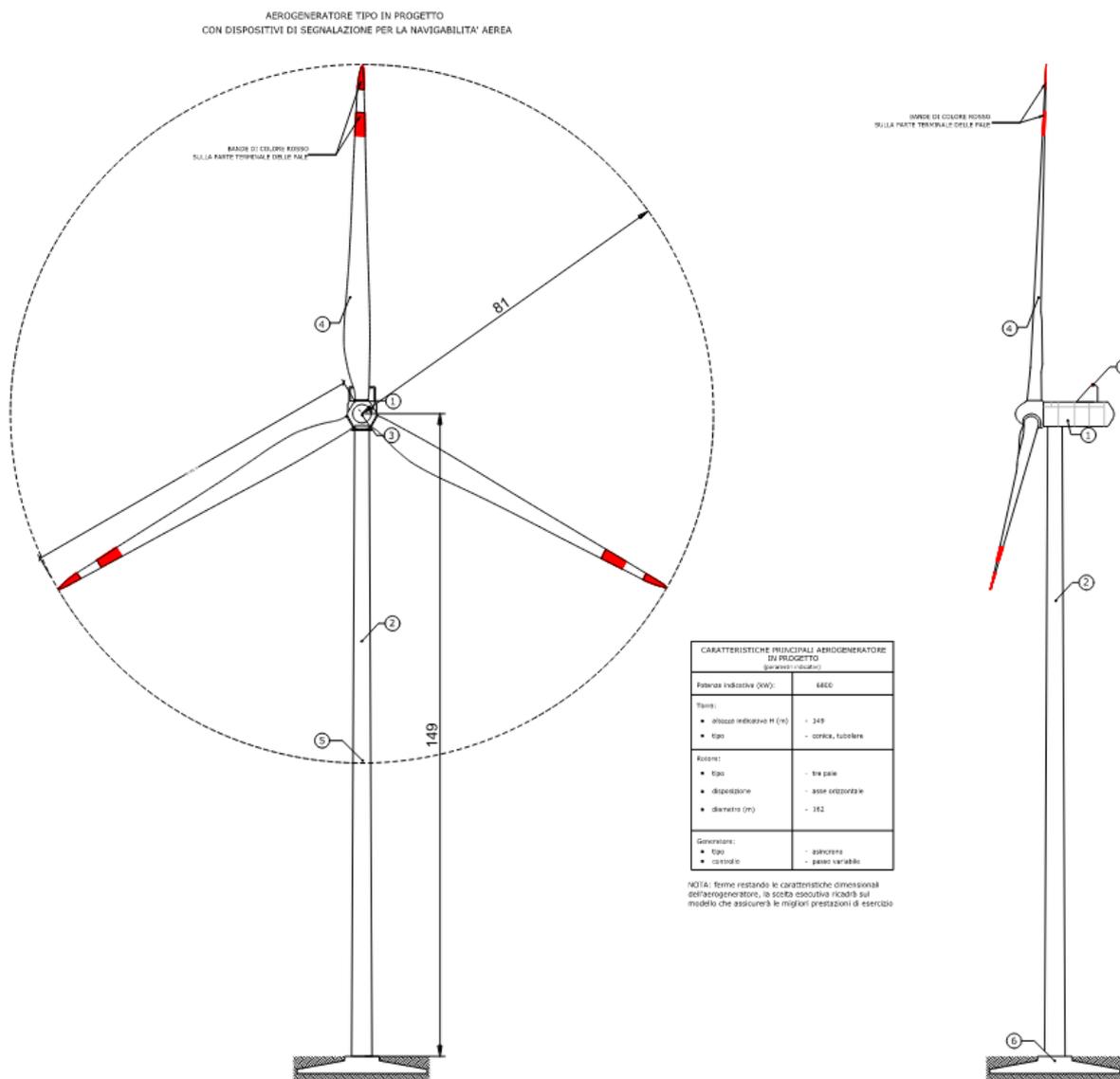


Figura 3.2 – Aerogeneratore tipo EnVentus V162-6.8 MW altezza al mozzo (1) 149m, e diametro rotore (2) di 162m

Le caratteristiche principali della macchina eolica che sarà installata sono di seguito riportate:

- rotore tri-pala a passo variabile, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- controllo della potenza attraverso la regolazione automatica dell'angolo di calettamento delle pale (*pitch control*);
- velocità del vento di stacco (*cut-in wind speed*) di circa 3 m/s;
- velocità del vento di stallo (*cut-out wind speed*) 25 m/s;

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 10 di 26

– vita media prevista di 30 anni.

I dati sulla curva di potenza della macchina tipo sono illustrati in Figura 3.3.

Air density [kg/m <sup>3</sup> ]														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	43	44
3.5	113	70	74	77	80	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	207	215	223	231	239	246	262	269
4.5	426	306	316	327	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	481	497	512	527	542	558	573	588	603	618	648	663
5.5	883	660	680	700	720	741	761	781	802	822	842	863	904	924
6.0	1189	895	921	948	974	1001	1028	1055	1081	1108	1135	1162	1216	1243
6.5	1549	1174	1208	1242	1276	1311	1345	1379	1413	1447	1481	1515	1583	1617
7.0	1969	1502	1544	1587	1630	1672	1715	1757	1800	1842	1885	1927	2012	2054
7.5	2449	1876	1928	1980	2033	2085	2137	2189	2241	2293	2345	2397	2501	2553
8.0	2993	2302	2365	2428	2491	2555	2617	2680	2743	2806	2868	2931	3056	3118
8.5	3605	2781	2856	2932	3007	3082	3157	3232	3307	3381	3456	3530	3679	3753
9.0	4272	3307	3396	3484	3572	3661	3748	3836	3924	4011	4098	4185	4355	4438
9.5	4944	3857	3959	4060	4162	4263	4364	4464	4564	4665	4758	4851	5015	5086
10.0	5613	4440	4555	4671	4786	4902	5015	5127	5240	5353	5439	5526	5660	5708
10.5	6191	5014	5143	5272	5401	5530	5647	5764	5881	5998	6062	6127	6219	6247
11.0	6613	5546	5684	5822	5960	6099	6201	6303	6405	6507	6542	6577	6621	6630
11.5	6761	6030	6152	6274	6396	6518	6570	6622	6674	6726	6738	6749	6763	6765
12.0	6789	6420	6494	6569	6643	6718	6733	6749	6764	6780	6783	6786	6790	6791
12.5	6798	6664	6692	6720	6747	6775	6780	6784	6789	6794	6795	6796	6798	6799
13.0	6800	6755	6764	6773	6782	6791	6793	6794	6796	6798	6799	6799	6800	6800
13.5	6800	6782	6785	6789	6793	6797	6798	6798	6799	6800	6800	6800	6800	6800
14.0	6800	6793	6794	6796	6798	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
14.5	6800	6797	6798	6799	6799	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
15.0	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
15.5	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
16.0	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
16.5	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
17.0	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
17.5	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
18.0	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
18.5	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
19.0	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800	6800
19.5	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759
20.0	6595	6595	6595	6595	6595	6595	6595	6595	6595	6595	6595	6595	6595	6595
20.5	6283	6283	6283	6283	6283	6283	6283	6283	6283	6283	6283	6283	6283	6283
21.0	5864	5864	5864	5864	5864	5864	5863	5863	5863	5863	5863	5863	5864	5864
21.5	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397
22.0	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928
22.5	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459
23.0	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983
23.5	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

Figura 3.3 – Dati curva di potenza generatore tipo V162-6.8 MW

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 11 di 26

### 3.2 Descrizione linee di distribuzione a MT

I cavi MT saranno del tipo cordato ad elica con conduttore in alluminio della tipologia ARE4H1RX il cui utilizzo è indicato per impianti eolici, adatti per posa con interrimento diretto, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Le principali caratteristiche tecniche del cavo a 18/30 kV sono:

- Caratteristiche costruttive;
- Conduttore: Corda rotonda compatta di alluminio;
- Semiconduttivo interno: Mescola estrusa;
- Isolamento: Mescola di polietilene reticolato;
- Semiconduttivo esterno: Mescola estrusa;
- Schermatura: Fili di rame rosso e controspirale (R max 3 Ω/km);
- Guaina esterna: PVC di qualità Rz/ST2;
- Colore: Rosso;
- Costruzione e requisiti: EC 60502-2;
- Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI 20-35;
- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 18/30 kV;
- Temperatura massima di esercizio del conduttore di fase: 90°C;
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C;
- Temperatura minima di posa: 0°C.

I cavi verranno posati direttamente interrati, riempiendo la trincea con il materiale di risulta dello scavo, senza usare ulteriori protezioni meccaniche, e riducendo notevolmente il materiale di risulta eccedente. Facoltativamente si potranno posare su un eventuale letto di sabbia al fine di garantire una maggior protezione agli urti e allo schiacciamento.

Le sezioni tipiche di posa dei cavidotti MT in progetto sono riportate nell'Elaborato FORI-BE-TE6 (*Sezioni tipo vie cavo*).

### 3.3 Descrizione generale dell'elettrodotto 36kV

L'impianto sarà collegato in antenna al futuro ampliamento della stazione elettrica (SE) RTN 380 kV "Ittiri" a mezzo di nuovo elettrodotto interrato. Per il collegamento tra la sottostazione elettrica SE del produttore e la SE di TERNA si utilizzerà una terna di cavi interrati a 36 kV.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 12 di 26

### 3.4 Stazione Elettrica di trasformazione 30/36kV

L'impianto eolico verrà connesso alla RTN mediante la realizzazione di una nuova stazione elettrica di utenza 30/36kV completa di locali tecnici funzionali all'impianto per l'alloggiamento delle apparecchiature del Sistema di Protezione Comando e Controllo e di alimentazione dei Servizi Ausiliari e Servizi Generali.

L'impianto utente per la connessione dell'impianto eolico si comporrà di:

- 3 trasformatori 30/36kV da 25 MVA, TV ad uso combinato fiscale/misura/protezione fiscale, TA ad uso combinato fiscale/misura/protezione, interruttore e sezionatore.
- Quadro di media tensione 30kV isolato in gas SF6 al quale si attestano i cavidotti provenienti dal parco eolico. Il quadro di media tensione si completa di scomparti arrivo trafo e scomparto trasformatore servizi ausiliari.
- Quadro di alta tensione 36kV isolato in gas SF6 al quale si attestano i cavidotti provenienti dai trasformatori e dal sistema di accumulo BESS.
- Edificio servizi composto da: sala quadri BT, locale trasformatore servizi ausiliari, locale gruppo elettrogeno, locale SCADA e telecomunicazioni, WC.

### 3.5 Cabine Elettriche di Conversione e Trasformazione sistema BESS

La configurazione del sistema di accumulo prevede i seguenti sottosistemi e componenti per realizzare la configurazione illustrata (Figura 3.4):

- Accumulatori elettrochimici o batterie, assemblati in serie/parallelo in modo da formare i moduli; più moduli in serie vanno infine a costituire il rack;
- Battery Management System (BMS), il sistema di gestione che monitora le principali grandezze elettriche e fisiche dell'assemblato batterie e dei singoli elementi, garantendone il funzionamento in sicurezza ed assicurando le funzioni di protezione;
- Power Conversion System (PCS), sistema di conversione statica di potenza che effettua la conversione bidirezionale caricabatterie-inverter;
- Battery Protection Unit (BPU), che lavora direttamente con il BMS per la protezione delle batterie;
- Energy Management System (EMS), cioè il sistema di controllo che governa l'intero BESS;
- Trasformatore di potenza;
- Quadri elettrici;
- Sistema di misura e monitoraggio;
- Controller BESS e sistema SCADA (BESS PPC);
- Sistemi ausiliari (HVAC, antincendio, Illuminazione, UPS ecc.).

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 13 di 26

Il BESS si connette alla rete mediante trasformatori elevatori e quadri di parallelo dotati di protezioni di interfaccia.

Per quanto riguarda le batterie, la tecnologia prevista nel progetto è quella degli ioni di litio, per efficienza, compattezza e flessibilità di utilizzo. Le stesse sono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti ed eventi incidentali e sono alloggiare all'interno di container (Figura 3.4).



Figura 3.4 - Schema tipico dei componenti di un container batterie (battery block)

L'energia verrà impiegata per la realizzazione dei cicli di carica e scarica nelle batterie in Bassa Tensione e a frequenza pari 50 Hz; nel trasformatore di macchina integrato nel BESS la tensione sarà successivamente elevata in Media Tensione al livello di 30kV.

Nella configurazione in esame sono previsti blocchi con 2 container per le batterie e 1 PCS ciascuno secondo lo schema in Figura 3.5.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 14 di 26

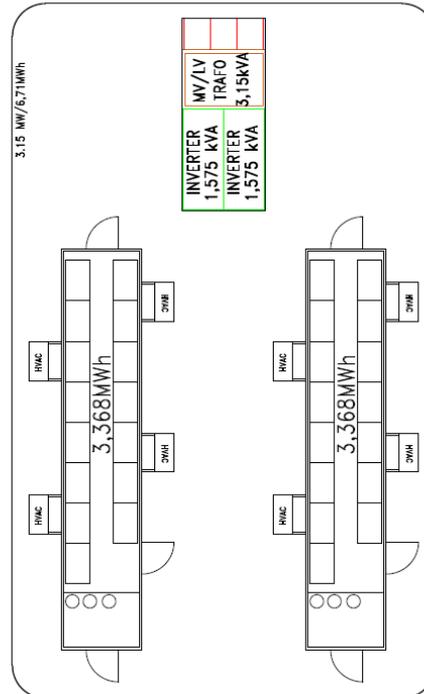


Figura 3.5 - Layout singolo battery block

Il battery block è costituito anche dai dispositivi di gestione dell'energia del sistema di batterie e dal collegamento alla rete elettrica nazionale:

- Sistema di conversione bidirezionale DC /AC (PCS)
- Trasformatori di potenza
- Quadri elettrici
- Sistema locale di gestione e controllo dell'assemblaggio della batteria (Sistema di gestione della batteria "BMS")
- Sistema locale di gestione e controllo integrato dell'impianto (Impianto SCADA)
- Apparecchiature elettriche (quadri elettrici, trasformatori) per il collegamento alla rete elettrica nazionale.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 15 di 26

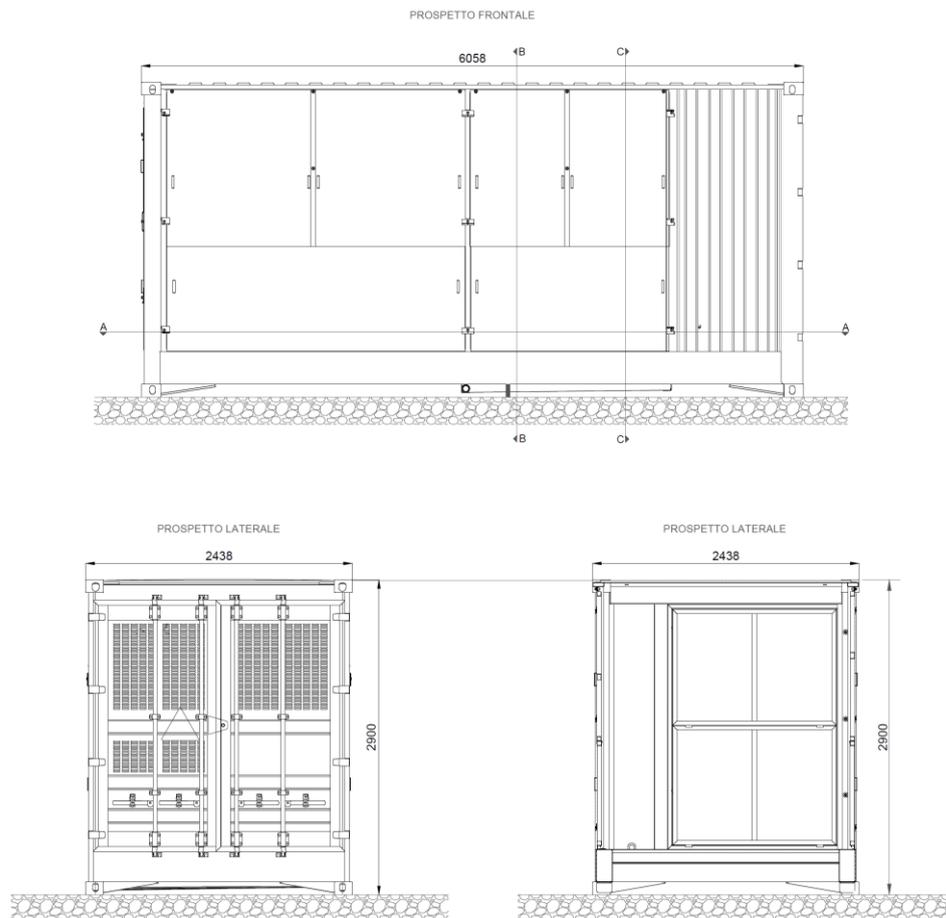


Figura 3.6 - Tipologia cabinati metallici per cabina di conversione/trasformazione da 3,15 MW – valori in mm

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 16 di 26

#### 4 CALCOLO DPA AEROGENERATORI

I componenti principali dell'aerogeneratore in cui si ha emissione di campi elettromagnetici sono i seguenti:

- il generatore elettrico;
- le linee di connessione a MT a 30kV dalla navicella fino al quadro MT a base torre;

Nella valutazione del campo magnetico si considera il cavidotto di collegamento al generatore elettrico, nell'ipotesi che questo sia attraversato dalla corrente in condizioni di massima potenza che si calcola con la relazione (3) e risulta pari a 138A:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{6.8M}{\sqrt{3} \cdot 30k \cdot 0.95} = 138A \quad (3)$$

Considerando i conduttori sulla parete del sostegno dell'aerogeneratore, il campo generato si può calcolare con la relazione ottenuta dalla norma CEI 116- 11 e valida per una terna di conduttori disposti in piano o in verticale (a bandiera) con distanza tra i conduttori adiacenti pari a S [m], percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A], l'induzione magnetica B[μT] in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, con R >> S, è data dalla seguente equazione (4) :

$$B = 0.2 \cdot \sqrt{3} \frac{S \cdot I}{R^2} \quad (4)$$

Dalla relazione (4) si può calcolare la distanza R corrispondente ad un valore di B pari a 3 μT (soglia obiettivo di qualità D.P.C.M. 8 luglio 2003).

$$R = 0,34\sqrt{S \cdot I} \quad (5)$$

Assumendo S pari a 0,1m, quindi risulta,  $R = 0,34\sqrt{0,1 \cdot 138} = 1,26m$  e viene quindi assunta una DPA di 1,5m misurata a partire dalle pareti esterne della torre.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 17 di 26

## 5 CALCOLO DPA ELETTRODOTTI DI DISTRIBUZIONE MT A 30KV

Gli aerogeneratori verranno inseriti su un elettrodotto (dorsale) costituito da cavi interrati a 30 kV, che si svilupperanno all'interno dell'area di centrale mediante collegamenti in entra-esci verso gli aerogeneratori stessi, per attestarsi quindi alla stazione di trasformazione 30/36 kV.

I cavi in MT impiegati per la distribuzione interna all'impianto saranno del tipo ARE4H1RX 18/30kV di varie sezioni (cavi per Media Tensione tripolari ad elica visibile per posa interrata) o equivalente, posati con interrimento diretto o entro tubi corrugati a doppia parete interrati con resistenza allo schiacciamento di 750N ad una profondità di 1,2 m, con una quota maggiore di 1 m all'estradosso (Figura 5.1).

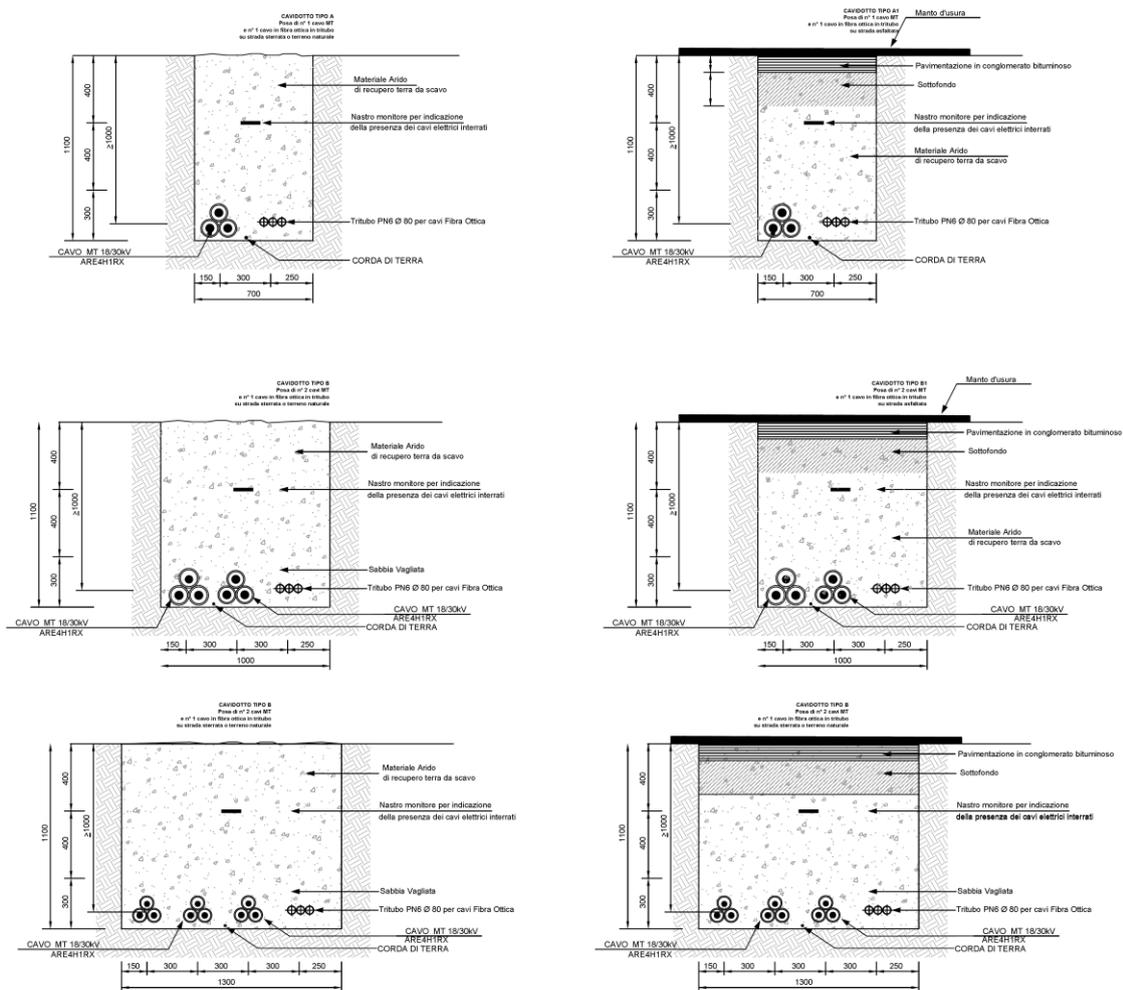


Figura 5.1 – Cavidotti in progetto tipo ARE4H1RX 18/30kV con sezioni variabili 50 a 300mm<sup>2</sup>

Per la tipologia di cavidotti in progetto, le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta e inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i. e non è dunque, necessario assumere alcuna DPA. Alla stessa conclusione giunge la norma CEI 106-11, che permette di determinare le fasce di rispetto per linee MT in cavo cordato ad elica sotterraneo. Ciò viene illustrato

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 18 di 26

graficamente in Figura 5.2 per un cavo MT interrato costituito da una terna di conduttori posti a trifoglio ciascuno di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup> e corrente pari a 360 A.

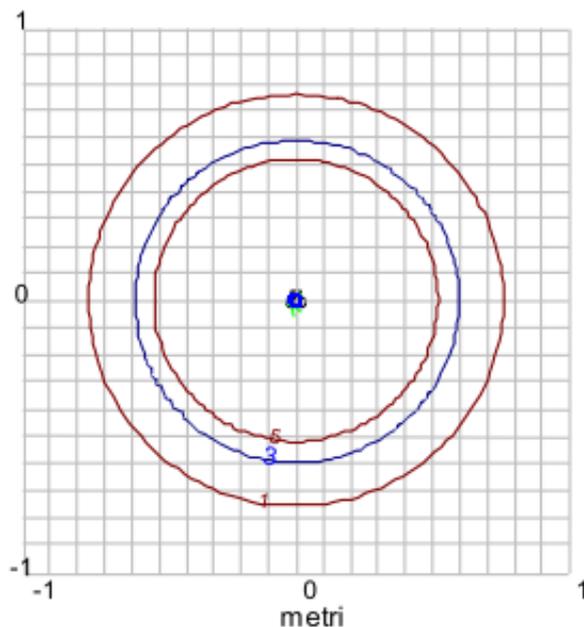


Figura 5.2 - Curve equilivello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica.

Dalla Figura 5.2 si vede chiaramente che la curva a 3  $\mu$ T dista dai 0,5 ai 0,7 m dal centro della terna di cavi. Nell'impianto in progetto, le linee in cavo sotterraneo sia di media tensione sia di bassa tensione saranno posate ad una profondità di circa 0.80÷1.20 m per cui, in base alle valutazioni riportate nella 106-11, già a livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3  $\mu$ T. Ciò significa che per questa tipologia di cavidotti interrati non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque.

Tenuto conto del fatto che in alcuni tratti possono essere presenti più conduttori elicordati i cui effetti dal punto di vista dei campi elettromagnetici possono cumularsi, si assume cautelativamente una DPA pari a 2m dall'asse del cavidotto, soprattutto nei tratti in cui sono presenti 3 o più cavidotti di potenza.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 19 di 26

## 6 CALCOLO DPA CAVIDOTTO 36KV CONNESSIONE SSE UTENTE – SE TERNA

La nuova stazione elettrica di trasformazione 30/36kV di utenza sarà collegata al futuro ampliamento della stazione elettrica (SE) RTN "Ittiri" tramite un cavidotto in cui saranno posati i cavi a 36kV in partenza dai trasformatori e il cavo di collegamento del sistema di accumulo integrato BESS, sempre a 36 kV. Per tali collegamenti si considera un approccio conservativo assumendo una configurazione dei cavi a trifoglio (non elicordato).

### 6.1 Cavidotti in configurazione semplice – singola terna di cavi

In accordo con la norma CEI 106-11, per la posa in questione, con singola terna di cavi all'interno del cavidotto, considerando la sezione commerciale massima di 630 mm<sup>2</sup>, si procede applicando la formula semplificata per il calcolo diretto della distanza  $R_0$  dall'asse della linea al livello del suolo ( $h=0$ ) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di 3  $\mu$ T.

Tenuto conto delle caratteristiche e delle condizioni di posa dei cavidotti, assumendo cautelativamente la quota di installazione pari a -1m, e dei seguenti valori relativi alle condizioni nominali di funzionamento dei cavidotti, si ottengono i risultati riassunti in Tabella 6.1 dove si riportano anche le DPA approssimata al mezzo metro successivo per ciascun cavidotto.

Tipologia Cavidotto Sez. mm <sup>2</sup>	Portata (CEI 11-60) (A)	S (m)	d (m)	$R_0$	DPA (m)
3x1x630	700	0,055	1,0	1,47	2

Tabella 6.1 - Risultati DPA cavidotto

### 6.2 Cavidotti in configurazione complessa – terne multiple di cavi

In alcune tratte sono possibili diverse configurazioni con terne multiple di cavi all'interno dello stesso scavo. In Figura 6.2 viene considerato il caso di una doppia terna di cavi da 630 mm<sup>2</sup> attraversati dalla corrente nominale assunta pari a 700A.

Le simulazioni relative al calcolo dell'intensità del campo magnetico in tal caso sono state elaborate con il software "MoE" (Monitoraggio Elettrodotti) v.1.0 sviluppato dal CESI – Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano - utilizzando modelli di calcolo basati sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano Norma CEI 211-4/1996.

In Figura 6.1 viene mostrata una delle due finestre di ingresso per la simulazione del campo magnetico generato dagli elettrodotti.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 20 di 26

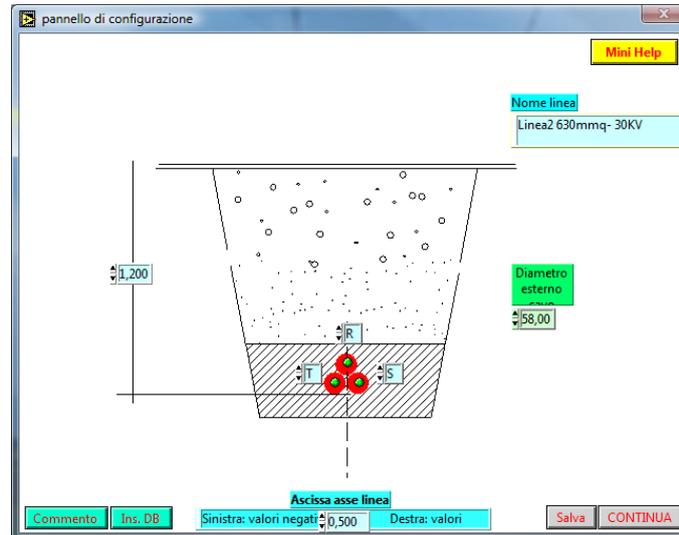


Figura 6.1 – Simulazione con software MOE

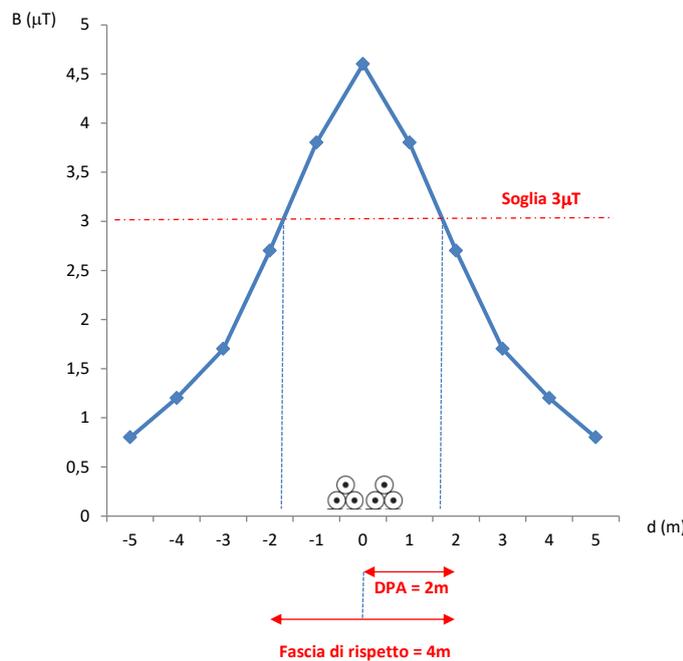


Figura 6.2 – Valore induzione magnetica a 1m dal terreno, n.2 terne MT - I=700A

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto realizzato con doppia terna di cavi a 36kV, aventi sezione di 630mm<sup>2</sup>, attraversati da una corrente pari a 700 A, pari alla portata nominale, i valori di induzione magnetica calcolati a una quota di 1m da suolo sono già inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 1,8 m dall'asse dell'elettrodotto, che viene approssimata a 2m, tale valore corrisponde alla DPA; pertanto, la fascia di rispetto per le tratte in cui sono presenti più terne di conduttori in adiacenza si assumerà pari a 4 m a cavallo dell'asse del caviodotto considerato.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 21 di 26

## 7 CALCOLO DPA CABINE ELETTRICHE TRASFORMAZIONE BESS

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al DM 29.05.08 la fascia di rispetto è intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina elettrica, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore applicando la relazione 5.2.

$$DPA = 0,40942 \cdot x^{0,5241} \cdot \sqrt{I} \quad (5.2)$$

Dove:

- $I$  è la corrente nominale BT in ingresso/uscita dal trasformatore
- $x$  distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (0,05m).

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

Nel caso delle cabine elettriche a 3,15MW dei sottocampi, trattandosi di cabine con correnti nominali massime pari a 2890 A, la DPA si può assumere pari a 5 m, come illustrato in Figura 7.1.

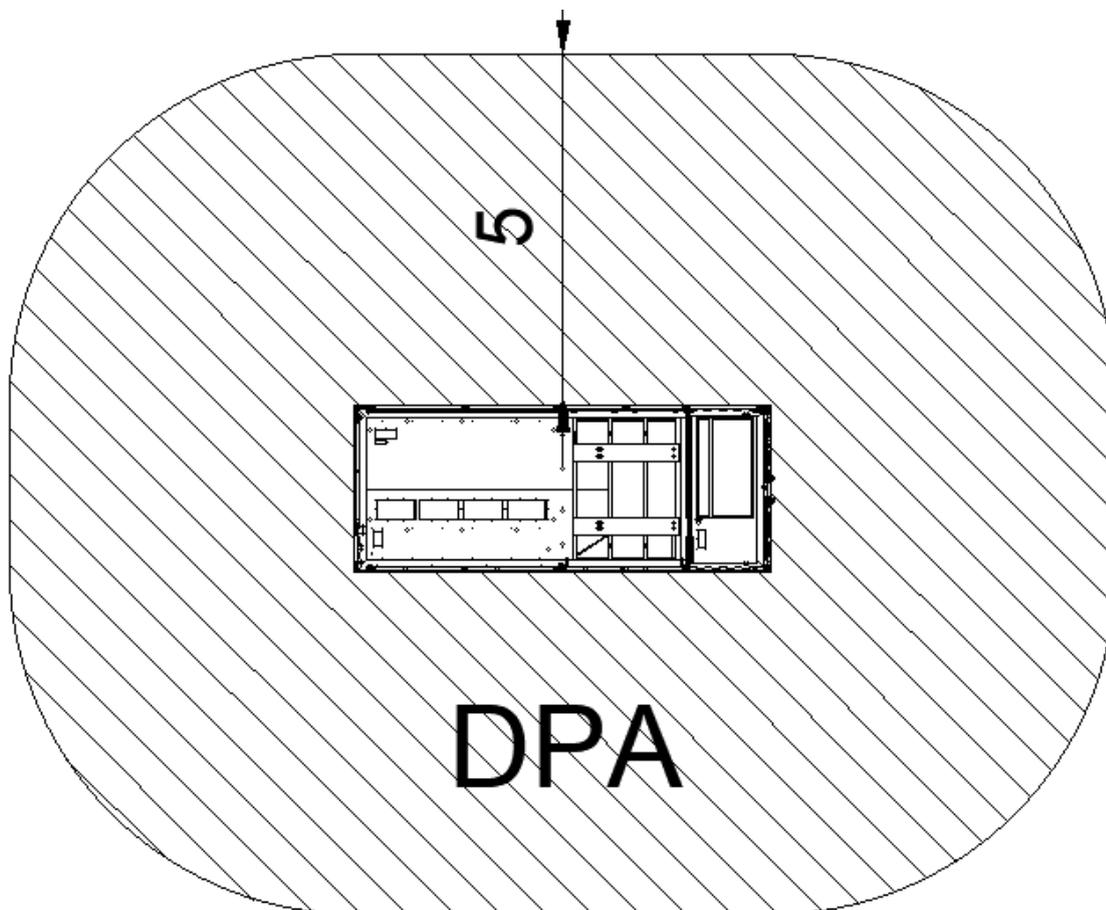


Figura 7.1 - DPA (in m) per le cabine di conversione sistema BESS

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 22 di 26

## 8 CALCOLO DPA STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE 30/36 kV

Nel caso di cabine elettriche con trasformatori, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al DM 29.05.08 la fascia di rispetto è intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina elettrica, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in uscita dal trasformatore applicando la relazione 5.2.

$$DPA = 0,40942 \cdot x^{0,5241} \cdot \sqrt{I} \quad (5.2)$$

Dove:

- $I$  è la corrente nominale in ingresso/uscita dal trasformatore
- $x$  distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo.

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

Nel caso in esame, dove non sono presenti cabine fisiche ma solo trasformatori, trattandosi di trasformatori con correnti nominali massime pari a 393 A, la DPA si può assumere pari a 1 m, come illustrato in Figura 8.1.

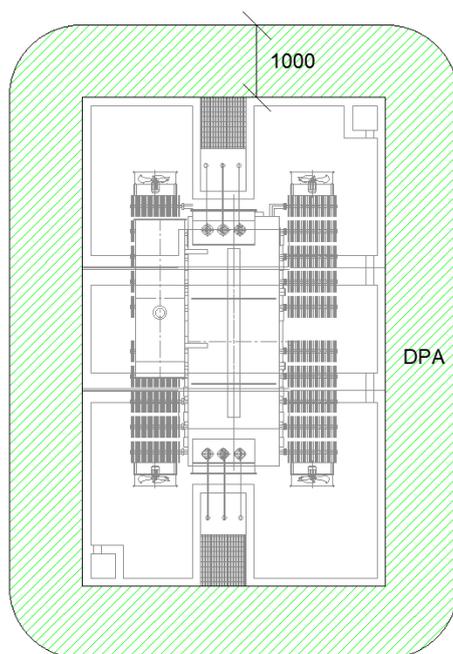


Figura 8.1 - DPA (in mm) per i trasformatori 30/36kV

Analogamente alle linee elettriche anche nel caso delle cabine primarie e stazioni lo spazio definito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità definisce attorno a tali impianti un volume. La superficie di questo volume delimita la fascia di rispetto.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 23 di 26

Per le stazioni, la DPA e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso (DM del 29 maggio 2008).

In particolare, nel caso in oggetto, la fascia di rispetto rientra largamente nei confini della stazione di trasformazione.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 24 di 26

## 9 PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO

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

I locali tecnici dell'impianto saranno non presidiati.

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e quindi con permanenze limitate e prevalentemente inferiori alle quattro ore, oppure per manutenzione straordinaria o programmata con permanenze sicuramente superiori alle quattro ore.

I controlli, le verifiche, ispezioni e manovra impianti delle apparecchiature elettromeccaniche saranno eseguite in conformità 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.

La manutenzione che potrebbe esporre il personale a campi elettromagnetici riguarda la stazione di smistamento del gestore. Nella quasi totalità dei casi la manutenzione avviene fuori servizio e 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, la presenza di persone nell'impianto non configura rischi specifici da esposizione ai CEM.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 25 di 26

## 10 CONCLUSIONI

La presente relazione ha valutato le distanze di prima approssimazione per gli elementi dell'impianto eolico in progetto, avente potenza di 54.4 MW.

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

- aerogeneratori;
- cavidotti interrati MT per la interconnessione degli aerogeneratori con percorso interrato;
- stazione elettrica di trasformazione 30/36 kV;
- cavidotto in antenna a 36 kV (impianto di utenza per la connessione).

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto dalle opere assoggettabili al DM 29.05.08 si può concludere che:

1. Per gli aerogeneratori viene assunta una DPA di 1,5m misurata a partire dalle pareti esterne della torre;
2. Per le linee MT relative alle connessioni tra aerogeneratori non è necessario assumere alcuna DPA in quanto il cavidotto sarà del tipo elicordato;
3. Nei tratti in cui sono presenti 3 o più cavidotti di potenza si assume comunque cautelativamente una DPA pari a 2m dall'asse del cavidotto.
4. Per la stazione di trasformazione che include i trasformatori 30/36kV e i sistemi BESS l'obiettivo di qualità è raggiunto all'interno dell'area della stazione stessa e non è pertanto necessario considerare alcuna DPA;
5. Per il cavidotto di connessione alla RTN a 36kV la DPA si può assumere pari a 2m;
6. All'interno delle succitate DPA, ricadenti all'interno di aree entro la quale non è consentito l'accesso al pubblico, non sono previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere.

In conclusione si può dire che il valore dell'induzione magnetica prodotta non influenza alcun ricettore sensibile, essendo questi distanti dall'area d'impianto.

Mentre considerando il passaggio del cavidotto in configurazione complessa nella periferia nord-est del paese di Thiesi va segnalato che in fase esecutiva la posa del cavidotto interesserà la sede stradale della via mantenendo così al di fuori delle distanze di prima approssimazione l'unica abitazione che si trova in prossimità dell'incrocio tra Via Fratelli Pani e la Circonvallazione Antonio Sassu.

Con le considerazioni e le valutazioni sopra esposte e con le tolleranze attribuibili al modello di calcolo adottato, si può ritenere che la situazione connessa alla realizzazione ed all'esercizio dell'impianto eolico in progetto risulta compatibile con i limiti di legge e con la salvaguardia della salute pubblica.

<b>COMMITTENTE</b> Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM) 	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ENERGIA MONTE PIZZINNU" PROGETTO DEFINITIVO OPERE ELETTRICHE	<b>COD. ELABORATO</b> FORI-BE-RA10
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	<b>PAGINA</b> 26 di 26

## 11 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

### 11.1 Norme legislative

- 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).

### 11.2 Norme tecniche

- 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.

### 11.3 Guide ENEL

- 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.

### 11.4 Altri riferimenti bibliografici

- M. Bruni e altri. *Modellistica previsionale applicata allo studio dei campi magnetici in prossimità di cabine di trasformazione elettrica (MT/BT)*. ARPA Emilia Romagna.
- G. Licitra, F. Francia, N. Colonna. *Esposizione al campo magnetico generato da cabine elettriche MT/BT di U.O. Fisica Ambientale Dipartimento ARPAT di Livorno.*  
Stefano Cheli, Federica Fratini, Mauro Salvadori. Enel. Aspetti tecnici e autorizzativi per l'installazione di cabine secondarie nel rispetto dei limiti normativi esposizione a campi elettromagnetici. Metodologia di valutazione semplificata della fascia di rispetto (DPA). Padova 19/06/09.