

**FW Turna S.r.l.**

**Centrale per la produzione di energia elettrica da fonte eolica  
da 34 MW**

Comune di Porto Torres (SS)

**VALUTAZIONE PRELIMINARE**

ai sensi dell'art. 6, c.9 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Lista di Controllo

Allegato 2 - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA PER RICHIESTA DI VARIANTE  
PROGETTUALE CON AEROGENERATORI DA 4.2 MW

**Allegato 2.2 B5. Studio del campo magnetico**

Rev. 0 emesso il 31 Ottobre 2018



**FW Turna S.r.l.**  
Andrea Belloli  
Presidente

	Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)	Ottobre 2018 Pag. 1 di 13 Rev. 2
---	---	--

# **CENTRALE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DA 34 MW**

## **COMUNE DI PORTO TORRES (SS)**

### **VALUTAZIONE PRELIMINARE**

ai sensi dell'art. 6, c.9 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

#### **Lista di Controllo**

---

**Allegato 2.2 - STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO  
PER RICHIESTA DI VARIANTE PROGETTUALE  
CON AEROGENERATORI DA 4.2 MW  
RELATIVO ALLA STAZIONE DI TRASFORMAZIONE  
20/150 kV ED AI COLLEGAMENTI IN CAVO A 20kV**

---

	<b>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</b>	<b>Ottobre 2018 Pag. 2 di 13 Rev. 2</b>
---	---	---

## **INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CONCLUSIONI .....</b>	<b>3</b>
<b>3. QUADRO NORMATIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>4</b>
<b>5. MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>5</b>
<b>6. RISULTATI DEI CALCOLI.....</b>	<b>6</b>
6.1 Stazione 150 kV.....	6
6.2 Percorsi cavi interrati 20 kV .....	9

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</b>	<b>Ottobre 2018 Pag. 3 di 13 Rev. 2</b>
---	---	---

### 1. INTRODUZIONE

In questo rapporto sono descritti i risultati dei calcoli effettuati per caratterizzare l'esposizione umana ai campi magnetici associabili ai collegamenti in cavo interrato degli aerogeneratori dell'impianto eolico di Porto Torres (SS) e dalla stazione di trasformazione 20/150kV.

Vengono inoltre forniti elementi utili per valutare la compatibilità dei livelli di campo individuati con le prescrizioni di legge vigenti.

### 2. CONCLUSIONI

Lo studio ha evidenziato che il campo magnetico, calcolato ad altezza 1 metro dal suolo, lungo i percorsi delle dorsali 20 kV, risulta sempre inferiore ai limiti di esposizione (100  $\mu$ T), alla soglia di attenzione (10  $\mu$ T) fissati dal DPCM 8 Luglio 2003 ed all'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T.

Lo studio ha inoltre evidenziato che il campo magnetico in prossimità dell'area della stazione di trasformazione risulta inferiore a 3  $\mu$ T e che i valori più elevati, riscontrati all'interno dell'area di stazione, rimangono abbondantemente al di sotto del limite di esposizione di 100  $\mu$ T. Anche nelle immediate vicinanze delle sbarre e apparecchiature di stazione, il campo magnetico rimane quasi ovunque al di sotto della soglia di attenzione di 10  $\mu$ T.

Si evidenzia comunque che l'area di stazione e i percorsi dei cavi elettrici interrati, non sono luoghi *adibiti a permanenze continuative non inferiori a quattro ore giornaliere* ai sensi del DPCM, per cui il valore di 3  $\mu$ T, posto come obiettivo di qualità dal DPCM stesso, non deve essere applicato.

### 3. QUADRO NORMATIVO

Il DPCM 8 luglio 2003 stabilisce i limiti di esposizione ed i valori di attenzione per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) nonché, per il campo magnetico, anche un obiettivo di qualità ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</b>	<b>Ottobre 2018 Pag. 4 di 13 Rev. 2</b>
---	---	---

Come limiti di esposizione viene fissato il valore di 100  $\mu$ T per il campo magnetico, ed un valore di attenzione di 10  $\mu$ T nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle quattro ore giornaliere.

Infine per nuovi elettrodotti ed installazioni elettriche viene fissato l'obiettivo di qualità a 3  $\mu$ T in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e di *luoghi adibiti a permanenza non inferiori alle 4 ore giornaliere.*

A questo riguardo si evidenzia comunque che l'area di stazione, e dei percorsi dei cavi elettrici interrati, non sono aree *adibite a permanenze continuative non inferiori a quattro ore giornaliere* ai sensi del DPCM, per cui il valore di 3  $\mu$ T posto come obiettivo di qualità dal DPCM stesso non deve essere applicato.

### 4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto è costituito da N. 8 aerogeneratori localizzati nel Comune di Porto Torres, in località Monte Rosè. I generatori saranno collegati, attraverso tre linee elettriche in cavo a media tensione a 20 kV (dorsali), ad un quadro di media tensione a 20 kV ubicato nella stazione di trasformazione 20/150kV.

Due dorsali saranno formate da N. 3 aerogeneratori e una dorsale da N. 2 aerogeneratori, in modo da limitare le sezioni dei cavi impiegati e le perdite per effetto joule.

Le dorsali saranno costituite da cavi interrati, il cui percorso ricalcherà i tracciati di viabilità esistente e/o quelli di nuova realizzazione per l'accesso agli aerogeneratori stessi.

La stazione elettrica 20/150 kV consentirà la raccolta della potenza prodotta dagli aerogeneratori della centrale eolica, la trasformazione dal livello di tensione 20 kV a quello di 150 kV e la consegna dell'energia alla Rete di Trasmissione Nazionale a 150 kV di Terna, mediante un montante trasformatore 20/150kV.

Nella stazione di trasformazione sarà realizzato un fabbricato nel quale saranno installate le apparecchiature elettriche a media e bassa tensione (servizi ausiliari, controllo e protezione, ecc.).

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</b>	<b>Ottobre 2018 Pag. 5 di 13 Rev. 2</b>
---	---	---

### 5. MODELLO DI CALCOLO

Il programma di calcolo utilizzato si basa sui metodi standardizzati dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI 211-4, fascicolo 2840: “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, Luglio 1996).

Per il calcolo del campo magnetico nei pressi del montante di alta tensione della stazione è stato impiegato un modello di tipo bidimensionale visto il carattere rettilineo dei condotti stessi. I conduttori del montante trasformatore a 150 kV si trovano ad un'altezza minima di 4,5 m dal suolo.

Per i cavi interrati si è utilizzato un modello analogo rappresentando l'andamento del campo in alcune sezioni significative, rappresentative di quelle che si verranno a creare nel parco eolico.

I cavi si considerano posati ad una profondità di 1,2 m con formazione a trifoglio.

In tutti i casi il valore del campo magnetico viene calcolato ad 1 metro dal suolo, come previsto dall'art. 5 del DPCM 08/07/03.

Per la corrente è stato considerato il valore massimo generato da un aerogeneratore da 4.2 MW, pari a 129 A; si sono trascurati i consumi degli ausiliari e l'effetto schermante dello schermo metallico del cavo.

Le assunzioni fatte appaiono estremamente cautelative, considerando che la corrente dei generatori può ridursi notevolmente in funzione della variabilità delle condizioni di vento nel corso della giornata (secondo il citato DPCM, i limiti del campo sono da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore giornaliere nelle normali condizioni di esercizio).

I valori delle correnti circolanti nelle diverse parti dell'impianto sono pertanto:

- ✓ corrente max. montante trasformatore 150 kV 200 A
- ✓ corrente max singolo aerogeneratore a 20 kV 129 A
- ✓ corrente max dorsale a 20 kV con due aerogeneratori 258 A
- ✓ corrente max dorsale a 20 kV con tre aerogeneratori 387 A

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</b>	<b>Ottobre 2018 Pag. 6 di 13 Rev. 2</b>
---	---	---

### 6. RISULTATI DEI CALCOLI

#### 6.1 Stazione 150 kV

L'andamento del campo magnetico ad 1 metro dal suolo è rappresentato nelle sezioni 1a-1a e 1b-1b ( ).

I valori più elevati di campo magnetico, calcolato ad 1m dal suolo, si trovano nelle immediate vicinanze dei conduttori, rimanendo abbondantemente al di sotto del limite di esposizione di 100  $\mu$ T e quasi ovunque al di sotto della soglia di attenzione di 10  $\mu$ T. In prossimità della recinzione ed all'esterno di essa il campo scende al di sotto dei 3  $\mu$ T ( e ).

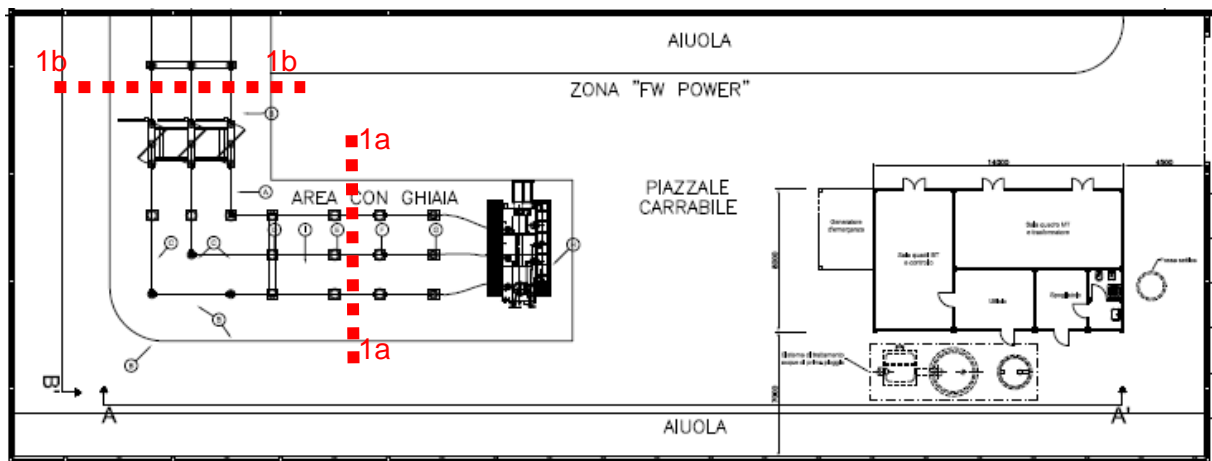


Figura 1 - Planimetria della stazione 20/150kV – Sezioni 1a e 1b

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

 <p>wood. FW TURNA S.r.l.</p>	<p>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</p>	<p>Ottobre 2018 Pag. 7 di 13 Rev. 2</p>
--	---	---

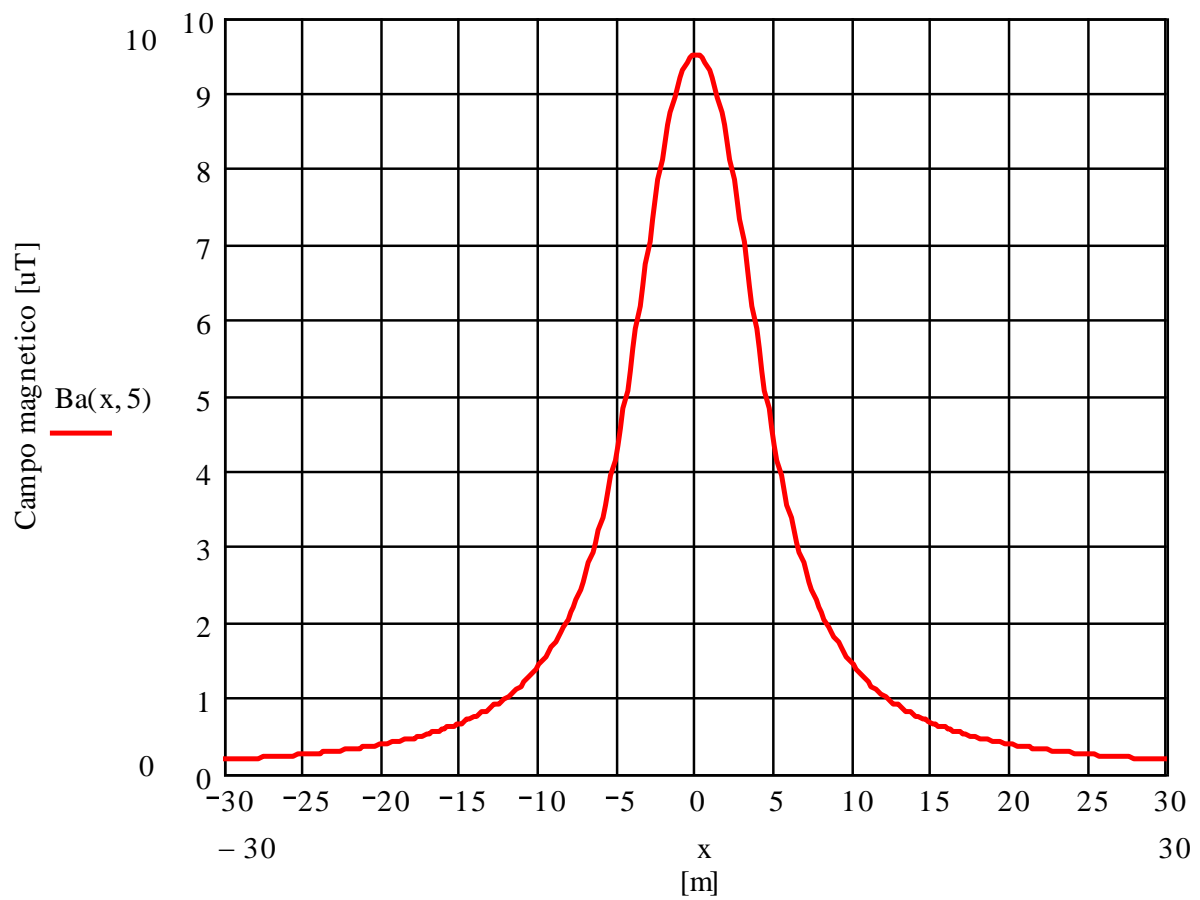


Figura 2 - Andamento del campo magnetico generato all'interno dell'area della stazione di trasformazione - Sezione 1a



## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

 <p>wood. FW TURNA S.r.l.</p>	<p>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</p>	<p>Ottobre 2018 Pag. 8 di 13 Rev. 2</p>
--	---	---

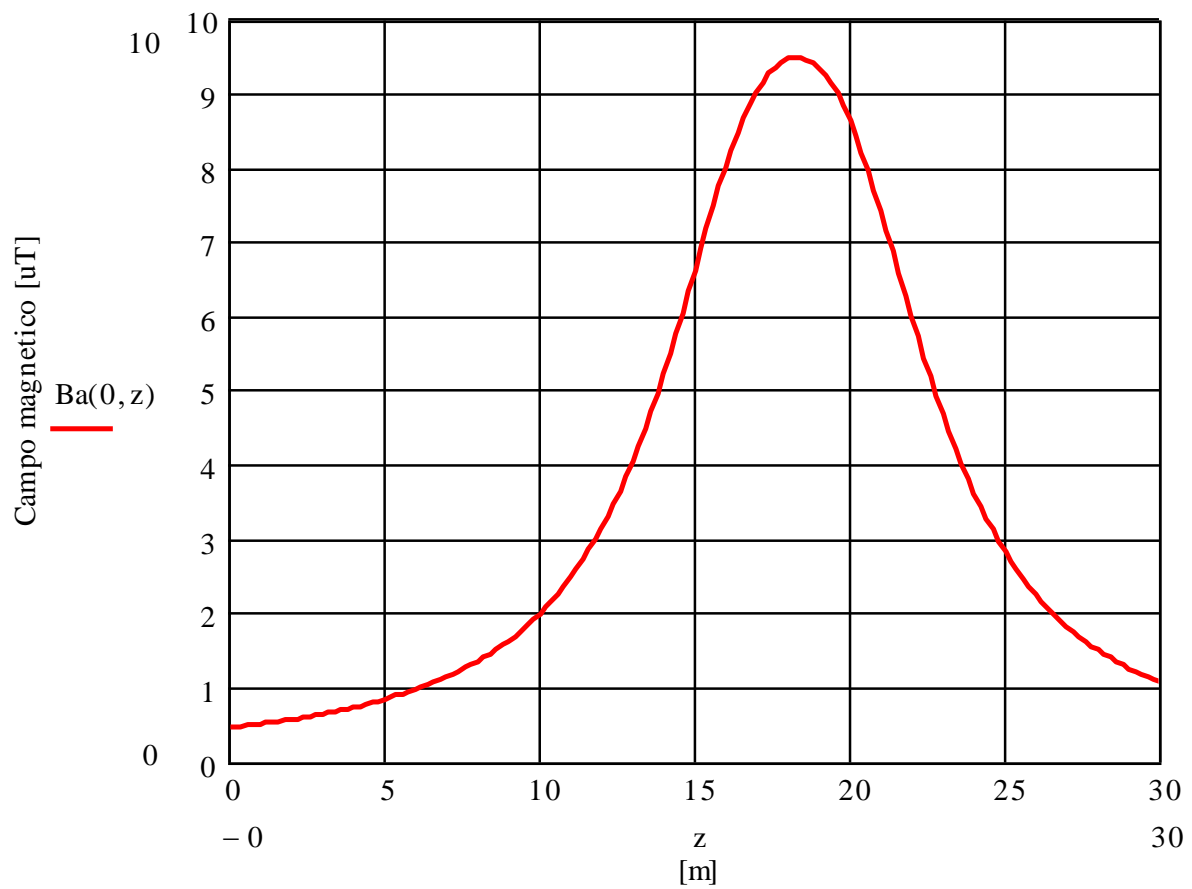


Figura 3 - Andamento del campo magnetico generato all'interno dell'area della stazione di trasformazione - Sezione 1b

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</b>	<b>Ottobre 2018 Pag. 9 di 13 Rev. 2</b>
---	---	---

### 6.2 Percorsi cavi interrati 20 kV

Per fornire una panoramica dei valori attesi di campo magnetico lungo i percorsi delle linee in cavo interrato 20 kV, si sono considerate le seguenti sezioni (Tabella 6-1), attraversate dai valori di correnti nei tratti ove risultano massime.

**Tabella 6-1 – Sezioni considerate per il calcolo del campo magnetico – dorsali 20 kV**

Sezione	Descrizione	Dorsali/linee	Torri eoliche connesse	Corrente max [A]
Sezione 1	Sezione attraversata da 3 dorsali 20 kV	Dorsale n° 1 (630 mm <sup>2</sup> )	3	387
		Dorsale n° 2 (630 mm <sup>2</sup> )	3	387
		Dorsale n° 3 (300 mm <sup>2</sup> )	2	258
Sezione 2	Sezione attraversata da 2 dorsali 20 kV	Dorsale n° 2 (630 mm <sup>2</sup> )	3	387
		Dorsale n° 3 (300 mm <sup>2</sup> )	2	258
Sezione 3	Sezione attraversata da 1 dorsale 20 kV	Dorsale n° 3 (300 mm <sup>2</sup> )	2	258

Un dettaglio dei risultati ottenuti dallo studio di campo magnetico lungo i percorsi delle linee in cavo interrato menzionate, a 1 metro di altezza dal suolo, è riportato in Tabella 6-2, in cui viene mostrato il valore massimo del campo magnetico che resta al di sotto dell'obiettivo di qualità di 3 µT.

Quanto sopra si applica evidentemente anche alle sezioni attraversate da correnti minori di quelle assunte per il calcolo.

**Tabella 6-2 – Valori massimi di campo magnetico a 1 metro dal suolo – dorsali 20kV**

Sezione	Descrizione	Dorsali/linee	Massimo valore di campo magnetico [µT]	Larghezza fascia [m]
Sezione 1	Sezione attraversata da 3 dorsali 20 kV	Dorsale n° 1 (630 mm <sup>2</sup> )	2,738	N.A.
		Dorsale n° 2 (630 mm <sup>2</sup> )		
		Dorsale n° 3 (300 mm <sup>2</sup> )		
Sezione 2	Sezione attraversata da 2 dorsali 20 kV	Dorsale n° 2 (630 mm <sup>2</sup> )	1,670	N.A.
		Dorsale n° 3 (300 mm <sup>2</sup> )		
Sezione 3	Sezione attraversata da 1 dorsale 20 kV	Dorsale n° 3 (300 mm <sup>2</sup> )	0,584	N.A.

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW</b> <b>Comune di Porto Torres (SS)</b>	<b>Ottobre 2018</b> <b>Pag. 10 di 13</b> <b>Rev. 2</b>
---	---	--

Dai calcoli effettuati si evince che non è necessario definire alcuna fascia di rispetto per le dorsali 20 kV di collegamento delle torri alla sottostazione.

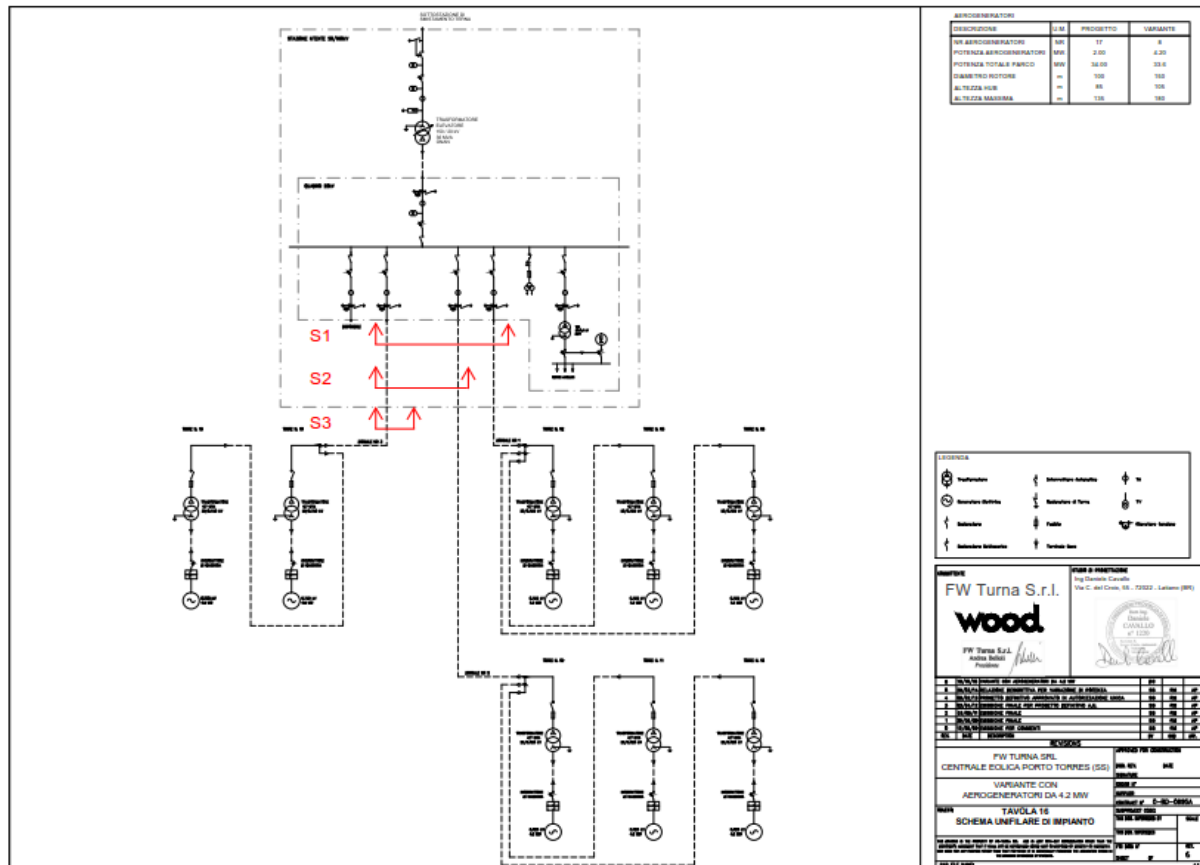


Figura 4 - Schema unifilare semplificato del parco eolico – Sezioni 1, 2, 3 cavi 20kV

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW Comune di Porto Torres (SS)</b>	<b>Ottobre 2018 Pag. 11 di 13 Rev. 2</b>
---	---	--

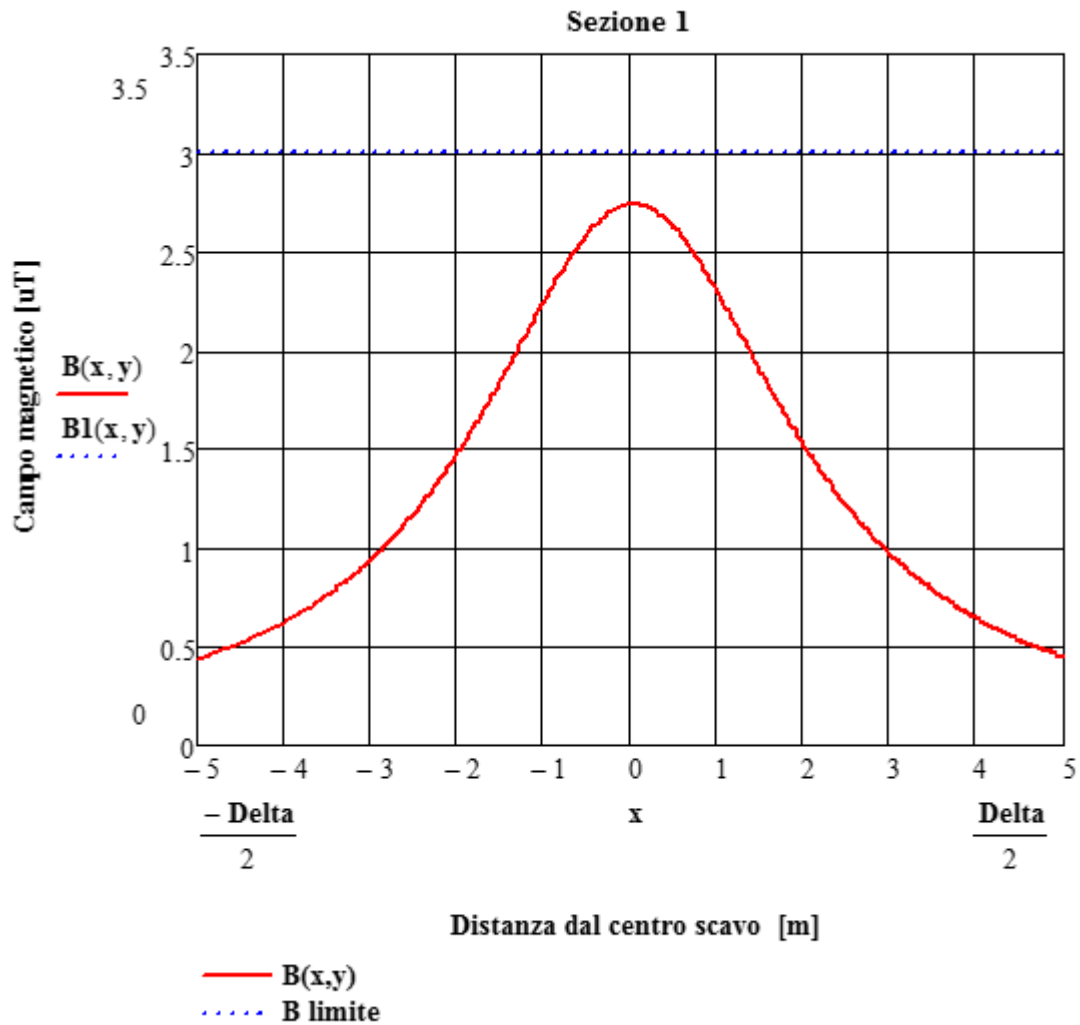


Figura 5 - Sezione 1: andamento del campo magnetico generato da tre dorsali di cavi 20kV – due dorsali con 3 aerogeneratori (387 A), una dorsale con due aerogeneratori (258 A)

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW</b> Comune di Porto Torres (SS)	Ottobre 2018 Pag. 12 di 13 Rev. 2
---	--	---

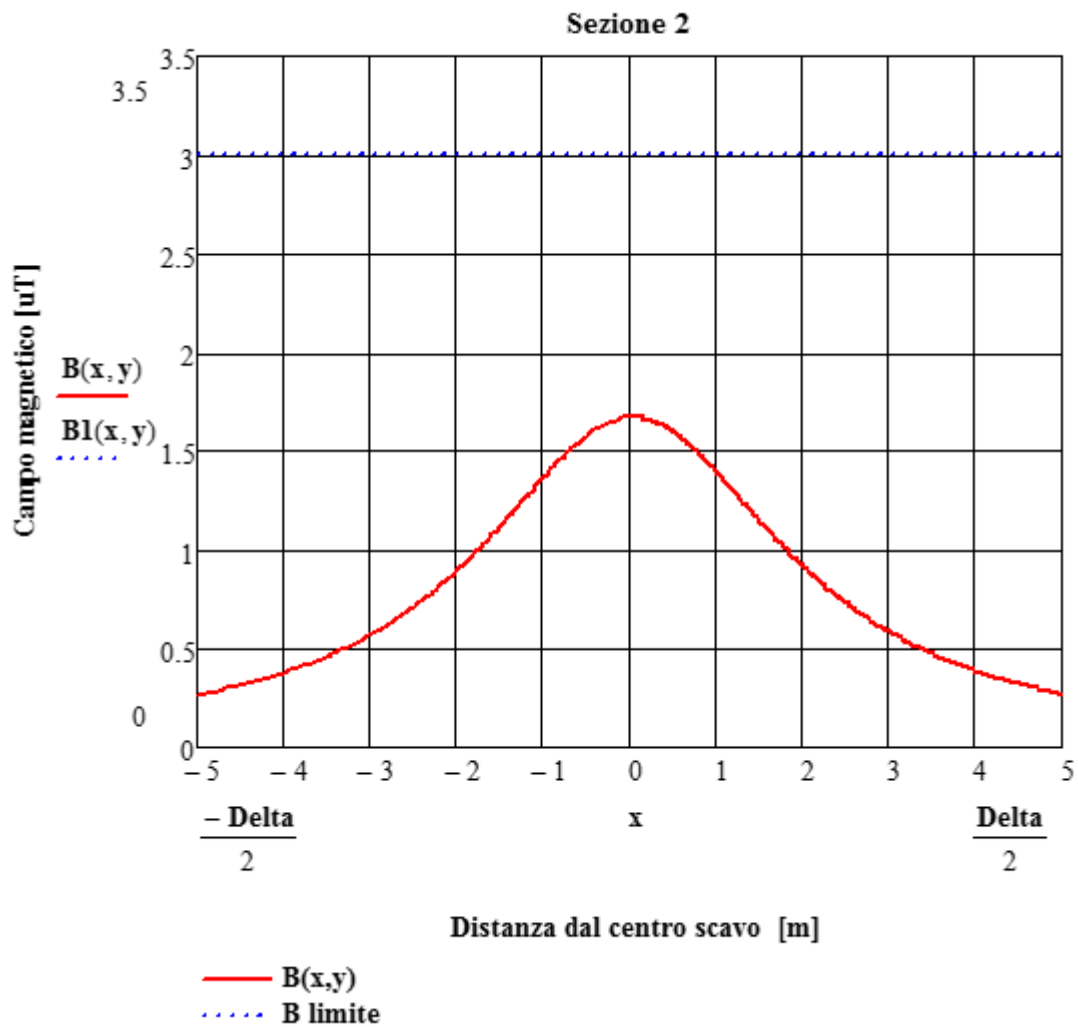


Figura 6 - Sezione 2: andamento del campo magnetico generato da due dorsali di cavi 20kV – una dorsale con 3 aerogeneratori (387 A), una dorsale con due aerogeneratori (258 A)

## B.5 STUDIO DEL CAMPO MAGNETICO VARIANTE CON AEROGENERATORI 4.2 MW

	<b>Impianto Eolico da 34 MW</b> Comune di Porto Torres (SS)	Ottobre 2018 Pag. 13 di 13 Rev. 2
---	--	---

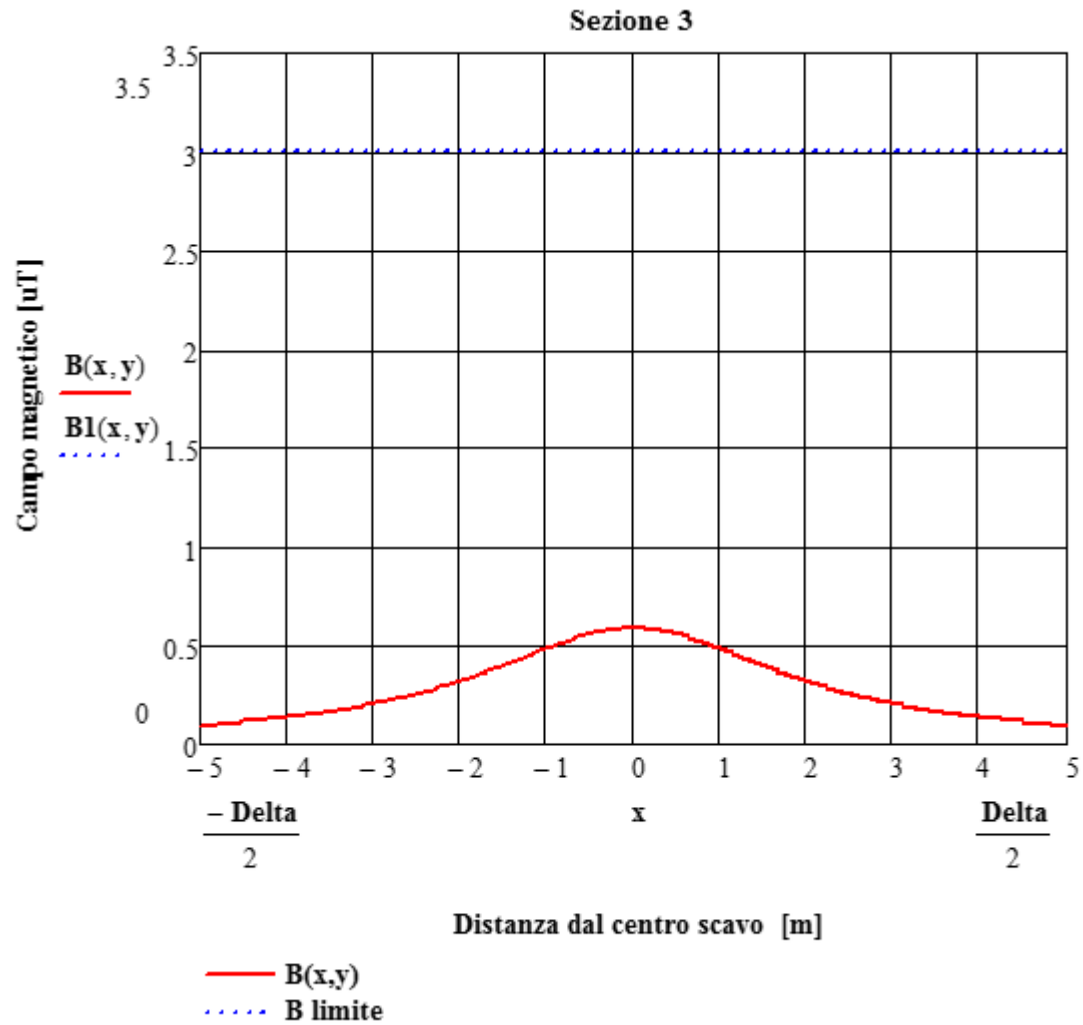


Figura 7 - Sezione 3: andamento del campo magnetico generato da una dorsale di cavi 20 kV con due aerogeneratori (258 A)