

# AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



## PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO ROCCANOVA

Titolo elaborato:

### RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO (MEDIA E ALTA TENSIONE)

TL	GD	GD	EMISSIONE	31/10/22	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

#### PROPONENTE



**RENEWABLE PRIME S.R.L.**

VIA G. GARIBALDI N. 15  
74023 GROTTAGLIE (TA)

#### CONSULENZA



**GE.CO.D'OR S.R.L.**

VIA G. GARIBALDI N. 15  
74023 GROTTAGLIE (TA)

#### PROGETTISTA

ING. GAETANO D'ORONZIO  
VIA GOITO 14 – COLOBRARO (MT)

Codice  
RCSA116

Formato  
A4

Scala  
/

Foglio  
1 di 42

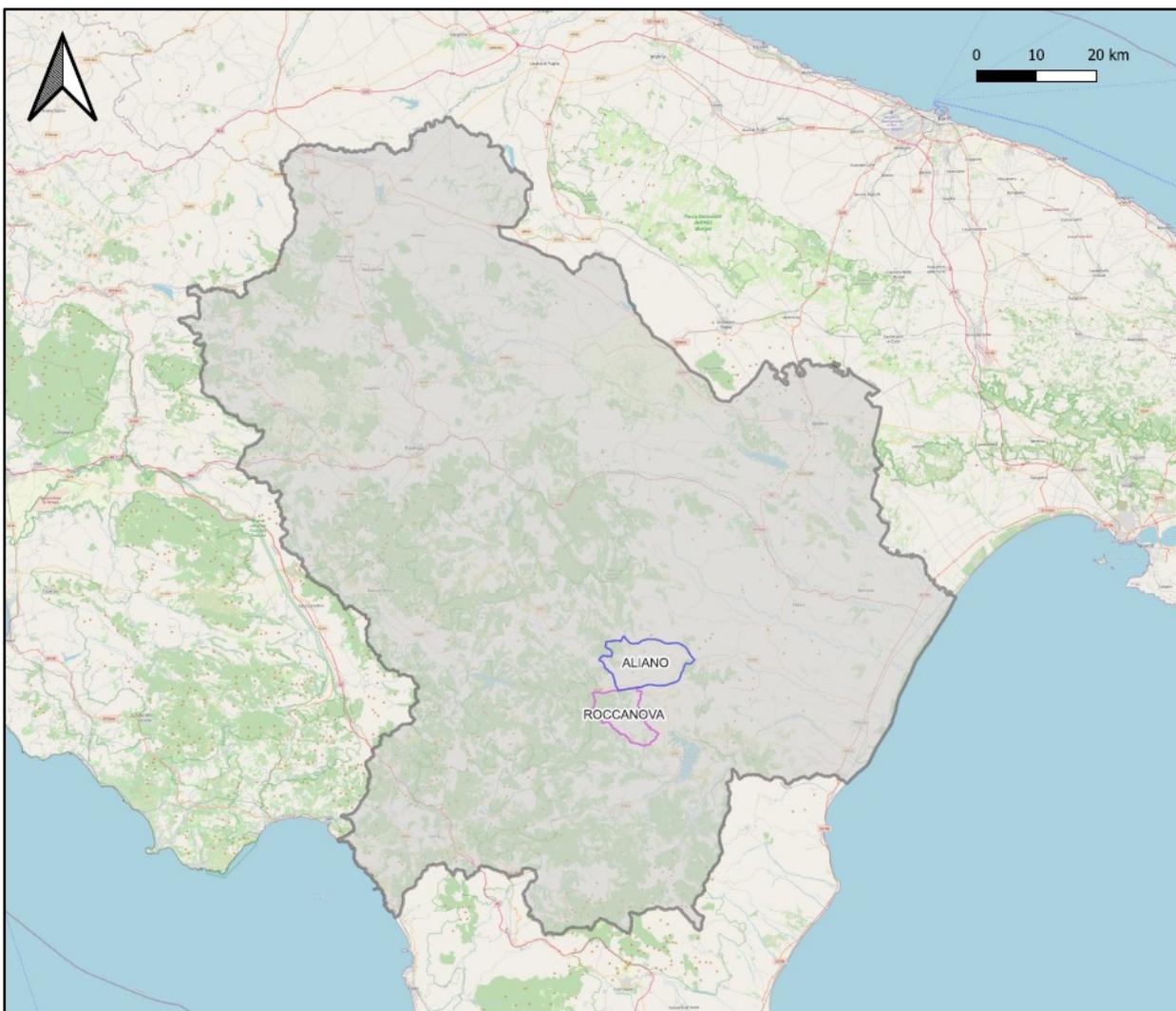
## Sommarrio

1. PREMESSA .....	3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	4
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	5
3.1. Sistema di distribuzione in Media Tensione .....	10
3.2. Linee elettriche MT .....	11
4. VALORI LIMITE DEL CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA E DELL'INTENSITA' DEL CAMPO ELETTRICO .....	14
5. CALCOLO DELLE DPA.....	15
5.1. DPA collegamenti in cavo interrato di Media Tensione.....	16
5.2. DPA collegamento in cavo interrato di Alta Tensione .....	37
5.3. Stazione elettrica Utente.....	42
6. CONCLUSIONI.....	42

## 1. PREMESSA

La **Renewable Prime s.r.l.** è una società costituita per realizzare un impianto eolico in Basilicata, denominato “**Parco Eolico Roccanova**”, nel territorio del comune di Roccanova (Provincia di Potenza). A tale scopo, la Ge.co.D’Or. s.r.l., società italiana impegnata nello sviluppo di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili con particolare focus nel settore dell’eolico e proprietaria della Renewable Prime s.r.l., si è occupata della progettazione definitiva per la richiesta di Autorizzazione Unica (AU) alla costruzione e l’esercizio dell’impianto eolico e della relativa Valutazione d’Impatto Ambientale (VIA). L’impianto eolico è caratterizzato da una potenza nominale totale in immissione pari a 31 MWp ed è costituito da 5 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6.2 MWp, altezza torre pari a 135 m e rotore pari a 170 m.

All’interno del Comune di Aliano (Provincia di Matera) sono localizzate la Stazione Elettrica Utente 150/33 kV e il punto di connessione a 150 kV in corrispondenza della Stazione Elettrica di trasformazione della RTN Terna a 380/150 kV, denominata “Aliano”.



**Figura 1.1:** Comuni interessati dal Parco Eolico Roccanova

Nella presente trattazione vengono valutati l'andamento ed i valori del campo di induzione magnetica prodotti dai cavi di collegamento di media e alta tensione, le fasce di rispetto e la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) delle varie tratte di collegamento.

## **2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

---

Nel seguito sono riportate le norme tecniche di riferimento della presente trattazione:

- ✓ D.P.C.M. 08.07.2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- ✓ L. n. 36 del 22.02.2001, "Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- ✓ Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999 "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300Ghz";
- ✓ Decreto Min. Amb. 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- ✓ 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";
- ✓ 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";
- ✓ NORMA CEI 11-60 - "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV";
- ✓ NORMA CEI 106-12 - "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT";
- ✓ CEI EN 50499 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici";
- ✓ NORMA CEI EN 50433 (CEI 9-139) - "Effetti delle interferenze elettromagnetiche sulle tubazioni causate da sistemi di trazione elettrica ad alta tensione in corrente alternata e/o da sistemi di alimentazione ad alta tensione in corrente alternata";
- ✓ Linee guida ICNIRP "Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)".

### 3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto eolico presenta una potenza totale in immissione di 31 MWp ed è costituito da 5 aerogeneratori di potenza pari a 6.2 MWp, altezza torre pari a 135 m e rotore pari a 170 m, collegati tra loro mediante un sistema di cavi interrati a 33 kV, opportunamente dimensionati, che si collega alla Stazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 150/33 kV all'interno del Comune di Aliano.

La SEU 150/33 kV di Aliano è localizzata all'interno della stazione condivisa con altri produttori ed è collegata, mediante un cavo interrato in Alta Tensione a 150 kV di lunghezza di circa 6 km, con la Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150 kV denominata "Aliano".

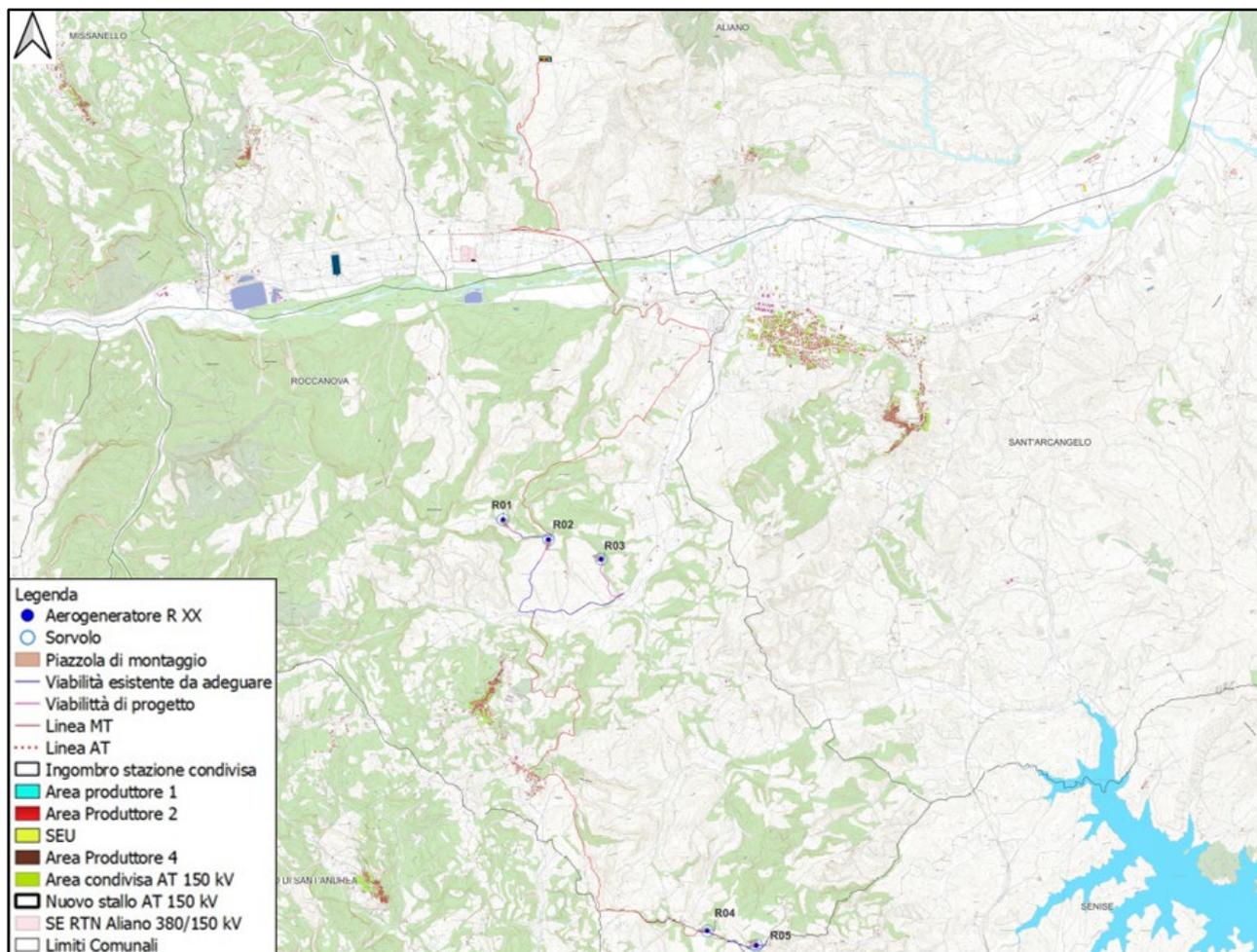


Figura 3.1: Inquadramento territoriale - Limiti amministrativi comuni interessati

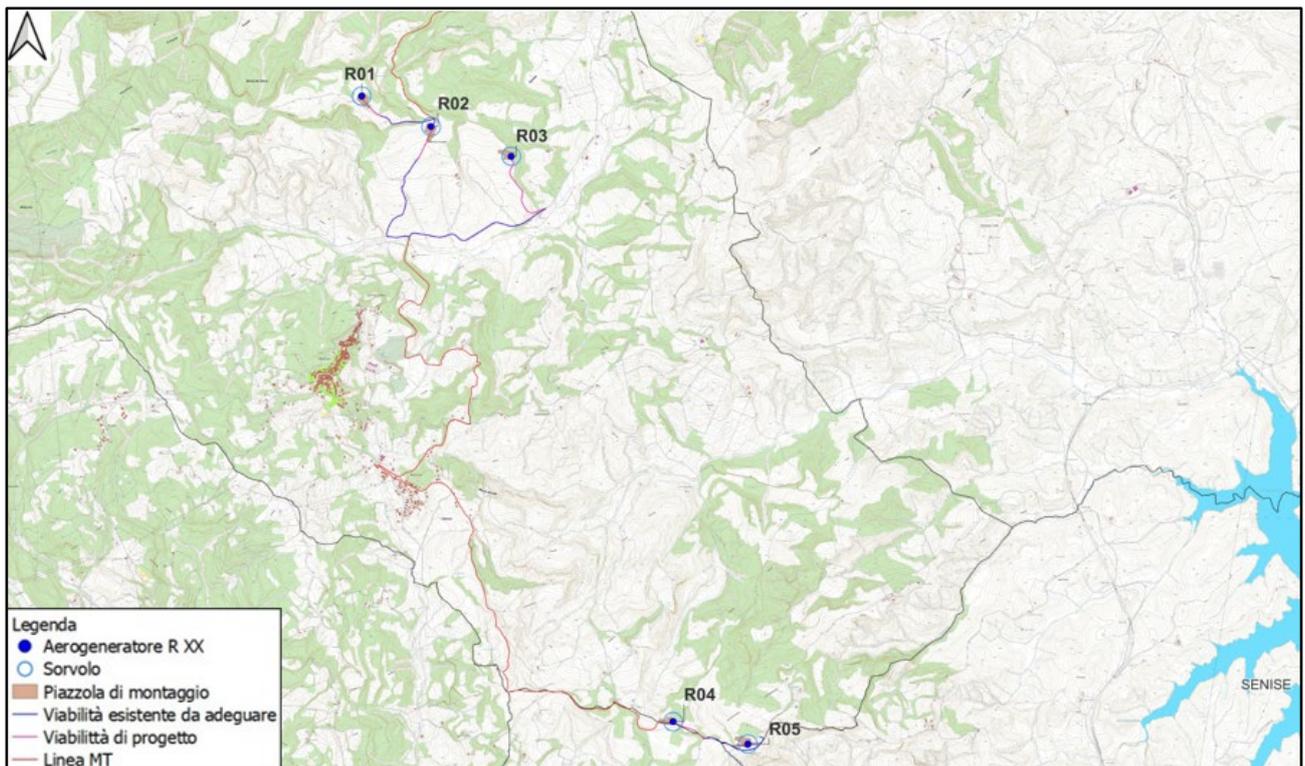


Figura 3.2: Layout d'impianto con aerogeneratori su CTR

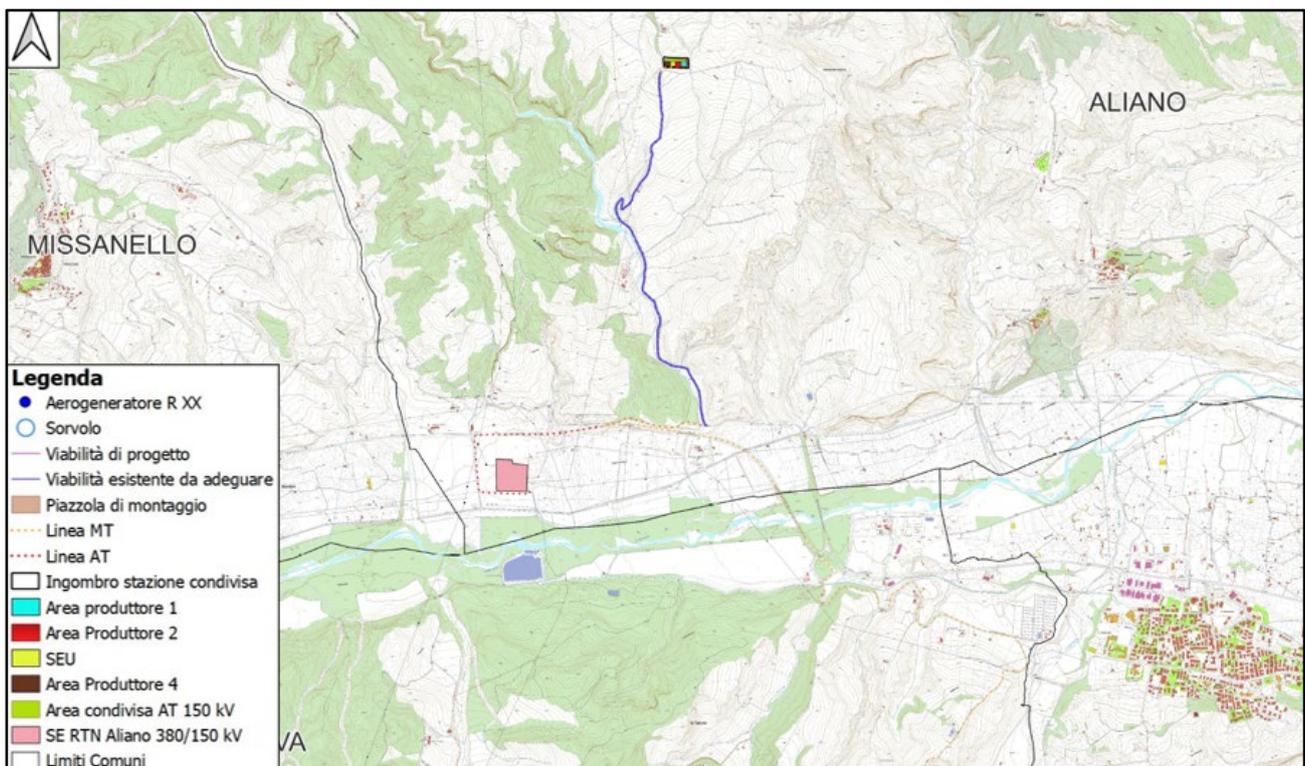


Figura 3.3: Layout d'impianto con SEU 150/33 kV, stazione condivisa e SE 380/150 kV su CTR

La soluzione di connessione (Soluzione Tecnica Minima Generale, STMG - codice pratica del preventivo di connessione C.P. 202100991), prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 150 kV su

un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV denominata “Aliano”.

Il Gestore ha inoltre prescritto che lo stallo occupato dall’impianto debba essere condiviso con altri produttori e, a tal fine, si prevede la realizzazione di una stazione elettrica condivisa all’interno della quale sia contenuta la Stazione Elettrica Utente, che si collega alla SE della RTN mediante la posa in opera, prevalentemente su strade esistenti, di una linea Alta Tensione a 150 kV interrata.

Le linee elettriche interrate di Media Tensione a 33 kV sono allocate prevalentemente in corrispondenza del sistema di viabilità interna necessario anche per la costruzione e la gestione futura dell’impianto. Il sistema di viabilità è realizzato prevalentemente adeguando il sistema viario esistente e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.

Si riportano di seguito le coordinate delle posizioni scelte per l’installazione degli aerogeneratori e le relative caratteristiche.

WTG	Comune	D rotore [m]	H <sub>tot</sub> [m]	H <sub>hub</sub> [m]	Coordinate	
					Latitudine [°]	Longitudine [°]
R 01	Roccanova	170	220	135	40.235186°	16.207585°
R 02	Roccanova	170	220	135	40.232571°	16.215014°
R 03	Roccanova	170	220	135	40.229997°	16.223618°
R 04	Roccanova	170	220	135	40.182950°	16.239215°
R 05	Roccanova	170	220	135	40.180797°	16.247506°

**Tabella 3.1:** Localizzazione e caratteristiche degli aerogeneratori di progetto

Il progetto prevede che uno dei possibili aerogeneratori da installare è il modello Siemens Gamesa SG 170 di potenza nominale pari a 6.2 MWp, altezza torre all’hub pari a 135 m e diametro del rotore 170 m.

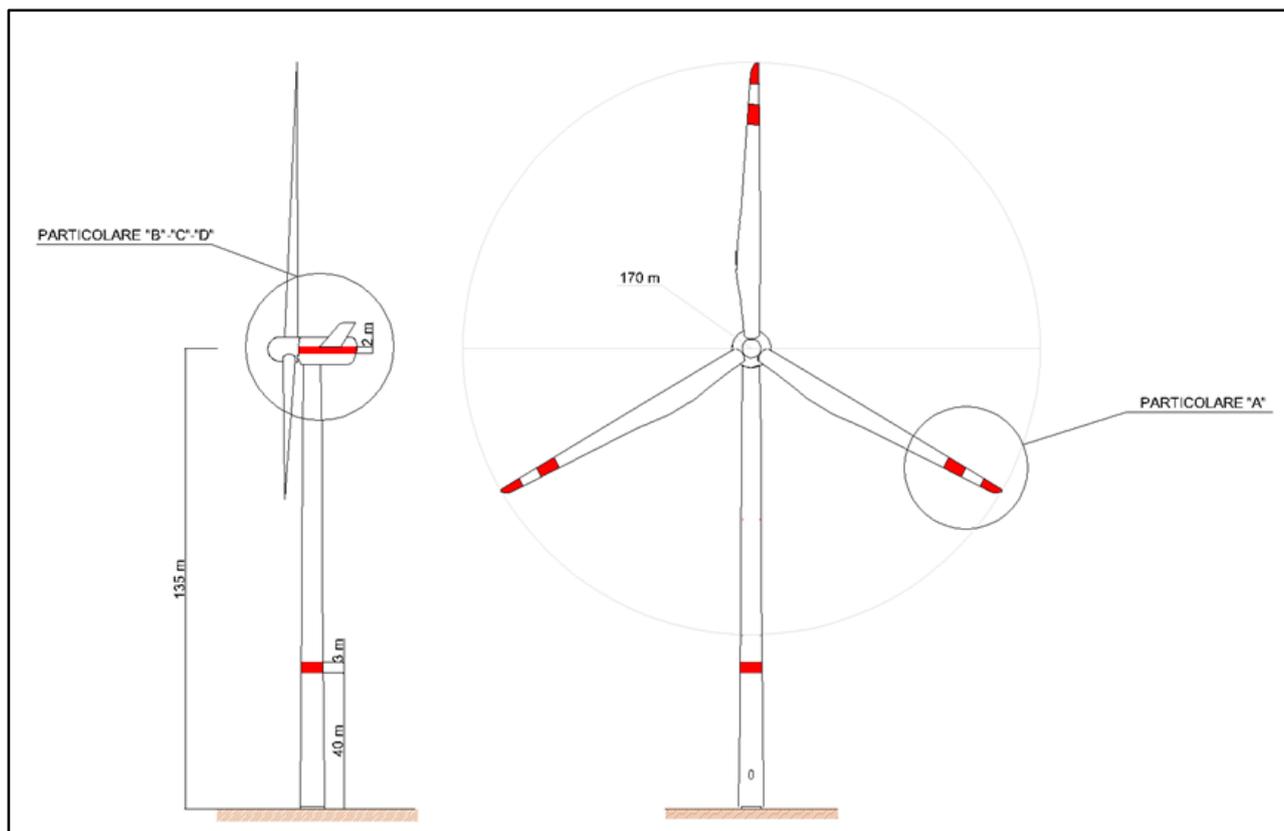
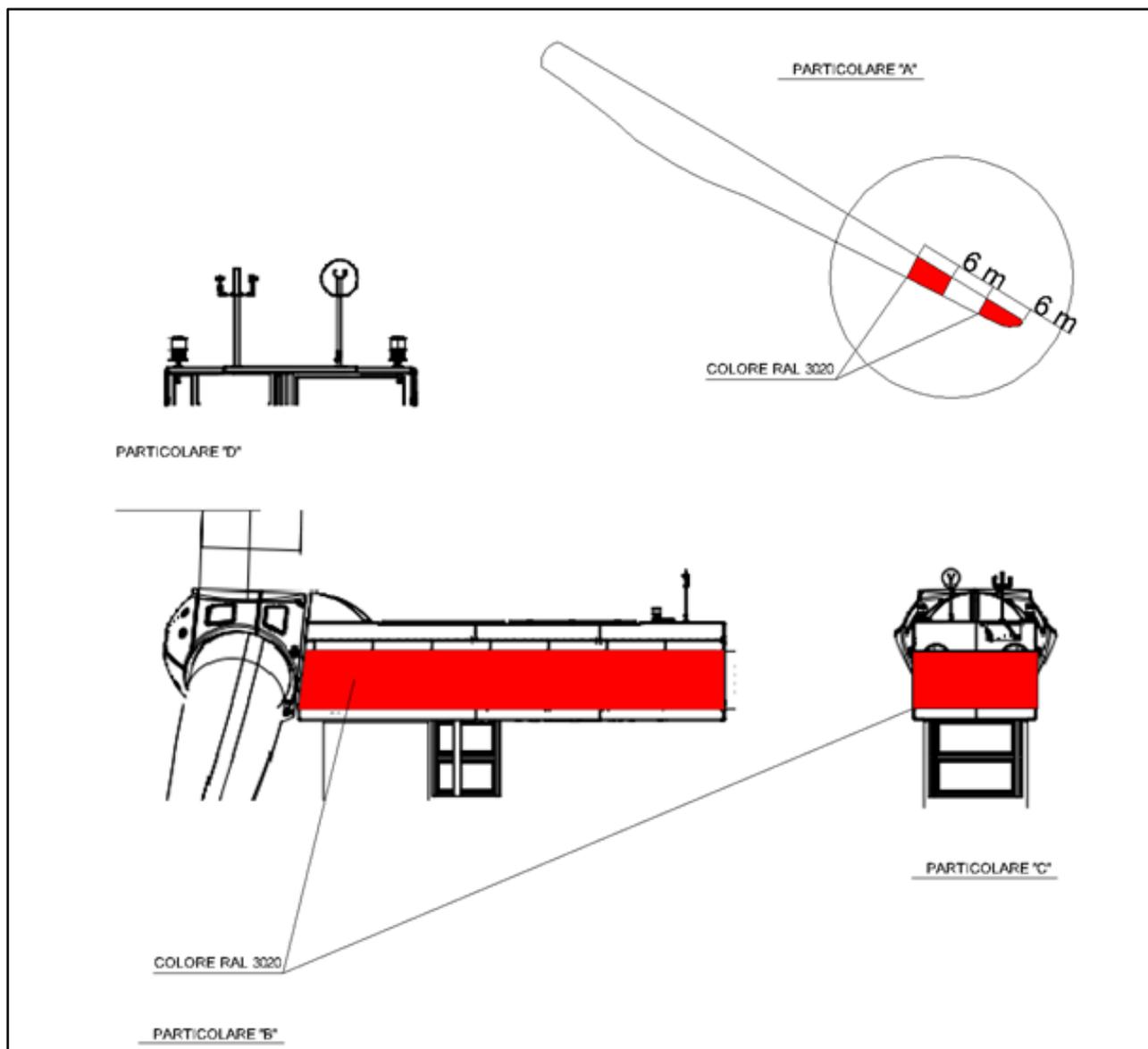


Figura 3.4: Profilo aerogeneratore SG170 – 6.2 MWp



**Figura 3.5:** Particolari aerogeneratore SG170 – 6.2 MW

Ogni macchina è dotata di un sistema che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al proprio asse principale ed il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

Il rotore, posto sopravvento al sostegno, viene realizzato in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro ed è caratterizzato da un funzionamento a passo variabile. Altre caratteristiche salienti sono riassunte nella **Tabella 3.2**.

<b>Rotor</b>		<b>Grid Terminals (LV)</b>	
Type.....	3-bladed, horizontal axis	Baseline nominal power..	6.0MW/6.2 MW
Position.....	Upwind	Voltage.....	690 V
Diameter.....	170 m	Frequency.....	50 Hz or 60 Hz
Swept area.....	22,698 m <sup>2</sup>	<b>Yaw System</b>	
Power regulation.....	Pitch & torque regulation with variable speed	Type.....	Active
Rotor tilt.....	6 degrees	Yaw bearing.....	Externally geared
<b>Blade</b>		Yaw drive.....	Electric gear motors
Type.....	Self-supporting	Yaw brake.....	Active friction brake
Single piece blade length	83,3 m	<b>Controller</b>	
Segmented blade length:		Type.....	Siemens Integrated Control System (SICS)
Inboard module.....	68,33 m	SCADA system.....	Consolidated SCADA (CSSS)
Outboard module.....	15,04 m	<b>Tower</b>	
Max chord.....	4.5 m	Type.....	Tubular steel / Hybrid
Aerodynamic profile.....	Siemens Gamesa proprietary airfoils	Hub height.....	100m to 165 m and site- specific
Material.....	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic) Semi-gloss, < 30 / ISO2813	Corrosion protection.....	
Surface gloss.....	Light grey, RAL 7035 or	Surface gloss.....	Painted
Surface color.....	White, RAL 9018	Color.....	Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
<b>Aerodynamic Brake</b>		<b>Operational Data</b>	
Type.....	Full span pitching	Cut-in wind speed.....	3 m/s
Activation.....	Active, hydraulic	Rated wind speed.....	11.0 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
<b>Load-Supporting Parts</b>		Cut-out wind speed.....	25 m/s
Hub.....	Nodular cast iron	Restart wind speed.....	22 m/s
Main shaft.....	Nodular cast iron	<b>Weight</b>	
Nacelle bed frame.....	Nodular cast iron	Modular approach.....	Different modules depending on restriction
<b>Mechanical Brake</b>			
Type.....	Hydraulic disc brake		
Position.....	Gearbox rear end		
<b>Nacelle Cover</b>			
Type.....	Totally enclosed		
Surface gloss.....	Semi-gloss, <30 / ISO2813		
Color.....	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018		
<b>Generator</b>			
Type.....	Asynchronous, DFIG		

**Tabella 3.2:** Specifiche tecniche dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG 170 HH 135

Le caratteristiche dell'aerogeneratore sopra riportate sono quelle ritenute idonee in base a quanto disponibile oggi sul mercato; in futuro potrà essere possibile cambiare il modello dell'aerogeneratore senza modificare in maniera sostanziale l'impatto ambientale e i limiti di sicurezza previsti.

### 3.1. Sistema di distribuzione in Media Tensione

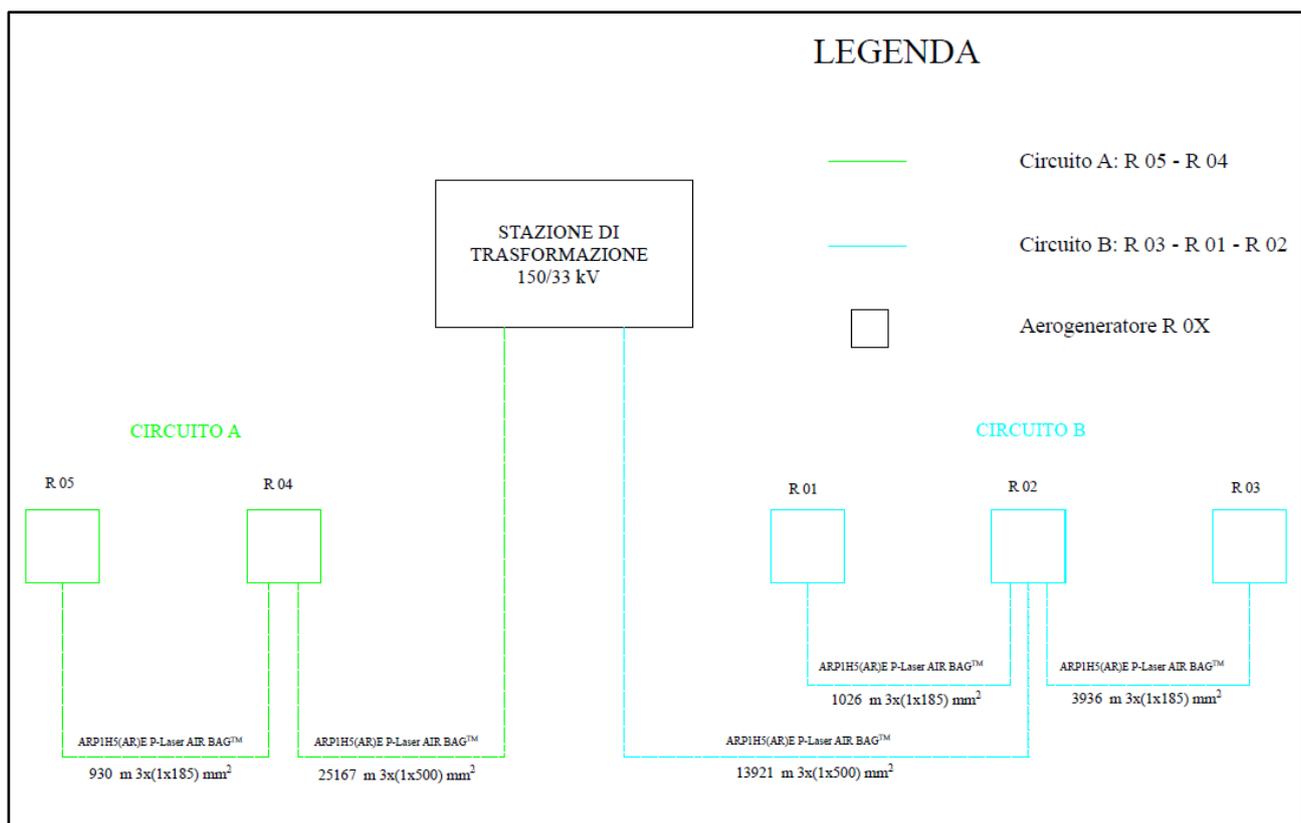
Il "Parco Eolico Roccanova" è caratterizzato da una potenza complessiva di 31 MWp, ottenuta da 5 aerogeneratori di potenza 6,2 MWp ciascuno.

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente tra loro mediante cavi a 33 kV in modo da formare 2 sottocampi (Circuiti A e B) di 2 o 3 WTG (Wind Turbine Generator); ognuno di tali circuiti, associato ad un colore diverso per maggiore chiarezza di esposizione, è collegato mediante cavo interrato a 33 kV alla SEU 150/33 kV di Aliano, come esplicitato nella **Tabella 3.1.1**.

Sottocampo o Circuito	Aerogeneratori	Potenza totale [MWp]
CIRCUITO A	R 05 – R 04	12,4
CIRCUITO B	R 03 – R 01 – R 02	18,6

**Tabella 3.1.1:** Distribuzione linee a 33 kV

Lo schema a blocchi di riferimento, nel quale sono indicate le sezioni e le lunghezze del cavo di ogni tratto di linea e nel quale gli aerogeneratori di ogni linea sono collegati tra loro secondo lo schema in entra – esci, in smistamento e in fine linea, è riportato nella **Figura 3.1.1** (maggiori dettagli sono riportati nell’elaborato di progetto “RCOE074 Distribuzione MT – schema a blocchi”).



**Figura 3.1.1:** Schema a blocchi del Parco Eolico Roccanova

### 3.2. Linee elettriche MT

Il cavo impiegato per il collegamento di tutte le tratte in Media Tensione è il tipo ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™ (o similari), a norma IEC 60502-2 e HD 620, del primario costruttore Prysmian.

L'anima del cavo è costituita da un conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, il semiconduttivo interno è costituito da materiale elastomerico estruso, l'isolante è in mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE), il semiconduttivo esterno è costituito da materiale in mescola estrusa.

La schermatura è realizzata mediante nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, la protezione meccanica è in materiale polimerico (Air Bag) e la guaina è in polietilene di colore rosso e qualità DMP 2.

Per ogni tratto di collegamento si prevede una posa direttamente interrata di cavo, a trifoglio, essendo il cavo in questione idoneo alla stessa.

I cavi sono collocati in trincee ad una profondità di posa di 1 m dal piano del suolo su un sottofondo di sabbia di spessore di 0,1 m e la distanza di separazione delle terne adiacenti in parallelo sul piano orizzontale è pari a 0,20 m.

Una lastra protettiva, installata nella parte soprastante, assicura la protezione meccanica del cavo, mentre un nastro monitore ne segnala la presenza.

Inoltre, nel caso di eventuali interferenze e particolari attraversamenti, in accordo con la Norma CEI 11 - 17, tale modalità di posa potrà essere modificata, anche in base ai regolamenti riguardanti le opere interferite, in modo da garantire un'adeguata protezione del cavo rispetto alle condizioni di posa normali.

I fattori di progetto presi in considerazione per l'installazione dei cavi sono i seguenti:

- temperatura massima del conduttore pari a 90°C;
- temperatura aria ambiente di 30 °C;
- temperatura del terreno di 20°C;
- resistività termica del terreno pari a 1,5 K m/W;
- tensione nominale pari a 33 kV;
- frequenza pari a 50 Hz;
- profondità di posa di 1,00 m dal piano del suolo.

Nel seguito è rappresentato il dettaglio dei tipologici di posa, come anche riportato nel documento di progetto "RCOE073 Distribuzione MT - sezioni tipiche delle trincee di cavidotto", nel quale le misure sono espresse in mm.



Figura 3.2.1: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per una terna di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

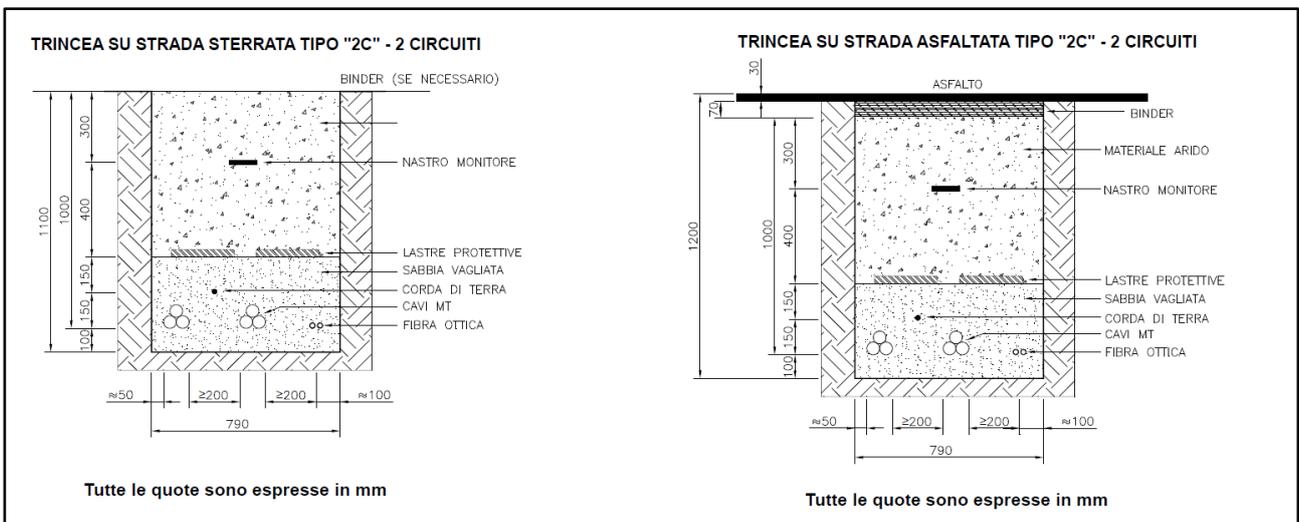


Figura 3.2.2: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per due terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

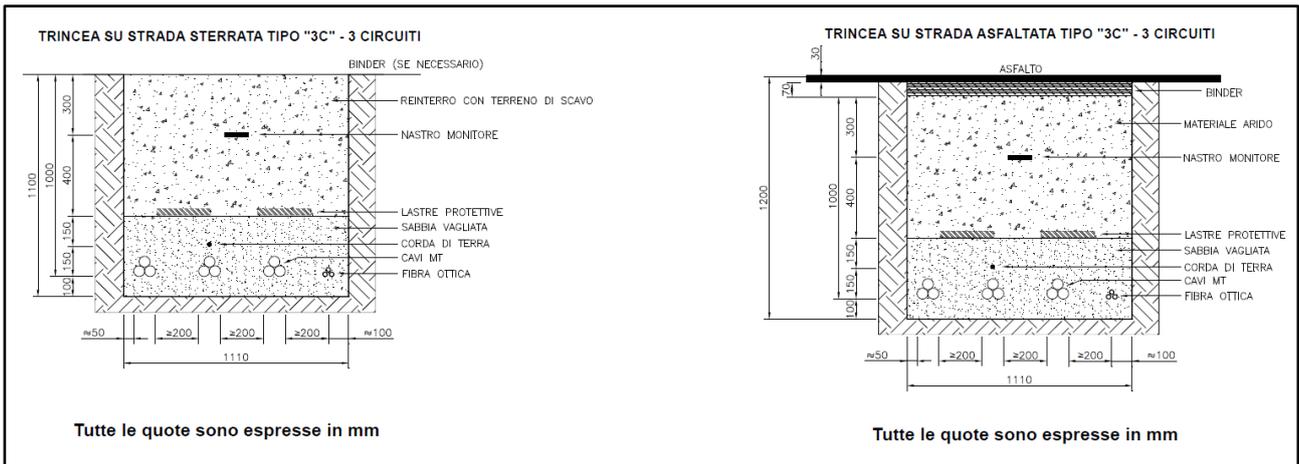


Figura 3.2.3: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per tre terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

I cavi, opportunamente segnalati grazie ai picchetti segnalatori, posizionati a distanze non superiori a 50 m sui tratti rettilinei e in corrispondenza di punti di cambio direzione del percorso e dei giunti, presentano sezioni di 185 mm<sup>2</sup> e 500 mm<sup>2</sup>.

Nella tabella seguente sono indicate le lunghezze e sezioni dei cavi per ogni linea a 33 kV di collegamento, la corrente massima transitante ( $I_b$ ), la portata effettiva ( $I'_z$ ), la caduta di tensione percentuale relativa ( $\Delta V_{r,\%}$ ) e la perdita di potenza percentuale relativa ( $\Delta P_{r,\%TOT}$ ) (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "RCOE068 Calcolo preliminare degli impianti elettrici").

LINEA	DA	A	L [m]	SEZIONE [mm <sup>2</sup> ]	$I_b$ [A]	$I'_z$ [A]	$\Delta V_{r,\%}$	$\Delta P_{r,\%TOT}$
CIRCUITO A	R 05	R 04	930	185	120,5	299,3	0,118	
	R 04	SEU 150/33 KV	25.167	500	241,0	450,3	3,16	
							SOMMA	SOMMA
							3,28	2,19
CIRCUITO B	R 03	R 02	3.936	185	120,5	263,3	0,498	
	R 01	R 02	1.026	185	120,5	263,3	0,130	
	R 02	SEU 150/33 KV	13.921	500	361,6	450,3	2,62	
							SOMMA	SOMMA
						3,25	1,97	

**Tabella 3.2.1:** Lunghezze e sezioni linee MT

#### 4. VALORI LIMITE DEL CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA E DELL'INTENSITA' DEL CAMPO ELETTRICO

La seguente tabella mostra i valori limite del campo di induzione magnetica generato dagli elettrodotti sulla base del DPCM 08/07/2003 - "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

Inoltre, nella valutazione dell'impatto elettromagnetico, generato dall'impianto eolico sulla popolazione esterna, si seguono le prescrizioni relative alla Legge n. 36 del 22/02/2001 - "Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" ed al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 (DPCM 8/7/2003) - "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" (il termine elettrodotto si riferisce alle linee elettriche ed alle cabine MT/BT).

Nella valutazione dell'impatto elettromagnetico generato dall'impianto eolico sui lavoratori si seguono le prescrizioni relative D.Lgs. 81/08.

Soglia	Valore limite del campo di induzione magnetica	Intensità del campo elettrico
<b>Limite di esposizione</b>	<b>100 <math>\mu\text{T}</math></b> : da intendersi come valore efficace.	5000 V/m
<b>Valore di attenzione</b> : misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.	<b>10 <math>\mu\text{T}</math></b> : da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.	
<b>Obiettivo di qualità</b> : nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.	<b>3 <math>\mu\text{T}</math></b> : da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.	

**Tabella 4.1:** Soglie dell'induzione magnetica e dell'intensità del campo elettrico

I valori di campo indicati in tabella non devono essere superati in alcuna condizione per quanto riguarda i limiti di esposizione.

Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5000 V/m e, per tale motivo, il relativo calcolo e verifica non viene qui trattato.

In particolare, l'effetto di schermo del terreno e del rivestimento dei cavi rendono trascurabile il campo elettrico al di sopra delle linee interrato.

I valori di attenzione non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate (questi ultimi rappresentano una misura cautelativa nei confronti di eventuali effetti di lungo termine).

L'obiettivo di qualità si riferisce ai valori di campo causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili (quest'ultimo parametro ha il fine di minimizzare l'esposizione della popolazione esterna e dei lavoratori nei confronti di effetti di lungo termine).

## 5. CALCOLO DELLE DPA

La Distanza di Prima Approssimazione (DPA) è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

La DPA relativa alle linee elettriche è approssimata per eccesso al metro superiore.

La Fascia di rispetto è definita come lo spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ( $3 \mu\text{T}$ ).

La Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001 non consente alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore all'interno.

Nella seguente trattazione vengono calcolati i valori di campo di induzione magnetica generati dai componenti dell'impianto con riferimento all'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$ .

I valori dell'intensità di campo elettrico generato dai cavi interrati a 33 kV, come anticipato, sono considerati trascurabili ai fini dell'impatto sulla popolazione esterna, grazie all'azione schermante del terreno.

Per il Parco Eolico in oggetto sono prese in considerazione le seguenti sorgenti di campo elettromagnetico:

- linee elettriche in Media Tensione a 33 kV di collegamento tra gli aerogeneratori di un circuito;
- linee elettriche in Media Tensione a 33 kV di trasporto dell'energia prodotta verso cabina di trasformazione della Sottostazione Elettrica Utente (SEU);
- linea elettrica in Alta Tensione 150 kV di collegamento tra la SEU 150/33 kV e la SE RTN 380/150 KV;
- Sottostazione Elettrica Utente.

### 5.1. DPA collegamenti in cavo interrato di Media Tensione

Per il calcolo dei campi di induzione magnetica e DPA/Fascia di rispetto si fa riferimento alle linee guida riportate dal DM 29/05/2008 e Norma CEI 102-11 art. 6.2.3 b, alla Norma CEI 211-4 cap 4.3 e alla Norma CEI 106-11 cap. 6.2.3.

In particolare, per i cavi unipolari posati a trifoglio, sulla base della Norma CEI 106-11 cap. 6.2.3, è possibile ricorrere, nel caso di una singola terna di cavo, all'espressione semplificata per il calcolo del campo di induzione magnetica:

$$B = \frac{0.1 \cdot (I \cdot S) \sqrt{6}}{R^2} \quad (1)$$

od anche

$$R = \sqrt{0.1 \cdot \frac{(I \cdot S) \cdot \sqrt{6}}{B}} \quad (2)$$

dove:

- B è il campo di induzione magnetica valutato in un generico punto a distanza R dal conduttore [ $\mu\text{T}$ ];
- I è la portata di corrente [A] (si assume che i conduttori siano percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate);
- S è la distanza tra i conduttori adiacenti (si assume pari al diametro del cavo unipolare che forma una fase) [m];
- R è la distanza di calcolo dal conduttore [m].

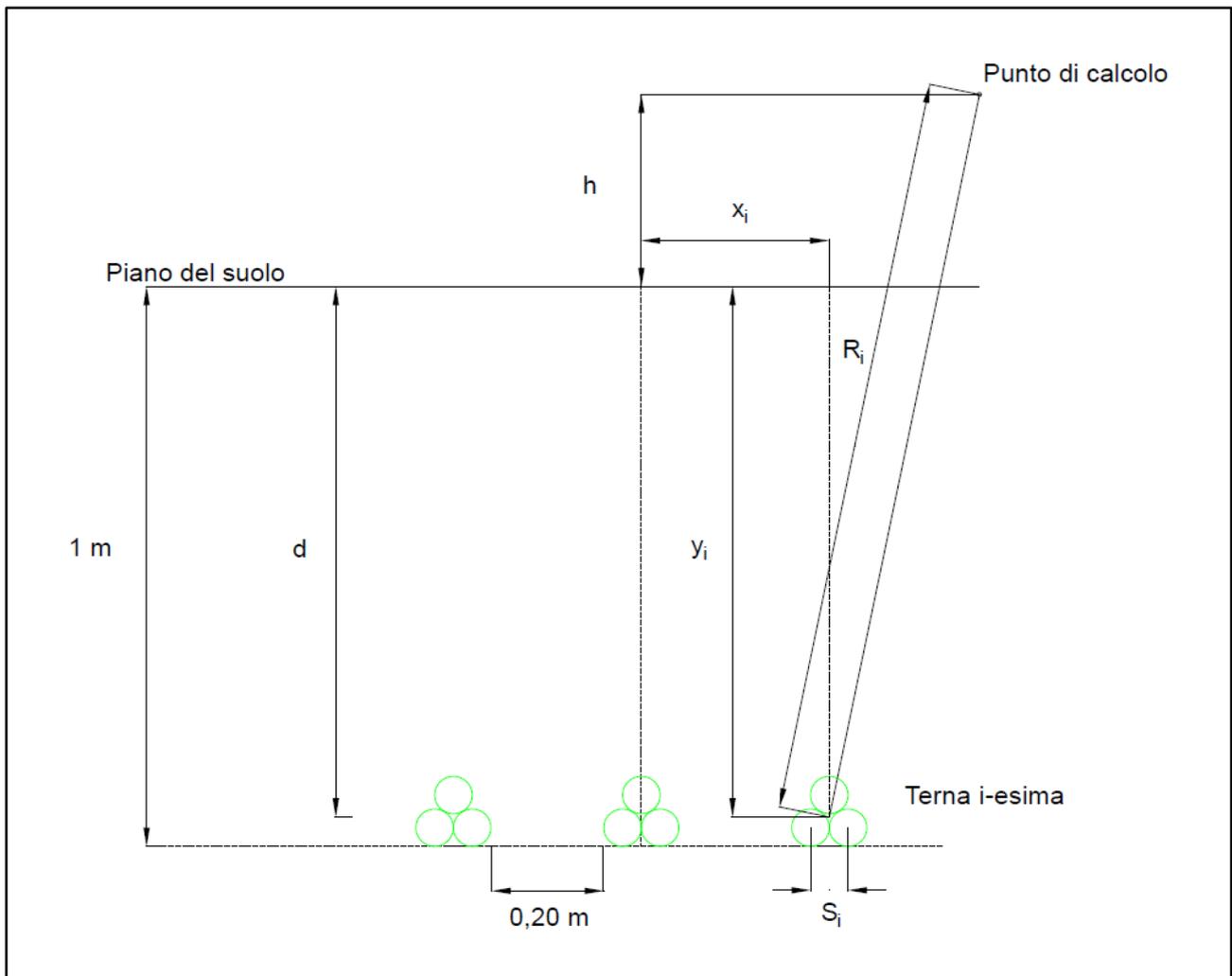
Nel caso di N terne di cavo (posa a trifoglio) il campo di induzione magnetica generato dai cavi posati nella stessa trincea cavidotto si ottiene dalla formula semplificata (Norma CEI 106-11 cap 6.2.3):

$$B = \sum_{i=1}^N \frac{0.1 \cdot (I_i \cdot S_i) \cdot \sqrt{6}}{R_i^2} \quad (3)$$

con  $R_i = [(x - x_i)^2 + (Y - y_i)^2]^{1/2} = [(x - x_i)^2 + (Y - d)^2]^{1/2}$

dove:

- B è il campo di induzione magnetica totale in un generico punto a distanza R dal baricentro delle terne [ $\mu\text{T}$ ];
- $I_i$  è la portata di corrente della terna i-esima [A];
- $S_i$  è assunto pari al diametro del cavo che forma una fase della terna i-esima [m];
- $R_i$  è la distanza tra la terna i-esima e il punto di calcolo [m];
- $x_i, y_i$  sono le coordinate del conduttore i-esimo [m];
- $d = y_i$  è la distanza dal suolo della terna i-esima di cavi [m].



**Figura 5.1.1:** Rappresentazione grafica nel caso di 3 terne di cavi

Di seguito è riportata la planimetria generale d'impianto (**Figure 5.1.2 ÷ 5.1.5**), nella quale sono anche indicati i nodi necessari per definire le varie sotto-tratte, e la **Tabella 5.1.1**, nella quale sono esplicitate le relative lunghezze e sezioni considerate.

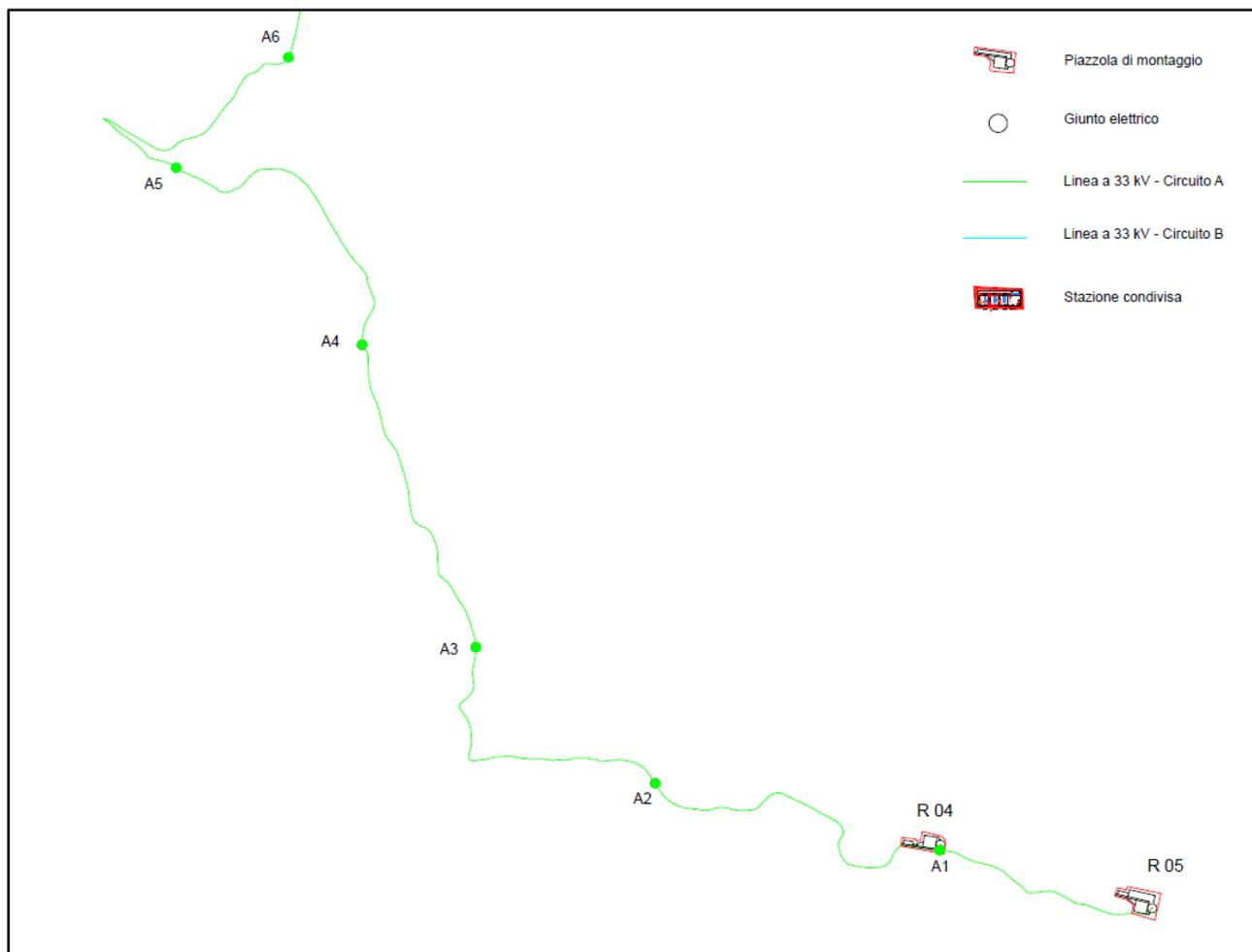
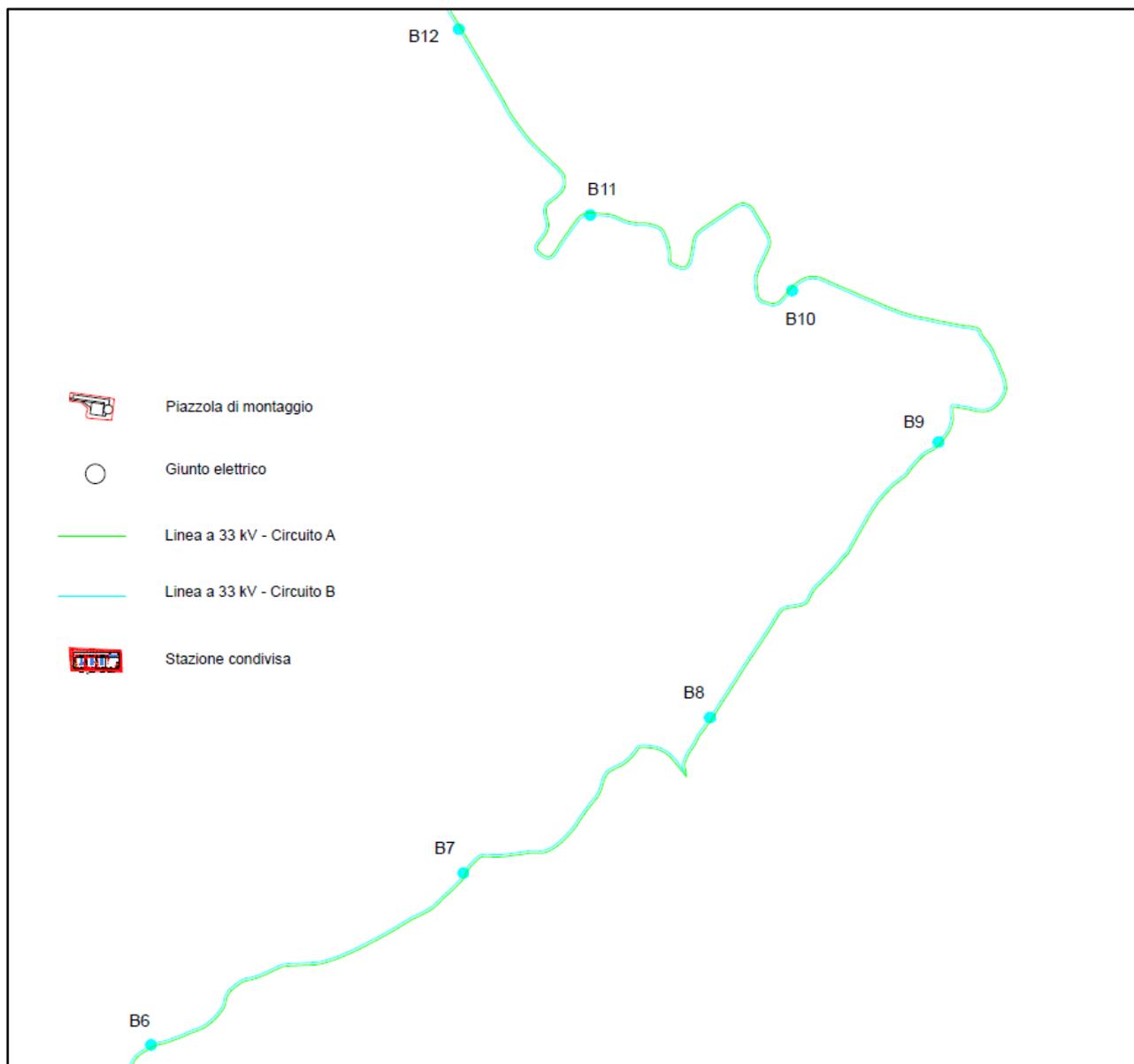


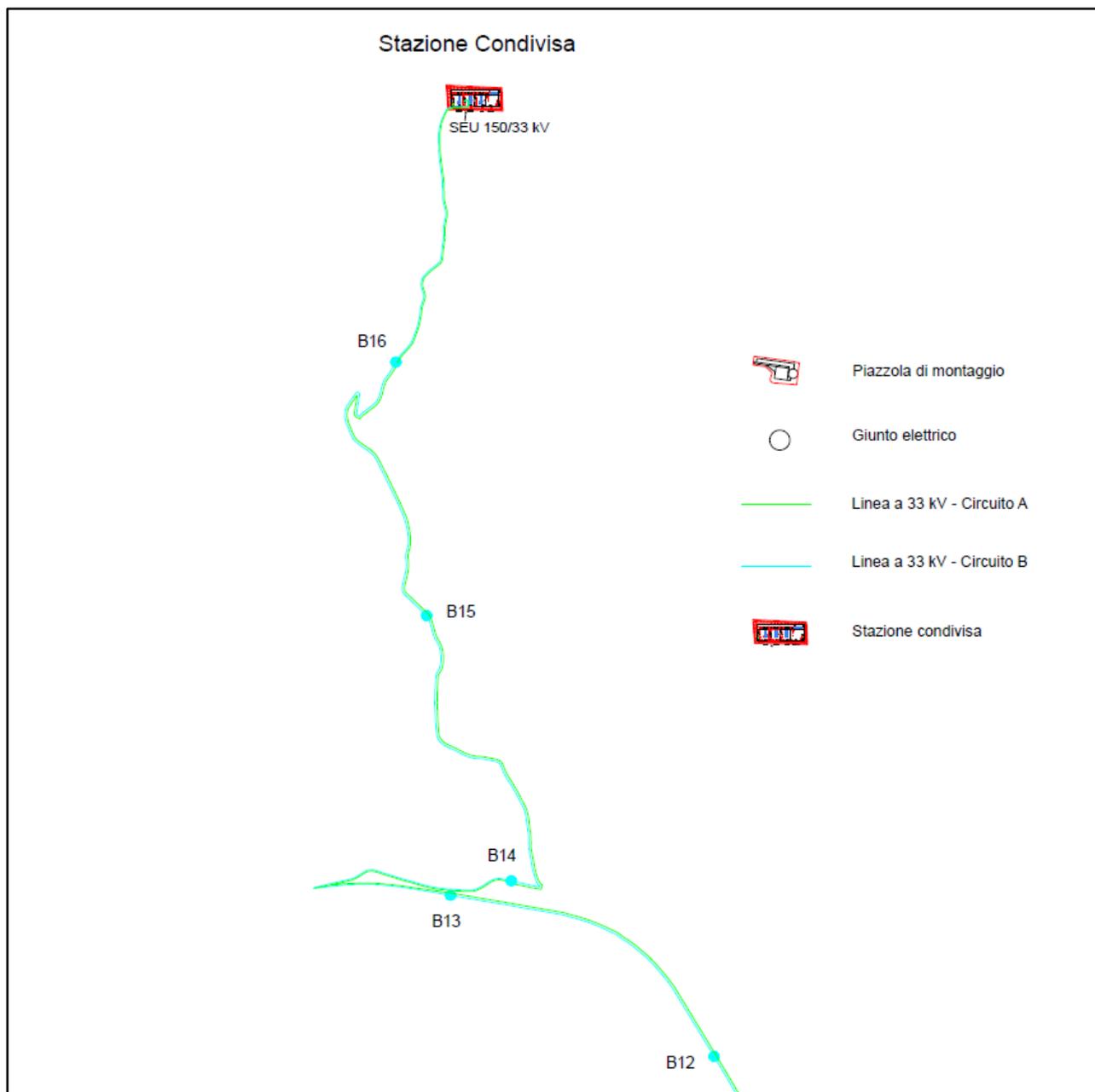
Figura 5.1.2: Planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento tra gli aerogeneratori



**Figura 5.1.3:** Planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento tra gli aerogeneratori



**Figura 5.1.4:** Planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento dei circuiti con la SEU 150/33 kV di Aliano



**Figura 5.1.5:** Planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento dei circuiti con la SEU 150/33 kV di Aliano

TRATTA			CIRCUITO A		CIRCUITO B	
DA	A	LUNGHEZZA [m]	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO
R 05	A1	889	1	3x(1x185)		
R 04	A1	41	2	3x(1x185) + 3x(1x500)		
	A1	1182	1	3x(1x500)		
	A2	1142	1	3x(1x500)		
	A3	1198	1	3x(1x500)		
	A4	1188	1	3x(1x500)		
	A5	1157	1	3x(1x500)		
	A6	1183	1	3x(1x500)		
	A7	1173	1	3x(1x500)		
	A8	1101	1	3x(1x500)		
	A9	420	1	3x(1x500)		
R 03	B1	1197			1	3x(1x185)
	B1	1200			1	3x(1x185)
	B2	1182	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)
	B3	318	1	3x(1x500)	1	3x(1x185)
R 02	B4	39			3	2x3x(1x185) + 3x(1x500)
	B4	93	1	3x(1x500)	2	3x(1x185) + 3x(1x500)
R 01	B5	894			1	3x(1x185)
	B5	1137	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B6	1189	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B7	1157	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B8	1179	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B9	1184	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B10	1178	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B11	1114	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B12	1101	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B13	1154	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B14	1198	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B15	1181	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	B16	1017	1	3x(1x500)	1	3x(1x500)
	SEU 150/33 kV					

**Tabella 5.1.1:** Singole sotto-tratte delle linee a 33 kV

Tenendo presente le **Figure 5.1.2 ÷ 5.1.5** e le **Tabelle 3.2.1** e **5.1.1**, il calcolo del campo di induzione magnetica, della DPA e della fascia di rispetto è effettuato per le seguenti sotto-tratte:

- **R 05 – A1:** 1 terna di cavi di sezione di 185 mm<sup>2</sup>, diametro esterno di 42 mm e corrente massima di 120,5 A;
- **R 04 – A1:** 2 terne di cavi di sezione di 185 e 500 mm<sup>2</sup>, diametro esterno di 42 e 56 mm e corrente massima di 120,5 e 241,0 A;
- **A1 – B2:** 1 terna di cavi di sezione di 500 mm<sup>2</sup>, diametro esterno di 56 mm e corrente massima di 241,0 A;
- **R 03 – B2:** 1 terna di cavi di sezione di 185 mm<sup>2</sup>, diametro esterno di 42 mm e corrente massima di 120,5 A (il risultato del calcolo non è riportato essendo coincidente a quello relativo alla sotto-tratta R 05 – A1);
- **B2 – B4:** 2 terne di cavi di sezione di 185 e 500 mm<sup>2</sup>, diametro esterno di 42 e 56 mm e corrente massima di 120,5 e 241,0 A (il risultato del calcolo non è riportato essendo coincidente a quello relativo alla sotto-tratta R 04 – A1);
- **R 02 – B4:** 3 terne di cavi di sezioni 185 mm<sup>2</sup>, 185 mm<sup>2</sup> e 500 mm<sup>2</sup>, diametro esterno di 42 mm, 42 mm e 56 mm e correnti massime di 120,5 A, 120,5 A e 361,6 A;

- **B4 – B5:** 3 terne di cavi di sezioni 185 mm<sup>2</sup>, 500 mm<sup>2</sup> e 500 mm<sup>2</sup>, diametri esterni di 42 mm, 56 mm e 56 mm e correnti massime di 120,5 A, 241,0 A e 361,6 A;
- **B5 – SEU 150/33 KV:** 2 terne di cavi di sezione 500 mm<sup>2</sup>, diametro esterno di 56 mm e correnti massime di 241,0 A e 361,6 A;

Le tabelle ed i grafici seguenti riportano i valori del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse y o distanza dall'asse centrale (con intervallo di campionamento di 0,5 m) per varie distanze h dal suolo (per tutte le tratte risulta  $d = 1$  m).

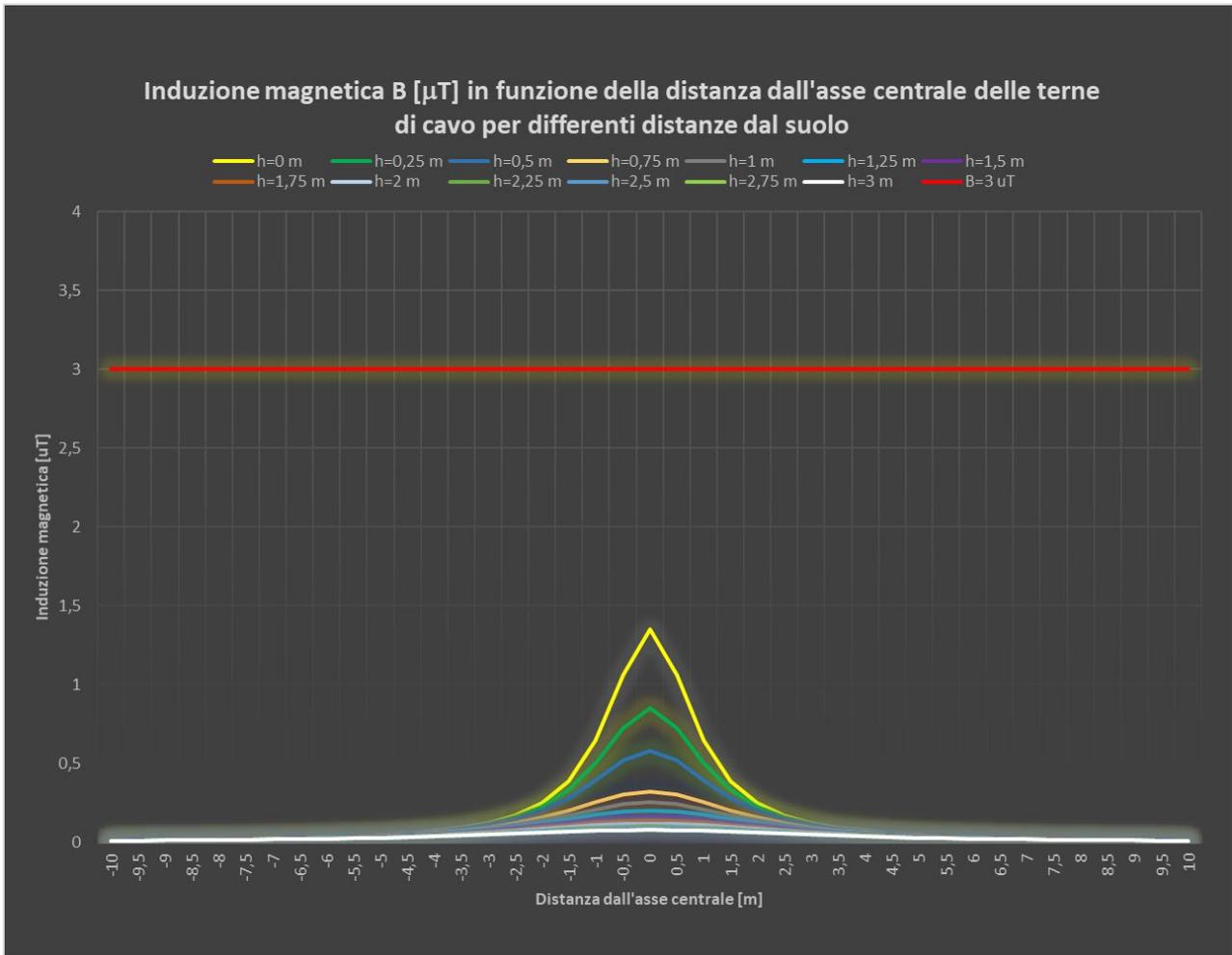
Il calcolo è effettuato sulla base di una procedura semplificata (§ 5.1.3), per il calcolo della DPA, ai sensi della CEI 106-11, che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli, il proprietario / gestore deve:

- calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione 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 (la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale);
- 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.

## R 05 – A1

CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA [ $\mu$ T]													
Distanza orizzontale dall'asse centrale di cavidotto [m]	Distanza dal suolo h [m]												
	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
-10	0,012284	0,012219	0,012139	0,012045	0,011939	0,011821	0,011691	0,01155	0,011399	0,01124	0,011073	0,010898	0,010718
-9,5	0,013598	0,013518	0,01342	0,01342	0,013176	0,013032	0,012874	0,012704	0,012522	0,01233	0,012129	0,01192	0,011704
-9	0,015133	0,015034	0,014913	0,014913	0,014613	0,014436	0,014242	0,014034	0,013813	0,013579	0,013336	0,013084	0,012824
-8,5	0,016943	0,016819	0,016668	0,016668	0,016294	0,016074	0,015834	0,015577	0,015305	0,015019	0,014722	0,014415	0,014101
-8	0,019096	0,018938	0,018747	0,018747	0,018275	0,017999	0,017699	0,017379	0,01704	0,016687	0,016321	0,015945	0,015561
-7,5	0,021685	0,021482	0,021236	0,021236	0,020633	0,020281	0,019901	0,019497	0,019072	0,01863	0,018175	0,01771	0,017238
-7	0,024835	0,024568	0,024248	0,024248	0,023464	0,02301	0,022523	0,022006	0,021467	0,020908	0,020337	0,019756	0,019171
-6,5	0,028718	0,028362	0,027936	0,027936	0,026901	0,026306	0,025671	0,025002	0,024308	0,023595	0,022869	0,022138	0,021405
-6	0,03358	0,033094	0,032516	0,032516	0,031122	0,030329	0,029487	0,028608	0,027703	0,02678	0,02585	0,024919	0,023994
-5,5	0,039775	0,039095	0,038291	0,038291	0,036372	0,035293	0,034159	0,032985	0,031787	0,030578	0,029371	0,028175	0,026999
-5	0,047832	0,046853	0,045701	0,045701	0,042994	0,041495	0,039936	0,038341	0,036732	0,035127	0,033543	0,031993	0,030485
-4,5	0,058565	0,057104	0,055403	0,055403	0,051474	0,04934	0,047151	0,044943	0,042748	0,040591	0,03849	0,036462	0,034517
-4	0,073277	0,071005	0,068394	0,068394	0,062504	0,059385	0,056243	0,05313	0,050089	0,047152	0,044341	0,041671	0,039149
-3,5	0,094146	0,090427	0,086234	0,086234	0,077077	0,072389	0,067773	0,063303	0,059033	0,054996	0,05121	0,047682	0,044408
-3	0,124997	0,118525	0,111425	0,111425	0,096596	0,089345	0,082416	0,0759	0,069842	0,064262	0,059152	0,054493	0,050259
-2,5	0,172953	0,160805	0,148009	0,148009	0,122939	0,11143	0,100855	0,091266	0,082647	0,074945	0,068086	0,061987	0,056566
-2	0,252083	0,227079	0,202373	0,202373	0,158249	0,139679	0,123453	0,109385	0,097232	0,086744	0,077685	0,069844	0,063038
-1,5	0,391344	0,334214	0,283307	0,283307	0,20377	0,173985	0,149508	0,12936	0,112701	0,098849	0,087254	0,077484	0,069195
-1	0,646423	0,504089	0,396603	0,396603	0,256464	0,211001	0,176048	0,148764	0,12715	0,109792	0,095671	0,084051	0,074385
-0,5	1,06159	0,725275	0,521806	0,521806	0,303565	0,241878	0,197033	0,163477	0,137747	0,117603	0,101549	0,088554	0,07789
0	1,350769	0,849529	0,583172	0,583172	0,32336	0,254281	0,205186	0,16905	0,141682	0,12046	0,103672	0,090164	0,079134
0,5	1,06159	0,725275	0,521806	0,521806	0,303565	0,241878	0,197033	0,163477	0,137747	0,117603	0,101549	0,088554	0,07789
1	0,646423	0,504089	0,396603	0,396603	0,256464	0,211001	0,176048	0,148764	0,12715	0,109792	0,095671	0,084051	0,074385
1,5	0,391344	0,334214	0,283307	0,283307	0,20377	0,173985	0,149508	0,12936	0,112701	0,098849	0,087254	0,077484	0,069195
2	0,252083	0,227079	0,202373	0,202373	0,158249	0,139679	0,123453	0,109385	0,097232	0,086744	0,077685	0,069844	0,063038
2,5	0,172953	0,160805	0,148009	0,148009	0,122939	0,11143	0,100855	0,091266	0,082647	0,074945	0,068086	0,061987	0,056566
3	0,124997	0,118525	0,111425	0,111425	0,096596	0,089345	0,082416	0,0759	0,069842	0,064262	0,059152	0,054493	0,050259
3,5	0,094146	0,090427	0,086234	0,086234	0,077077	0,072389	0,067773	0,063303	0,059033	0,054996	0,05121	0,047682	0,044408
4	0,073277	0,071005	0,068394	0,068394	0,062504	0,059385	0,056243	0,05313	0,050089	0,047152	0,044341	0,041671	0,039149
4,5	0,058565	0,057104	0,055403	0,055403	0,051474	0,04934	0,047151	0,044943	0,042748	0,040591	0,03849	0,036462	0,034517
5	0,047832	0,046853	0,045701	0,045701	0,042994	0,041495	0,039936	0,038341	0,036732	0,035127	0,033543	0,031993	0,030485
5,5	0,039775	0,039095	0,038291	0,038291	0,036372	0,035293	0,034159	0,032985	0,031787	0,030578	0,029371	0,028175	0,026999
6	0,03358	0,033094	0,032516	0,032516	0,031122	0,030329	0,029487	0,028608	0,027703	0,02678	0,02585	0,024919	0,023994
6,5	0,028718	0,028362	0,027936	0,027936	0,026901	0,026306	0,025671	0,025002	0,024308	0,023595	0,022869	0,022138	0,021405
7	0,024835	0,024568	0,024248	0,024248	0,023464	0,02301	0,022523	0,022006	0,021467	0,020908	0,020337	0,019756	0,019171
7,5	0,021685	0,021482	0,021236	0,021236	0,020633	0,020281	0,019901	0,019497	0,019072	0,01863	0,018175	0,01771	0,017238
8	0,019096	0,018938	0,018747	0,018747	0,018275	0,017999	0,017699	0,017379	0,01704	0,016687	0,016321	0,015945	0,015561
8,5	0,016943	0,016819	0,016668	0,016668	0,016294	0,016074	0,015834	0,015577	0,015305	0,015019	0,014722	0,014415	0,014101
9	0,015133	0,015034	0,014913	0,014913	0,014613	0,014436	0,014242	0,014034	0,013813	0,013579	0,013336	0,013084	0,012824
9,5	0,013598	0,013518	0,01342	0,01342	0,013176	0,013032	0,012874	0,012704	0,012522	0,01233	0,012129	0,01192	0,011704
10	0,012284	0,012219	0,012139	0,012139	0,011939	0,011821	0,011691	0,01155	0,011399	0,01124	0,011073	0,010898	0,010718

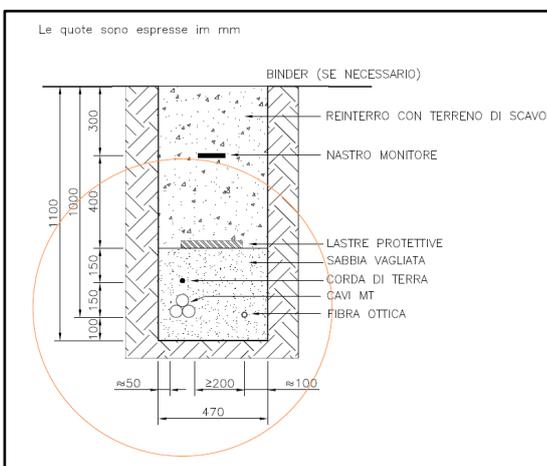
Tabella 5.1.2: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo



**Figura 5.1.6:** Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

Come si evince dai valori indicati in tabella e dall'andamento dei grafici, per tutti i valori di distanza dal suolo e distanza dall'asse centrale, B è sempre inferiore all'obiettivo di qualità 3  $\mu$ T e non risulta necessaria l'apposizione di una fascia di rispetto.

La distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica pari a 3  $\mu$ T è pari a 0,643 m.

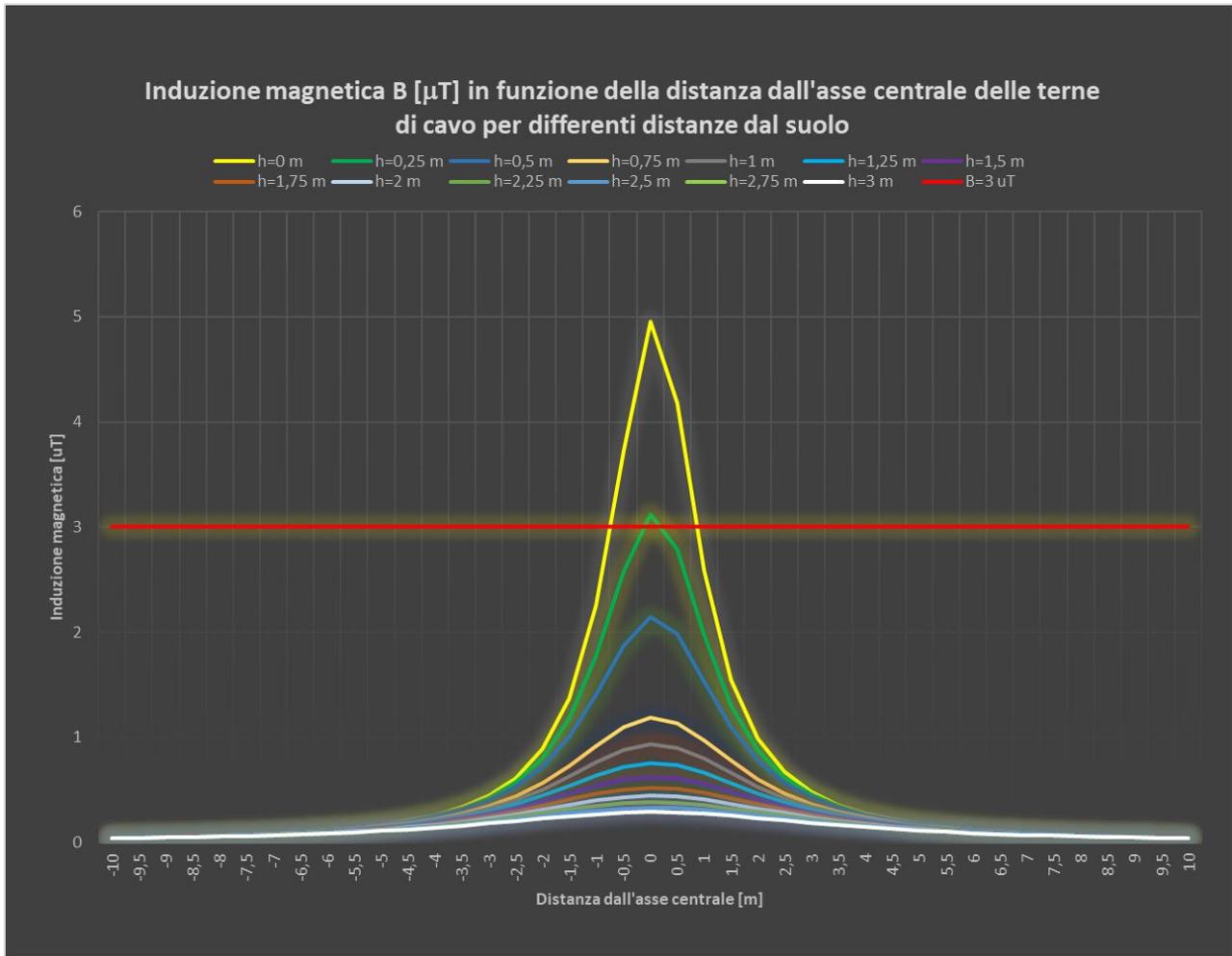


**Figura 5.1.7:** Circonferenza equicampo a 3  $\mu$ T (color arancio)

## R 04 – A1

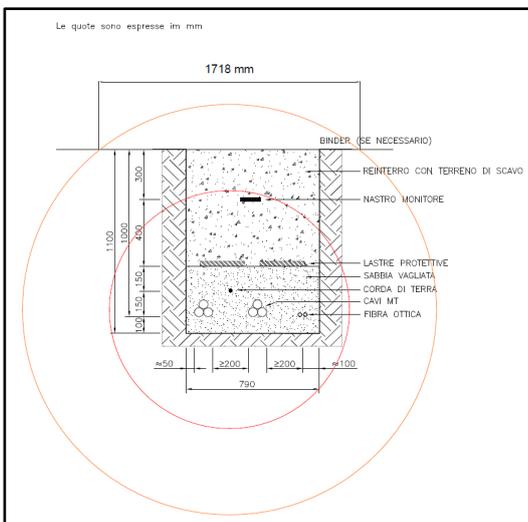
CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA [ $\mu$ T]													
Distanza orizzontale dall'asse centrale di cavidotto [m]	Distanza dal suolo h [m]												
	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
-10	0,0445	0,044268	0,043984	0,043652	0,043273	0,042849	0,042385	0,041882	0,041344	0,040774	0,040175	0,03955	0,038903
-9,5	0,04923	0,048946	0,048599	0,048599	0,047732	0,047218	0,046655	0,046046	0,045397	0,04471	0,043991	0,043243	0,04247
-9	0,054754	0,054402	0,053975	0,053975	0,052907	0,052276	0,051586	0,050843	0,050052	0,049219	0,048349	0,047447	0,046518
-8,5	0,061258	0,060818	0,060284	0,060284	0,058955	0,058172	0,05732	0,056404	0,055432	0,054412	0,05335	0,052254	0,05113
-8	0,068989	0,068431	0,067755	0,067755	0,066081	0,065099	0,064033	0,062892	0,061686	0,060425	0,059119	0,057775	0,056404
-7,5	0,078272	0,077554	0,076688	0,076688	0,07455	0,073302	0,071953	0,070516	0,069003	0,067429	0,065806	0,064146	0,062459
-7	0,089551	0,088613	0,087483	0,087483	0,084711	0,083104	0,081374	0,07954	0,077621	0,075634	0,073598	0,071527	0,069437
-6,5	0,103437	0,102187	0,100688	0,100688	0,097033	0,094929	0,092678	0,090307	0,08784	0,085305	0,082723	0,080116	0,077502
-6	0,120794	0,119092	0,11706	0,11706	0,112147	0,109347	0,10637	0,103257	0,100046	0,096769	0,09346	0,090145	0,08685
-5,5	0,142868	0,140494	0,137673	0,137673	0,130926	0,127124	0,123118	0,118966	0,114722	0,110434	0,106145	0,101889	0,097699
-5	0,171517	0,168104	0,164079	0,164079	0,154583	0,149309	0,143812	0,138178	0,132485	0,126798	0,121175	0,11556	0,110291
-4,5	0,209588	0,204512	0,198583	0,198583	0,184835	0,177343	0,169639	0,161854	0,154096	0,146455	0,139004	0,131795	0,124867
-4	0,261628	0,253759	0,244689	0,244689	0,224137	0,213211	0,20217	0,191206	0,180471	0,170079	0,160111	0,150621	0,14164
-3,5	0,335204	0,322384	0,307874	0,307874	0,276011	0,259621	0,243429	0,227705	0,21264	0,198358	0,184931	0,172386	0,160722
-3	0,44358	0,421375	0,396899	0,396899	0,345453	0,320147	0,295873	0,27296	0,251591	0,231841	0,213706	0,197129	0,182025
-2,5	0,611356	0,569888	0,525962	0,525962	0,43922	0,399098	0,362063	0,328336	0,297903	0,27061	0,246223	0,224478	0,2051
-2	0,887017	0,802116	0,71763	0,71763	0,565237	0,500485	0,44359	0,394013	0,350995	0,313723	0,281418	0,253371	0,22896
-1,5	1,370386	1,177309	1,003678	1,003678	0,728864	0,624695	0,538529	0,467197	0,40794	0,358464	0,316911	0,281794	0,251928
-1	2,255409	1,775683	1,408538	1,408538	0,921602	0,761285	0,637167	0,539742	0,462222	0,399737	0,348762	0,30671	0,271665
-0,5	3,721759	2,579739	1,873774	1,873774	1,101636	0,880366	0,718649	0,597165	0,503743	0,430444	0,371924	0,324491	0,285529
0	4,949329	3,124457	2,147935	2,147935	1,191784	0,937133	0,756092	0,622821	0,521893	0,443634	0,381736	0,331937	0,29128
0,5	4,175383	2,790007	1,982085	1,982085	1,138036	0,903412	0,733907	0,607647	0,511172	0,43585	0,37595	0,327548	0,287892
1	2,589415	1,977808	1,533173	1,533173	0,973421	0,796282	0,661482	0,557074	0,474864	0,409151	0,355901	0,312215	0,275972
1,5	1,551611	1,309349	1,098422	1,098422	0,777728	0,660267	0,564761	0,486811	0,422811	0,369891	0,325806	0,288802	0,257512
2	0,986288	0,882724	0,781655	0,781655	0,604353	0,530939	0,467362	0,412662	0,365719	0,325434	0,290804	0,260953	0,235132
2,5	0,669392	0,620114	0,568541	0,568541	0,468608	0,423238	0,381834	0,344519	0,311169	0,281514	0,255219	0,23193	0,211303
3	0,479803	0,453982	0,425741	0,425741	0,36715	0,338712	0,311671	0,286357	0,262934	0,241442	0,221838	0,204029	0,187893
3,5	0,359111	0,344463	0,32797	0,32797	0,292084	0,273803	0,255863	0,238554	0,222075	0,206547	0,19203	0,17854	0,166059
4	0,278147	0,269284	0,259105	0,259105	0,236191	0,224096	0,211937	0,199924	0,188221	0,176947	0,166185	0,155985	0,146374
4,5	0,221442	0,215791	0,209208	0,209208	0,194017	0,185783	0,17735	0,168861	0,160436	0,152173	0,144146	0,13641	0,129002
5	0,180293	0,176531	0,172103	0,172103	0,161691	0,155933	0,14995	0,143837	0,13768	0,13155	0,125509	0,119603	0,113871
5,5	0,149539	0,146943	0,143862	0,143862	0,136516	0,132389	0,128052	0,123569	0,118997	0,114391	0,109796	0,10525	0,100785
6	0,125978	0,12413	0,121925	0,121925	0,116608	0,113585	0,110378	0,107031	0,103585	0,100077	0,096542	0,09301	0,089507
6,5	0,107543	0,106194	0,104576	0,104576	0,100641	0,098381	0,095966	0,093426	0,09079	0,088085	0,085335	0,082564	0,079791
7	0,092856	0,091849	0,090636	0,090636	0,087666	0,085946	0,084098	0,082141	0,080097	0,077984	0,075821	0,073625	0,071413
7,5	0,080971	0,080204	0,079278	0,079278	0,076996	0,075667	0,074231	0,072702	0,071096	0,069426	0,067707	0,065951	0,06417
8	0,071221	0,070627	0,069908	0,069908	0,068128	0,067085	0,065954	0,064744	0,063468	0,062134	0,060753	0,059336	0,05789
8,5	0,063125	0,062658	0,062091	0,062091	0,060683	0,059855	0,058952	0,057984	0,056958	0,055882	0,054763	0,053608	0,052426
9	0,056331	0,055958	0,055506	0,055506	0,054378	0,053712	0,052984	0,052201	0,051368	0,050491	0,049576	0,048628	0,047653
9,5	0,050574	0,050274	0,049908	0,049908	0,048995	0,048453	0,04786	0,04722	0,046538	0,045817	0,045062	0,044277	0,043467
10	0,045654	0,045409	0,045111	0,045111	0,044363	0,043919	0,043431	0,042904	0,042339	0,041742	0,041114	0,04046	0,039783

Tabella 5.1.3: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo



**Figura 5.1.8:** Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

La distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica pari a  $3\text{ }\mu\text{T}$  è pari a 1,226 m, la fascia di rispetto in verticale al di sopra del terreno è di 0,275 m, la fascia di rispetto al livello del suolo è di 1,718 m e la DPA è di 0,859 m e si approssima a 1 m (la distanza rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con  $B = 10\text{ }\mu\text{T}$  è di 0,711 m).



**Figura 5.1.9:** Circonferenze equicampo a  $3\text{ }\mu\text{T}$  (color arancio) e a  $10\text{ }\mu\text{T}$  (colore rosso)

## A1 – B2

CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA [ $\mu$ T]													
Distanza orizzontale dall'asse centrale di cavidotto [m]	Distanza dal suolo h [m]												
	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
-10	0,032766	0,032594	0,032383	0,032136	0,031854	0,03154	0,031195	0,030821	0,030422	0,029998	0,029553	0,029089	0,028608
-9,5	0,036272	0,03606	0,035803	0,035583	0,035158	0,034775	0,034356	0,033903	0,03342	0,03291	0,032375	0,031819	0,031245
-9	0,040369	0,040107	0,039788	0,039788	0,038993	0,038523	0,03801	0,037457	0,036868	0,036248	0,0356	0,034929	0,034238
-8,5	0,045198	0,04487	0,044472	0,044472	0,043481	0,042897	0,042262	0,041579	0,040855	0,040094	0,039303	0,038487	0,03765
-8	0,050944	0,050528	0,050024	0,050024	0,048774	0,04804	0,047244	0,046393	0,045493	0,044552	0,043577	0,042576	0,041554
-7,5	0,057854	0,057318	0,05667	0,05667	0,05507	0,054137	0,053129	0,052054	0,050924	0,049748	0,048536	0,047297	0,046039
-7	0,066261	0,065559	0,064712	0,064712	0,062635	0,061431	0,060135	0,058762	0,057326	0,05584	0,054318	0,05277	0,051209
-6,5	0,076628	0,075691	0,074565	0,074565	0,07182	0,070242	0,068553	0,066774	0,064926	0,063026	0,061093	0,059143	0,057189
-6	0,08961	0,088331	0,086801	0,086801	0,083105	0,080998	0,078761	0,076422	0,07401	0,071552	0,069071	0,066589	0,064122
-5,5	0,106156	0,104365	0,102237	0,102237	0,097147	0,094281	0,091263	0,088138	0,084945	0,081723	0,078503	0,075311	0,072172
-5	0,127682	0,125099	0,122053	0,122053	0,114869	0,110883	0,106732	0,102482	0,098192	0,093911	0,089683	0,085542	0,081514
-4,5	0,15637	0,152514	0,14801	0,14801	0,137576	0,131898	0,126065	0,120179	0,114321	0,10856	0,10295	0,09753	0,092328
-4	0,195714	0,189711	0,182793	0,182793	0,167137	0,15883	0,150449	0,14214	0,134018	0,126169	0,118654	0,111512	0,104764
-3,5	0,251564	0,241731	0,23061	0,23061	0,206239	0,193735	0,181408	0,169463	0,158044	0,147242	0,137108	0,12766	0,118893
-3	0,334222	0,317087	0,298222	0,298222	0,25869	0,239317	0,220784	0,20334	0,187118	0,172164	0,158468	0,145981	0,134629
-2,5	0,462928	0,430692	0,396614	0,396614	0,329623	0,298802	0,270457	0,244738	0,221613	0,200942	0,18253	0,166159	0,151608
-2	0,675882	0,609298	0,543263	0,543263	0,424961	0,375081	0,331474	0,293652	0,260977	0,232778	0,208423	0,187346	0,169052
-1,5	1,052432	0,89939	0,762567	0,762567	0,548309	0,468007	0,402016	0,347703	0,302811	0,265494	0,234271	0,207971	0,185667
-1	1,748066	1,362872	1,071535	1,071535	0,691722	0,568634	0,474081	0,400336	0,341966	0,29512	0,25704	0,225721	0,199686
-0,5	2,896965	1,972882	1,415691	1,415691	0,820481	0,652857	0,531216	0,440329	0,370728	0,316298	0,272958	0,237904	0,209162
0	3,709682	2,318847	1,585427	1,585427	0,874759	0,686764	0,55345	0,455497	0,381421	0,324049	0,278711	0,242263	0,212523
0,5	2,896965	1,972882	1,415691	1,415691	0,820481	0,652857	0,531216	0,440329	0,370728	0,316298	0,272958	0,237904	0,209162
1	1,748066	1,362872	1,071535	1,071535	0,691722	0,568634	0,474081	0,400336	0,341966	0,29512	0,25704	0,225721	0,199686
1,5	1,052432	0,89939	0,762567	0,762567	0,548309	0,468007	0,402016	0,347703	0,302811	0,265494	0,234271	0,207971	0,185667
2	0,675882	0,609298	0,543263	0,543263	0,424961	0,375081	0,331474	0,293652	0,260977	0,232778	0,208423	0,187346	0,169052
2,5	0,462928	0,430692	0,396614	0,396614	0,329623	0,298802	0,270457	0,244738	0,221613	0,200942	0,18253	0,166159	0,151608
3	0,334222	0,317087	0,298222	0,298222	0,25869	0,239317	0,220784	0,20334	0,187118	0,172164	0,158468	0,145981	0,134629
3,5	0,251564	0,241731	0,23061	0,23061	0,206239	0,193735	0,181408	0,169463	0,158044	0,147242	0,137108	0,12766	0,118893
4	0,195714	0,189711	0,182793	0,182793	0,167137	0,15883	0,150449	0,14214	0,134018	0,126169	0,118654	0,111512	0,104764
4,5	0,15637	0,152514	0,14801	0,14801	0,137576	0,131898	0,126065	0,120179	0,114321	0,10856	0,10295	0,09753	0,092328
5	0,127682	0,125099	0,122053	0,122053	0,114869	0,110883	0,106732	0,102482	0,098192	0,093911	0,089683	0,085542	0,081514
5,5	0,106156	0,104365	0,102237	0,102237	0,097147	0,094281	0,091263	0,088138	0,084945	0,081723	0,078503	0,075311	0,072172
6	0,08961	0,088331	0,086801	0,086801	0,083105	0,080998	0,078761	0,076422	0,07401	0,071552	0,069071	0,066589	0,064122
6,5	0,076628	0,075691	0,074565	0,074565	0,07182	0,070242	0,068553	0,066774	0,064926	0,063026	0,061093	0,059143	0,057189
7	0,066261	0,065559	0,064712	0,064712	0,062635	0,061431	0,060135	0,058762	0,057326	0,05584	0,054318	0,05277	0,051209
7,5	0,057854	0,057318	0,05667	0,05667	0,05507	0,054137	0,053129	0,052054	0,050924	0,049748	0,048536	0,047297	0,046039
8	0,050944	0,050528	0,050024	0,050024	0,048774	0,04804	0,047244	0,046393	0,045493	0,044552	0,043577	0,042576	0,041554
8,5	0,045198	0,04487	0,044472	0,044472	0,043481	0,042897	0,042262	0,041579	0,040855	0,040094	0,039303	0,038487	0,03765
9	0,040369	0,040107	0,039788	0,039788	0,038993	0,038523	0,03801	0,037457	0,036868	0,036248	0,0356	0,034929	0,034238
9,5	0,036272	0,03606	0,035803	0,035803	0,035158	0,034775	0,034356	0,033903	0,03342	0,03291	0,032375	0,031819	0,031245
10	0,032766	0,032594	0,032383	0,032383	0,031854	0,03154	0,031195	0,030821	0,030422	0,029998	0,029553	0,029089	0,028608

Tabella 5.1.4: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

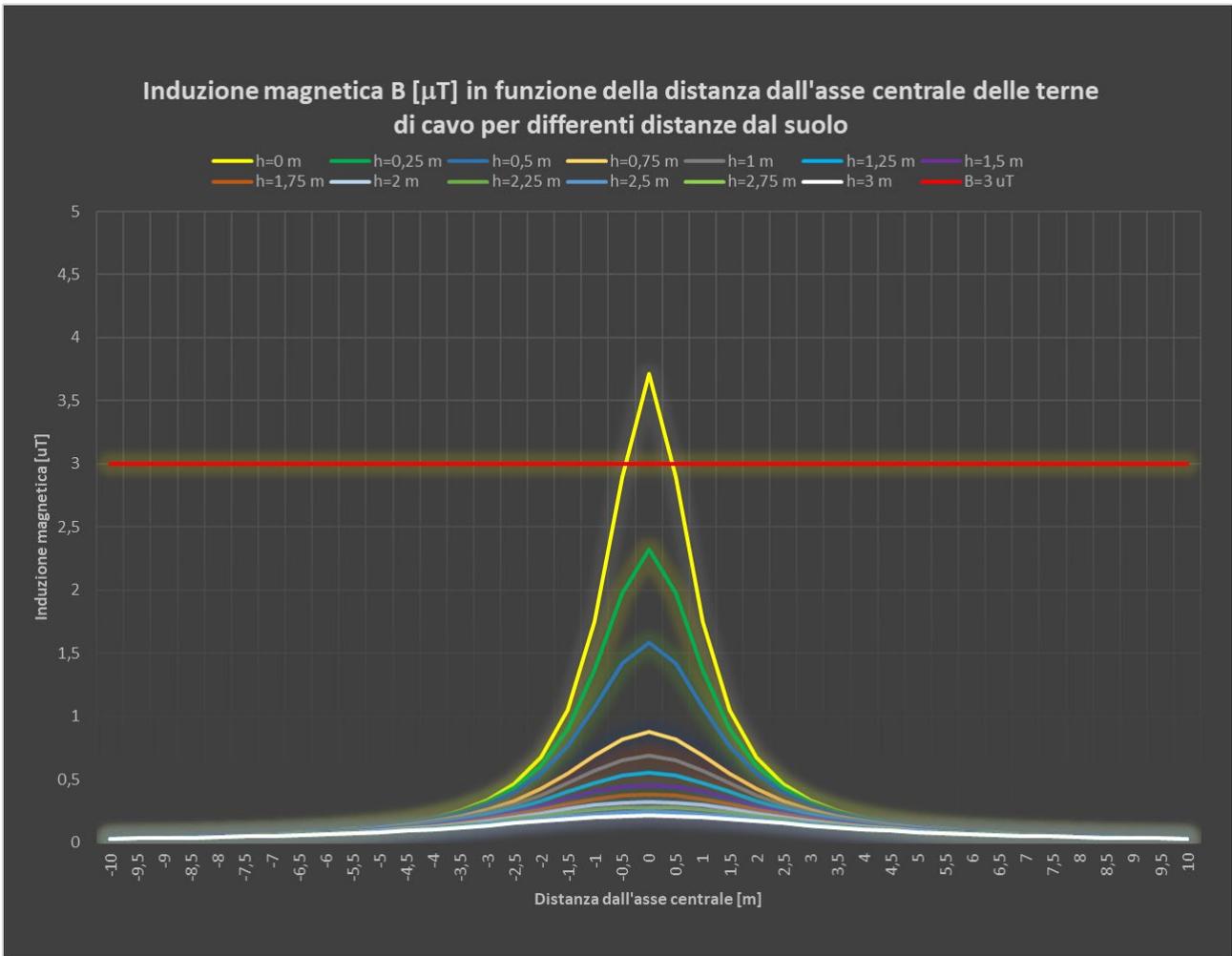


Figura 5.1.10: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

La distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica pari a 3 μT è pari a 1,05 m, la fascia di rispetto in verticale al di sopra del terreno è di 0,106 m, la fascia di rispetto al livello del suolo è di 0,92 m e la DPA è di 0,46 m e si approssima a 1 m.

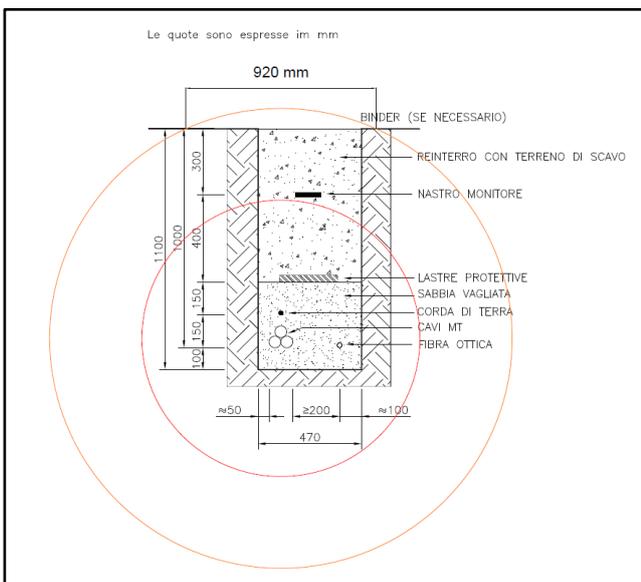
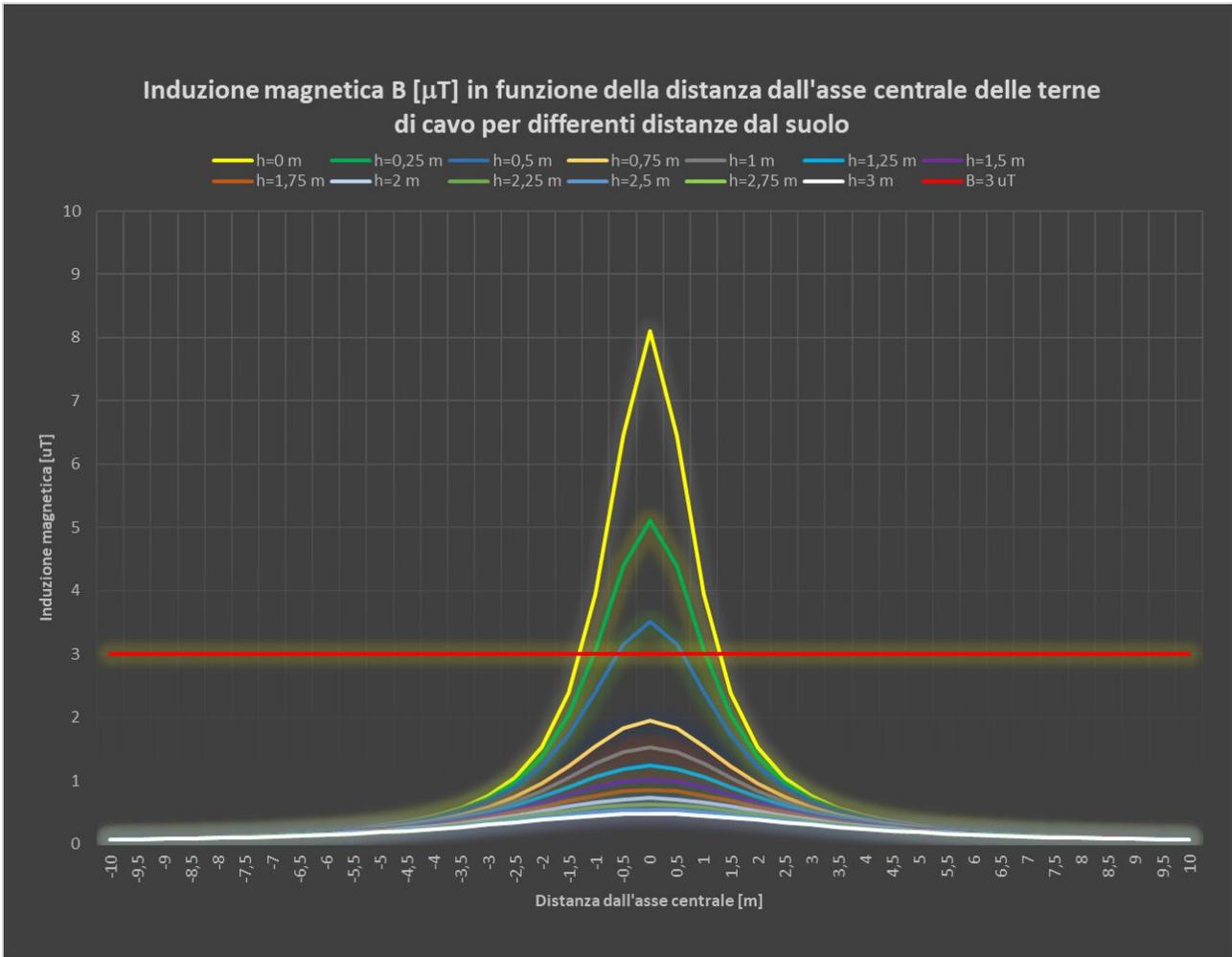


Figura 5.1.11: Circonferenze equicampo a 3 μT (color arancio) e 10 μT (colore rosso)

## R 02 – B4

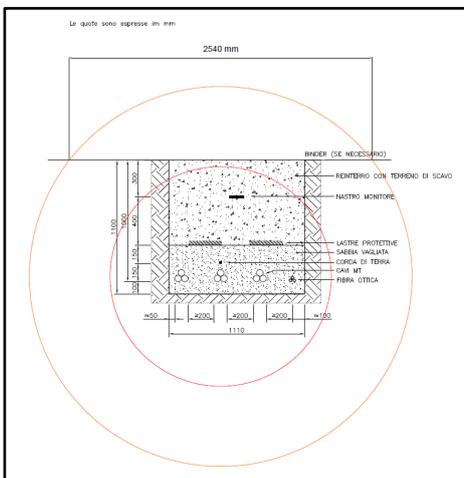
CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA [ $\mu$ T]													
Distanza orizzontale dall'asse centrale di cavidotto [m]	Distanza dal suolo h [m]												
	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
-10	0,073774	0,073383	0,072906	0,072348	0,071712	0,071002	0,070222	0,069379	0,068477	0,067521	0,066517	0,065471	0,064387
-9,5	0,08167	0,081191	0,080608	0,080608	0,07915	0,078286	0,07734	0,076318	0,075228	0,074076	0,072869	0,071615	0,07032
-9	0,0909	0,090307	0,089587	0,089587	0,08779	0,086728	0,085568	0,084319	0,08299	0,08159	0,080128	0,078614	0,077056
-8,5	0,101782	0,101039	0,100138	0,100138	0,097897	0,096578	0,095142	0,0936	0,091965	0,090249	0,088464	0,086622	0,084735
-8	0,114732	0,113788	0,112647	0,112647	0,109819	0,108162	0,106363	0,10444	0,102408	0,100285	0,098085	0,095826	0,093521
-7,5	0,130305	0,12909	0,127622	0,127622	0,124004	0,121895	0,119615	0,117188	0,114636	0,111981	0,109246	0,10645	0,103613
-7	0,149259	0,147666	0,145748	0,145748	0,141048	0,138325	0,135396	0,132294	0,12905	0,125696	0,122259	0,118768	0,115247
-6,5	0,172638	0,17051	0,167958	0,167958	0,161745	0,158173	0,154355	0,150336	0,14616	0,141871	0,137508	0,133108	0,128701
-6	0,201922	0,199016	0,195547	0,195547	0,187174	0,182408	0,177347	0,172061	0,166613	0,161062	0,155461	0,149859	0,144296
-5,5	0,23926	0,23519	0,230358	0,230358	0,218824	0,212335	0,205508	0,198441	0,191228	0,183951	0,176681	0,16948	0,162398
-5	0,287859	0,281985	0,275065	0,275065	0,258772	0,249744	0,24035	0,230739	0,221042	0,211374	0,20183	0,192487	0,183403
-4,5	0,352669	0,343886	0,333645	0,333645	0,309962	0,297094	0,28389	0,270575	0,257335	0,244323	0,23166	0,219433	0,207705
-4	0,441625	0,427929	0,412175	0,412175	0,376607	0,357771	0,33879	0,319993	0,301636	0,283911	0,266952	0,250845	0,235635
-3,5	0,568034	0,54555	0,520179	0,520179	0,464749	0,436385	0,408463	0,381441	0,355637	0,331252	0,308393	0,287095	0,267345
-3	0,755375	0,716072	0,67294	0,67294	0,582927	0,538967	0,496994	0,457548	0,420911	0,387177	0,356308	0,328181	0,302627
-2,5	1,047584	0,973338	0,895225	0,895225	0,742559	0,672645	0,608497	0,550398	0,498233	0,451656	0,410204	0,37337	0,340648
-2	1,531931	1,377807	1,226102	1,226102	0,956566	0,843601	0,745098	0,659828	0,586261	0,522834	0,468092	0,420738	0,379653
-1,5	2,388554	2,03287	1,718699	1,718699	1,232064	1,050899	0,902371	0,780312	0,679522	0,595785	0,525747	0,466762	0,416743
-1	3,957402	3,067384	2,404778	2,404778	1,549666	1,273823	1,06214	0,897108	0,76649	0,661651	0,576413	0,506291	0,447986
-0,5	6,450359	4,389422	3,152794	3,152794	1,831658	1,458891	1,188045	0,98545	0,830153	0,708607	0,611757	0,533377	0,469075
0	8,105551	5,112733	3,513872	3,513872	1,949491	1,532956	1,236837	1,018855	0,853771	0,725765	0,624516	0,543058	0,476551
0,5	6,450359	4,389422	3,152794	3,152794	1,831658	1,458891	1,188045	0,98545	0,830153	0,708607	0,611757	0,533377	0,469075
1	3,957402	3,067384	2,404778	2,404778	1,549666	1,273823	1,06214	0,897108	0,76649	0,661651	0,576413	0,506291	0,447986
1,5	2,388554	2,03287	1,718699	1,718699	1,232064	1,050899	0,902371	0,780312	0,679522	0,595785	0,525747	0,466762	0,416743
2	1,531931	1,377807	1,226102	1,226102	0,956566	0,843601	0,745098	0,659828	0,586261	0,522834	0,468092	0,420738	0,379653
2,5	1,047584	0,973338	0,895225	0,895225	0,742559	0,672645	0,608497	0,550398	0,498233	0,451656	0,410204	0,37337	0,340648
3	0,755375	0,716072	0,67294	0,67294	0,582927	0,538967	0,496994	0,457548	0,420911	0,387177	0,356308	0,328181	0,302627
3,5	0,568034	0,54555	0,520179	0,520179	0,464749	0,436385	0,408463	0,381441	0,355637	0,331252	0,308393	0,287095	0,267345
4	0,441625	0,427929	0,412175	0,412175	0,376607	0,357771	0,33879	0,319993	0,301636	0,283911	0,266952	0,250845	0,235635
4,5	0,352669	0,343886	0,333645	0,333645	0,309962	0,297094	0,28389	0,270575	0,257335	0,244323	0,23166	0,219433	0,207705
5	0,287859	0,281985	0,275065	0,275065	0,258772	0,249744	0,24035	0,230739	0,221042	0,211374	0,20183	0,192487	0,183403
5,5	0,23926	0,23519	0,230358	0,230358	0,218824	0,212335	0,205508	0,198441	0,191228	0,183951	0,176681	0,16948	0,162398
6	0,201922	0,199016	0,195547	0,195547	0,187174	0,182408	0,177347	0,172061	0,166613	0,161062	0,155461	0,149859	0,144296
6,5	0,172638	0,17051	0,167958	0,167958	0,161745	0,158173	0,154355	0,150336	0,14616	0,141871	0,137508	0,133108	0,128701
7	0,149259	0,147666	0,145748	0,145748	0,141048	0,138325	0,135396	0,132294	0,12905	0,125696	0,122259	0,118768	0,115247
7,5	0,130305	0,12909	0,127622	0,127622	0,124004	0,121895	0,119615	0,117188	0,114636	0,111981	0,109246	0,10645	0,103613
8	0,114732	0,113788	0,112647	0,112647	0,109819	0,108162	0,106363	0,10444	0,102408	0,100285	0,098085	0,095826	0,093521
8,5	0,101782	0,101039	0,100138	0,100138	0,097897	0,096578	0,095142	0,0936	0,091965	0,090249	0,088464	0,086622	0,084735
9	0,0909	0,090307	0,089587	0,089587	0,08779	0,086728	0,085568	0,084319	0,08299	0,08159	0,080128	0,078614	0,077056
9,5	0,08167	0,081191	0,080608	0,080608	0,07915	0,078286	0,07734	0,076318	0,075228	0,074076	0,072869	0,071615	0,07032
10	0,073774	0,073383	0,072906	0,072906	0,071712	0,071002	0,070222	0,069379	0,068477	0,067521	0,066517	0,065471	0,064387

Tabella 5.1.5: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo



**Figura 5.1.12:** Induzione magnetica per varie distanze dall’asse centrale e distanze dal suolo

La distanza in verticale rispetto all’asse centrale dell’elettrodotto con induzione magnetica pari a 3 µT è pari a 1,564 m, la fascia di rispetto in verticale al di sopra del terreno è di 0,62 m, la fascia di rispetto al livello del suolo è di 2,54 m e la DPA è di 1,27 m e si approssima a 2 m (la distanza rispetto all’asse centrale dell’elettrodotto con B = 10 µT è di 0,904 m).



**Figura 5.1.13:** Circonferenze equicampo a 3 µT (color arancio) e 10 µT (colore rosso)

## B4 – B5

CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA [ $\mu$ T]													
Distanza orizzontale dall'asse centrale di cavidotto [m]	Distanza dal suolo h [m]												
	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
-10	0,093223	0,092735	0,092141	0,091444	0,090649	0,089762	0,088788	0,087733	0,086605	0,085409	0,084152	0,082842	0,081484
-9,5	0,103143	0,102547	0,10182	0,10182	0,100001	0,098923	0,097741	0,096465	0,095102	0,093662	0,092152	0,090583	0,088962
-9	0,11473	0,113992	0,113095	0,113095	0,110855	0,109531	0,108084	0,106525	0,104866	0,103117	0,101291	0,099398	0,097449
-8,5	0,128377	0,127453	0,126333	0,126333	0,123544	0,121901	0,120112	0,118189	0,11615	0,114008	0,11178	0,109478	0,107119
-8	0,1446	0,143429	0,142012	0,142012	0,138497	0,136435	0,134197	0,131801	0,12927	0,126622	0,123879	0,121059	0,11818
-7,5	0,164087	0,162581	0,160762	0,160762	0,156271	0,153651	0,150818	0,147798	0,144622	0,141316	0,137907	0,134421	0,13088
-7	0,187773	0,185803	0,183429	0,183429	0,177605	0,174228	0,170592	0,166739	0,162707	0,158534	0,154255	0,149906	0,145516
-6,5	0,216944	0,214318	0,211166	0,211166	0,203482	0,19906	0,194328	0,189342	0,184158	0,178829	0,173404	0,167926	0,162436
-6	0,253423	0,249846	0,24557	0,24557	0,235236	0,229345	0,223084	0,216537	0,209783	0,202894	0,195938	0,188971	0,182047
-5,5	0,299844	0,294846	0,288907	0,288907	0,274704	0,2667	0,258269	0,249532	0,240603	0,231584	0,222563	0,213617	0,20481
-5	0,360129	0,352938	0,344458	0,344458	0,324446	0,313336	0,301759	0,289896	0,277911	0,265945	0,254115	0,242518	0,231228
-4,5	0,44031	0,4296	0,417091	0,417091	0,388089	0,372292	0,356054	0,33965	0,32331	0,307225	0,291544	0,276378	0,26181
-4	0,550025	0,533395	0,514227	0,514227	0,470816	0,447754	0,424462	0,401346	0,378723	0,356835	0,335851	0,315882	0,296993
-3,5	0,705355	0,678197	0,647471	0,647471	0,580066	0,545432	0,511243	0,478067	0,446305	0,416214	0,38794	0,36154	0,337008
-3	0,934547	0,887368	0,83541	0,83541	0,726383	0,672847	0,621549	0,573179	0,528112	0,486492	0,448303	0,41342	0,381654
-2,5	1,29017	1,201708	1,108172	1,108172	0,923988	0,839023	0,760714	0,689495	0,625308	0,5678	0,51646	0,470714	0,429974
-2	1,876134	1,694074	1,51354	1,51354	1,189406	1,052219	0,931923	0,827269	0,736582	0,658096	0,590128	0,531163	0,479872
-1,5	2,906618	2,49014	2,118055	2,118055	1,533283	1,312781	1,130803	0,980418	0,855655	0,751592	0,664264	0,590509	0,527815
-1	4,792645	3,755187	2,969408	2,969408	1,936227	1,597909	1,336506	1,131605	0,968731	0,837544	0,73058	0,642381	0,568901
-0,5	7,866206	5,427865	3,933941	3,933941	2,308748	1,844289	1,505113	1,250451	1,054684	0,901122	0,778547	0,679208	0,59762
0	10,29136	6,512918	4,483451	4,483451	2,490843	1,959233	1,581064	1,302566	1,09159	0,927967	0,798529	0,694381	0,609344
0,5	8,668297	5,802845	4,128744	4,128744	2,375008	1,886409	1,533083	1,269712	1,06836	0,91109	0,785978	0,684858	0,60199
1	5,414987	4,128161	3,19853	3,19853	2,031452	1,662285	1,381283	1,163559	0,992062	0,854932	0,743778	0,652563	0,576873
1,5	3,248331	2,73721	2,294428	2,294428	1,623803	1,378621	1,179341	1,016711	0,883176	0,772747	0,680736	0,603491	0,538163
2	2,06326	1,845366	1,633277	1,633277	1,262211	1,108823	0,976068	0,86188	0,763901	0,67982	0,60754	0,545228	0,491323
2,5	1,399319	1,295945	1,187884	1,187884	0,978809	0,883996	0,797511	0,719595	0,649968	0,588062	0,533172	0,484557	0,441496
3	1,002531	0,948483	0,889394	0,889394	0,766893	0,707474	0,650991	0,59813	0,549224	0,504354	0,463429	0,426251	0,392563
3,5	0,750149	0,719533	0,685062	0,685062	0,610081	0,571896	0,534429	0,498287	0,46388	0,431462	0,401155	0,372992	0,346937
4	0,58094	0,562434	0,541176	0,541176	0,493323	0,468068	0,44268	0,417599	0,393165	0,369629	0,347162	0,325869	0,305805
4,5	0,462475	0,450682	0,436942	0,436942	0,40523	0,388041	0,370436	0,352715	0,335129	0,317879	0,301122	0,284973	0,26951
5	0,376527	0,36868	0,35944	0,35944	0,337713	0,325695	0,313207	0,300448	0,287596	0,274802	0,26219	0,249863	0,237896
5,5	0,312301	0,306886	0,300461	0,300461	0,285134	0,276523	0,267471	0,258114	0,248573	0,238959	0,229367	0,219878	0,210558
6	0,263099	0,259248	0,254649	0,254649	0,243558	0,237249	0,230557	0,223572	0,21638	0,20906	0,201682	0,19431	0,186996
6,5	0,224605	0,221793	0,21842	0,21842	0,210211	0,205497	0,200458	0,195158	0,189657	0,18401	0,178271	0,172487	0,1667
7	0,193938	0,191838	0,18931	0,18931	0,183115	0,179528	0,175671	0,171588	0,167321	0,162912	0,158398	0,153815	0,149197
7,5	0,169121	0,167523	0,165592	0,165592	0,160833	0,15806	0,155063	0,151874	0,148522	0,145038	0,14145	0,137785	0,134068
8	0,148762	0,147524	0,146025	0,146025	0,142312	0,140137	0,137777	0,135253	0,132589	0,129806	0,126924	0,123966	0,120949
8,5	0,131856	0,130883	0,129702	0,129702	0,126765	0,125037	0,123155	0,121135	0,118994	0,116747	0,114411	0,112002	0,109534
9	0,117668	0,116893	0,11595	0,11595	0,113598	0,112208	0,11069	0,109056	0,107317	0,105487	0,103576	0,101598	0,099563
9,5	0,105647	0,105021	0,10426	0,10426	0,102354	0,101224	0,099988	0,098652	0,097228	0,095723	0,094147	0,09251	0,09082
10	0,095373	0,094863	0,094241	0,094241	0,092682	0,091754	0,090737	0,089636	0,088459	0,087212	0,085902	0,084537	0,083123

Figura 5.1.6: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

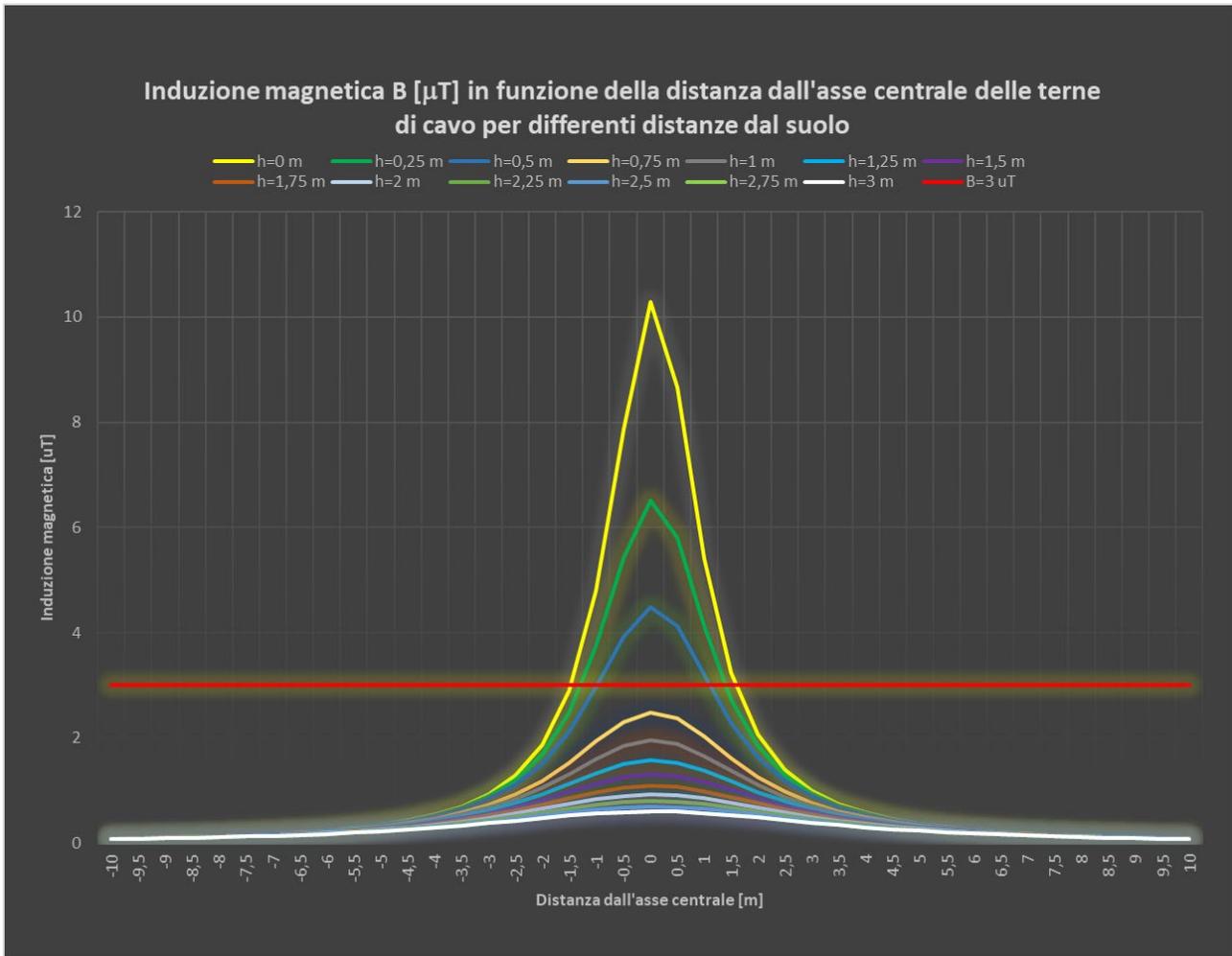


Figura 5.1.14: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

La distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica pari a  $3 \mu T$  è pari a 1,77 m, la fascia di rispetto in verticale al di sopra del terreno è di 0,826 m, la fascia di rispetto al livello del suolo è di 3,166 m e la DPA è di 1,583 m e si approssima a 2 m (la distanza rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con  $B = 10 \mu T$  è di 1,0141 m).

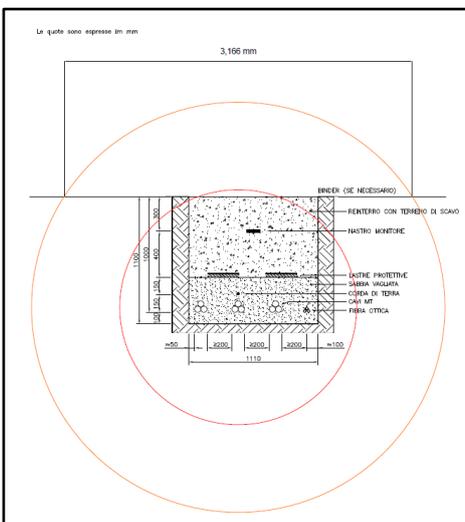


Figura 5.1.15: Circonferenze equicampo a  $3 \mu T$  (color arancio) e  $10 \mu T$  (colore rosso)

## B5 – SEU 150/33 KV

CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA [ $\mu$ T]													
Distanza orizzontale dall'asse centrale di cavidotto [m]	Distanza dal suolo h [m]												
	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
-10	0,081481	0,081053	0,080532	0,079921	0,079223	0,078445	0,07759	0,076665	0,075675	0,074626	0,073524	0,072374	0,071183
-9,5	0,090175	0,089652	0,089014	0,0889014	0,087418	0,086471	0,085434	0,084314	0,083118	0,081853	0,080529	0,079152	0,077729
-9	0,100334	0,099686	0,098899	0,098899	0,096932	0,095769	0,094498	0,093129	0,091672	0,090137	0,088533	0,086871	0,085161
-8,5	0,112304	0,111493	0,110509	0,110509	0,108059	0,106615	0,105043	0,103354	0,101562	0,099681	0,097723	0,095702	0,09363
-8	0,126541	0,125513	0,124267	0,124267	0,121176	0,119364	0,117396	0,11529	0,113065	0,110738	0,108327	0,105849	0,10332
-7,5	0,143653	0,142329	0,140728	0,140728	0,136777	0,134472	0,131979	0,129323	0,126529	0,123622	0,120625	0,11756	0,114449
-7	0,164464	0,16273	0,160641	0,160641	0,155512	0,152538	0,149338	0,145946	0,142397	0,138725	0,134961	0,131136	0,127276
-6,5	0,190114	0,1878	0,185022	0,185022	0,17825	0,174353	0,170183	0,165792	0,161226	0,156534	0,151758	0,146938	0,142108
-6	0,222215	0,219059	0,215287	0,215287	0,20617	0,200974	0,195453	0,189681	0,183728	0,177658	0,171531	0,165397	0,159302
-5,5	0,263103	0,258689	0,253443	0,253443	0,240898	0,233831	0,226389	0,218679	0,210803	0,202851	0,1949	0,187019	0,179263
-5	0,316262	0,309902	0,3024	0,3024	0,284702	0,274881	0,26465	0,254172	0,243591	0,233032	0,222599	0,212376	0,20243
-4,5	0,387058	0,377568	0,366484	0,366484	0,340796	0,326812	0,312446	0,297942	0,283503	0,269299	0,255461	0,242086	0,229245
-4	0,484082	0,469315	0,452296	0,452296	0,413778	0,393334	0,372701	0,35224	0,332232	0,312889	0,29436	0,276741	0,260087
-3,5	0,621706	0,597527	0,570181	0,570181	0,510252	0,479501	0,449175	0,419778	0,391662	0,365054	0,340076	0,316776	0,295143
-3	0,825246	0,783105	0,736729	0,736729	0,639575	0,59196	0,5464	0,503498	0,463578	0,426759	0,393015	0,362226	0,334217
-2,5	1,141981	1,062645	0,97887	0,97887	0,814334	0,738648	0,669022	0,605812	0,548938	0,49806	0,452703	0,412338	0,376433
-2	1,665739	1,501627	1,339288	1,339288	1,049021	0,926681	0,819669	0,726782	0,646454	0,577056	0,517054	0,46507	0,419908
-1,5	2,590648	2,212908	1,876984	1,876984	1,352445	1,155823	0,994059	0,860735	0,750375	0,658502	0,581529	0,516611	0,461494
-1	4,288464	3,342108	2,631424	2,631424	1,705655	1,404762	1,173068	0,991948	0,848294	0,732794	0,63876	0,561316	0,496864
-0,5	7,028292	4,813639	3,472127	3,472127	2,026522	1,616156	1,317297	1,093368	0,921503	0,786862	0,679499	0,592562	0,521208
0	9,029168	5,700765	3,918492	3,918492	2,173264	1,708557	1,378239	1,135125	0,951041	0,808329	0,695467	0,604679	0,530567
0,5	7,415205	4,993756	3,565246	3,565246	2,057982	1,636113	1,330529	1,10247	0,927961	0,791566	0,683005	0,595226	0,523268
1	4,57748	3,516921	2,739273	2,739273	1,750583	1,435137	1,194192	1,007019	0,859295	0,740992	0,644981	0,566115	0,50062
1,5	2,74863	2,327855	1,959408	1,959408	1,394954	1,186778	1,016897	0,877819	0,763333	0,668464	0,589287	0,522725	0,466368
2	1,752586	1,572059	1,395183	1,395183	1,083144	0,953244	0,840406	0,743052	0,659302	0,587277	0,525248	0,471691	0,425299
2,5	1,192847	1,106623	1,016124	1,016124	0,840022	0,759743	0,686297	0,619952	0,560529	0,507588	0,460564	0,418852	0,381855
3	0,857028	0,811693	0,762	0,762	0,658567	0,608207	0,560222	0,515218	0,473501	0,435157	0,400129	0,368262	0,33935
3,5	0,642694	0,6169	0,587805	0,587805	0,524337	0,491925	0,460065	0,429278	0,399923	0,372223	0,346291	0,322163	0,299816
4	0,498591	0,482945	0,464947	0,464947	0,424349	0,402877	0,381262	0,359879	0,339022	0,318906	0,29968	0,28144	0,264234
4,5	0,397473	0,387474	0,375812	0,375812	0,348852	0,334216	0,319208	0,304086	0,289062	0,274311	0,259967	0,24613	0,232869
5	0,323975	0,317305	0,309446	0,309446	0,290942	0,280694	0,270035	0,259136	0,248148	0,2372	0,226399	0,215833	0,205569
5,5	0,268966	0,264355	0,25888	0,25888	0,245807	0,238454	0,23072	0,222718	0,214555	0,206322	0,198103	0,189966	0,18197
6	0,226771	0,223486	0,219562	0,219562	0,210088	0,204695	0,198971	0,192993	0,186834	0,180562	0,174236	0,167911	0,161634
6,5	0,193723	0,191321	0,188439	0,188439	0,18142	0,177385	0,173071	0,168531	0,163816	0,158975	0,154051	0,149086	0,144117
7	0,167369	0,165574	0,163412	0,163412	0,158108	0,155035	0,151731	0,148231	0,144571	0,140788	0,136913	0,132978	0,12901
7,5	0,146026	0,144658	0,143005	0,143005	0,138927	0,13655	0,13398	0,131244	0,128368	0,125376	0,122294	0,119145	0,115951
8	0,128504	0,127443	0,126159	0,126159	0,122975	0,121109	0,119083	0,116917	0,114629	0,112238	0,109762	0,107219	0,104625
8,5	0,113945	0,113111	0,112098	0,112098	0,109578	0,108094	0,106477	0,104742	0,102903	0,100972	0,098964	0,096892	0,094769
9	0,10172	0,101055	0,100246	0,100246	0,098225	0,097031	0,095727	0,094323	0,092828	0,091254	0,089611	0,087909	0,086158
9,5	0,091356	0,090819	0,090165	0,090165	0,088528	0,087557	0,086494	0,085345	0,08412	0,082826	0,08147	0,080061	0,078606
10	0,082495	0,082057	0,081523	0,081523	0,080182	0,079385	0,07851	0,077563	0,07655	0,075476	0,074349	0,073173	0,071956

Tabella 5.1.7: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

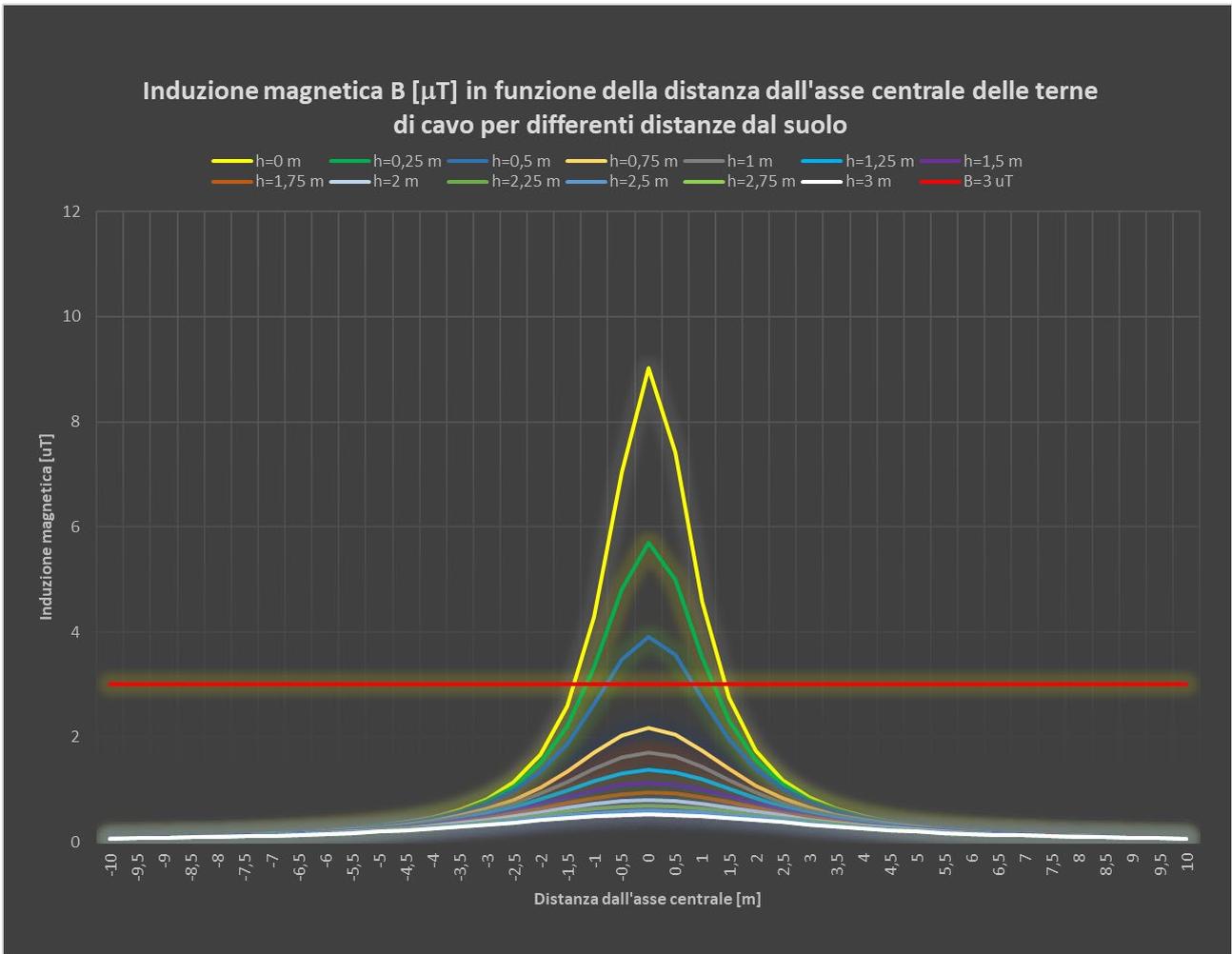


Figura 5.1.16: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

La distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica pari a 3 μT è pari a 1,652 m, la fascia di rispetto in verticale al di sopra del terreno è di 0,708 m, la fascia di rispetto al livello del suolo è di 2,822 m e la DPA è di 1,411 m e si approssima a 2 m (la distanza rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con B = 10 μT è di 0,952 m).

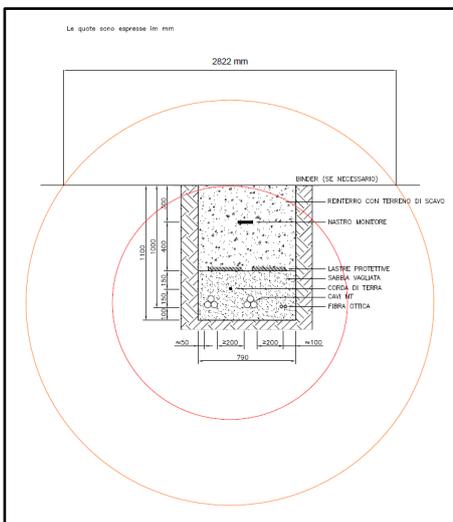


Figura 5.1.17: Circonferenze equicampo a 3 μT (color arancio) e a 10 μT (colore rosso)

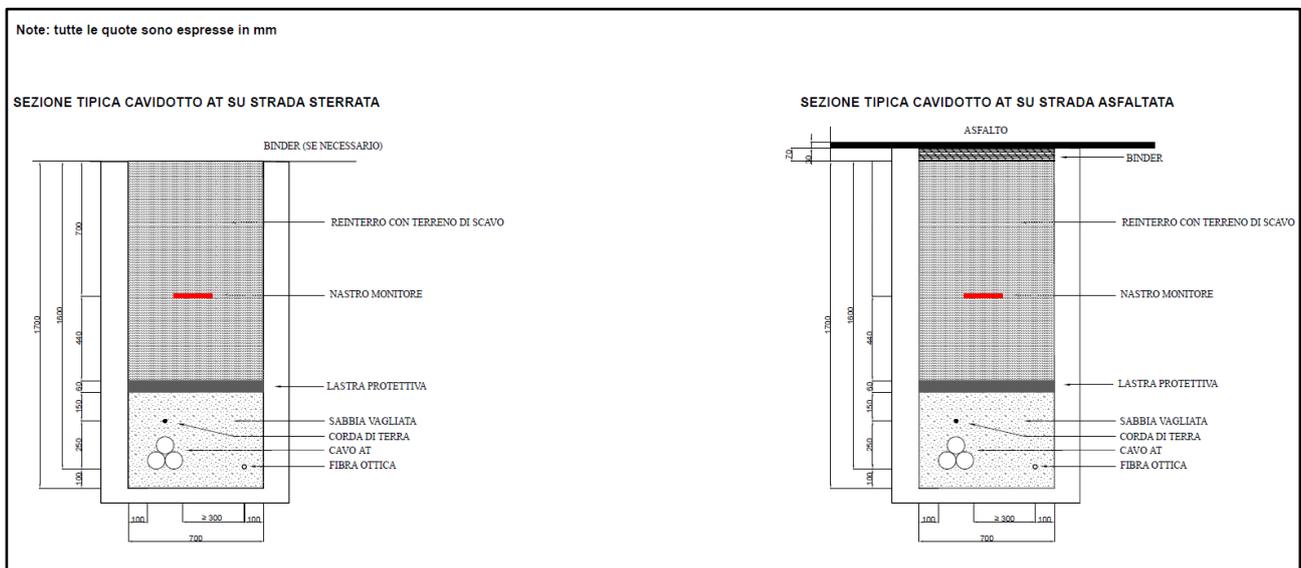
## 5.2. DPA collegamento in cavo interrato di Alta Tensione

Il collegamento tra la stazione condivisa di Aliano e il nuovo stallo della Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV (SE) denominata “Aliano” è realizzato tramite una linea interrata a 150 kV di lunghezza di circa 6000 m ed è composta da una terna di cavi unipolari ARE4H5E (o similari) del costruttore Prysmian, di sezione di 1600 mm<sup>2</sup>, in accordo con lo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, schermo semiconduttivo del conduttore, isolamento in polietilene reticolato XLPE, U<sub>0</sub>/U<sub>n</sub> (U<sub>max</sub>) 87/150 (170) kV, portata nominale di 900 A, schermo semiconduttivo dell’isolamento, schermo metallico e guaina di protezione esterna in alluminio saldata longitudinalmente.

I cavi sono caratterizzati da una posa a trifoglio, sono posati a 1,60 m dal piano del suolo e su un letto di sabbia di 0,1 m, sono ricoperti da uno strato di sabbia di 0,4 m al di sopra del quale una lastra protettiva in cemento ne assicurerà la protezione meccanica.

A 0,7 m dal piano del suolo un nastro monitore ha lo scopo di segnalare la presenza dei cavi al fine di evitarne eventuali danneggiamenti seguenti ad eventuali scavi da parte di terzi.

La terna di cavi in AT è distante sul piano orizzontale almeno 0,3 m dal cavo in fibra ottica, mentre nel letto di sabbia è previsto anche un cavo unipolare di protezione, così come rappresentato nel dettaglio dell’elaborato di progetto “RCOE092 Sezione tipica della trincea di cavidotto AT”.



**Figura 5.2.1:** Sezione tipica del cavidotto AT di connessione tra la stazione di condivisione e il nuovo stallo della Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata “Aliano”

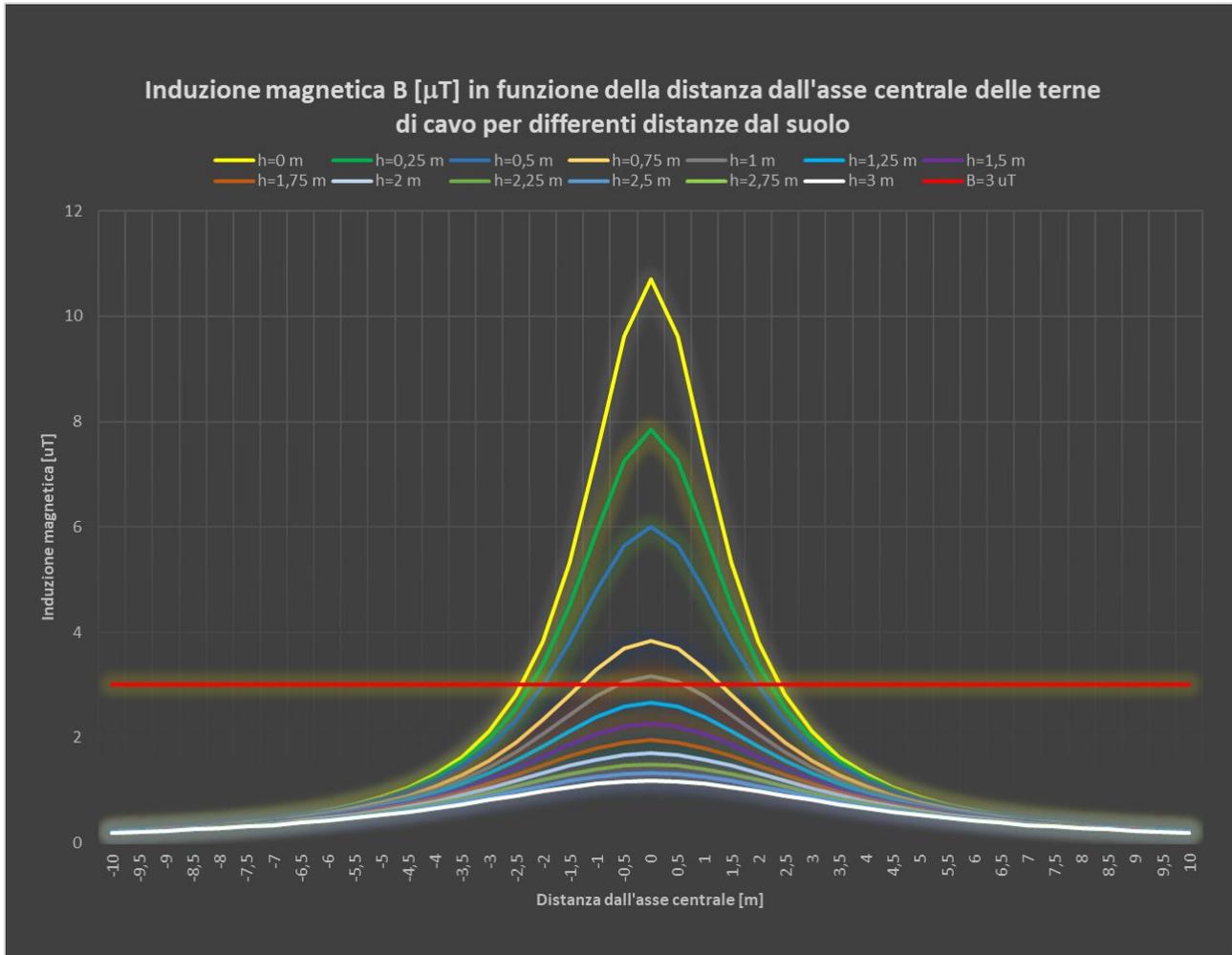
Il diametro esterno dei cavi è pari a 108 mm e la profondità di posa  $d$  è di 1600 mm dal piano del suolo, come rappresentato in **Figura 5.2.1**.

Il grafico e la tabella seguente riportano i valori del campo di induzione magnetica in funzione della distanza  $x$  dall’asse centrale (con intervallo di campionamento di 0,5 m) per varie distanze  $h$  dal suolo.

Vengono altresì calcolate la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) e la fascia di rispetto al di sopra del terreno (per maggiore cautela, la corrente presa in considerazione nel calcolo è pari alla portata nominale dello stesso, ovvero 900 A).

CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA [ $\mu$ T]													
Distanza orizzontale dall'asse centrale di cavidotto [m]	Distanza dal suolo h [m]												
	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
-10	0,232906	0,231078	0,229003	0,226695	0,224169	0,221441	0,218528	0,215446	0,212213	0,208847	0,205364	0,201781	0,198115
-9,5	0,257462	0,25523	0,252701	0,252701	0,246828	0,243524	0,240005	0,236293	0,23241	0,228378	0,22422	0,219956	0,215607
-9	0,286077	0,283324	0,280212	0,280212	0,273008	0,268972	0,264686	0,260178	0,255478	0,250615	0,245616	0,240509	0,235318
-8,5	0,319687	0,316254	0,312381	0,312381	0,303454	0,298476	0,293207	0,287686	0,28195	0,276039	0,269986	0,263828	0,257595
-8	0,359512	0,355176	0,350297	0,350297	0,339112	0,332907	0,326366	0,319539	0,312479	0,305234	0,297851	0,290373	0,282841
-7,5	0,407159	0,401606	0,39538	0,39538	0,381188	0,373366	0,365158	0,356633	0,347861	0,338906	0,329829	0,320684	0,311522
-7	0,464784	0,457562	0,449498	0,449498	0,431245	0,421261	0,41084	0,400081	0,389074	0,377906	0,366654	0,355388	0,34417
-6,5	0,535323	0,525765	0,515146	0,515146	0,491313	0,478395	0,465002	0,451266	0,437312	0,423253	0,409188	0,395206	0,381384
-6	0,622848	0,609948	0,595702	0,595702	0,564061	0,547101	0,529654	0,511906	0,494024	0,476156	0,45843	0,440953	0,423814
-5,5	0,733126	0,715318	0,695803	0,695803	0,653017	0,630393	0,607341	0,58412	0,560951	0,538026	0,515503	0,493507	0,472139
-5	0,874494	0,849274	0,821907	0,821907	0,762864	0,732168	0,701255	0,670478	0,64013	0,610448	0,581615	0,553769	0,527004
-4,5	1,059306	1,022525	0,983111	0,983111	0,89981	0,85741	0,81532	0,774012	0,733849	0,695102	0,657962	0,622547	0,588924
-4	1,306318	1,250832	1,192356	1,192356	1,071993	1,012351	0,954191	0,898096	0,84447	0,793567	0,745522	0,700378	0,658107
-3,5	1,644718	1,557718	1,468057	1,468057	1,289759	1,204389	1,122959	1,046065	0,974021	0,906922	0,84471	0,787217	0,734211
-3	2,120872	1,978388	1,835975	1,835975	1,565348	1,44135	1,326256	1,220315	1,123382	1,03506	0,954803	0,881994	0,815991
-2,5	2,808974	2,564368	2,330093	2,330093	1,910828	1,729232	1,566172	1,420539	1,290878	1,175606	1,073153	0,982036	0,9009
-2	3,824092	3,384579	2,988058	2,988058	2,331919	2,067015	1,838243	1,640807	1,470233	1,322536	1,19427	1,082497	0,984737
-1,5	5,319191	4,505394	3,829012	3,829012	2,814286	2,437312	2,125415	1,86583	1,648362	1,464941	1,309191	1,176071	1,061574
-1	7,380213	5,901267	4,792418	4,792418	3,302195	2,794959	2,392372	2,068451	1,804527	1,586998	1,405819	1,253466	1,124231
-0,5	9,61568	7,248767	5,644542	5,644542	3,685573	3,064793	2,587359	2,21262	1,913285	1,670509	1,470959	1,304994	1,165506
0	10,69558	7,845951	6,000165	6,000165	3,833944	3,1667	2,659615	2,265249	1,952511	1,700334	1,494035	1,323124	1,179947
0,5	9,61568	7,248767	5,644542	5,644542	3,685573	3,064793	2,587359	2,21262	1,913285	1,670509	1,470959	1,304994	1,165506
1	7,380213	5,901267	4,792418	4,792418	3,302195	2,794959	2,392372	2,068451	1,804527	1,586998	1,405819	1,253466	1,124231
1,5	5,319191	4,505394	3,829012	3,829012	2,814286	2,437312	2,125415	1,86583	1,648362	1,464941	1,309191	1,176071	1,061574
2	3,824092	3,384579	2,988058	2,988058	2,331919	2,067015	1,838243	1,640807	1,470233	1,322536	1,19427	1,082497	0,984737
2,5	2,808974	2,564368	2,330093	2,330093	1,910828	1,729232	1,566172	1,420539	1,290878	1,175606	1,073153	0,982036	0,9009
3	2,120872	1,978388	1,835975	1,835975	1,565348	1,44135	1,326256	1,220315	1,123382	1,03506	0,954803	0,881994	0,815991
3,5	1,644718	1,557718	1,468057	1,468057	1,289759	1,204389	1,122959	1,046065	0,974021	0,906922	0,84471	0,787217	0,734211
4	1,306318	1,250832	1,192356	1,192356	1,071993	1,012351	0,954191	0,898096	0,84447	0,793567	0,745522	0,700378	0,658107
4,5	1,059306	1,022525	0,983111	0,983111	0,89981	0,85741	0,81532	0,774012	0,733849	0,695102	0,657962	0,622547	0,588924
5	0,874494	0,849274	0,821907	0,821907	0,762864	0,732168	0,701255	0,670478	0,64013	0,610448	0,581615	0,553769	0,527004
5,5	0,733126	0,715318	0,695803	0,695803	0,653017	0,630393	0,607341	0,58412	0,560951	0,538026	0,515503	0,493507	0,472139
6	0,622848	0,609948	0,595702	0,595702	0,564061	0,547101	0,529654	0,511906	0,494024	0,476156	0,45843	0,440953	0,423814
6,5	0,535323	0,525765	0,515146	0,515146	0,491313	0,478395	0,465002	0,451266	0,437312	0,423253	0,409188	0,395206	0,381384
7	0,464784	0,457562	0,449498	0,449498	0,431245	0,421261	0,41084	0,400081	0,389074	0,377906	0,366654	0,355388	0,34417
7,5	0,407159	0,401606	0,39538	0,39538	0,381188	0,373366	0,365158	0,356633	0,347861	0,338906	0,329829	0,320684	0,311522
8	0,359512	0,355176	0,350297	0,350297	0,339112	0,332907	0,326366	0,319539	0,312479	0,305234	0,297851	0,290373	0,282841
8,5	0,319687	0,316254	0,312381	0,312381	0,303454	0,298476	0,293207	0,287686	0,28195	0,276039	0,269986	0,263828	0,257595
9	0,286077	0,283324	0,280212	0,280212	0,273008	0,268972	0,264686	0,260178	0,255478	0,250615	0,245616	0,240509	0,235318
9,5	0,257462	0,25523	0,252701	0,252701	0,246828	0,243524	0,240005	0,236293	0,23241	0,228378	0,22422	0,219956	0,215607
10	0,232906	0,231078	0,229003	0,229003	0,224169	0,221441	0,218528	0,215446	0,212213	0,208847	0,205364	0,201781	0,198115

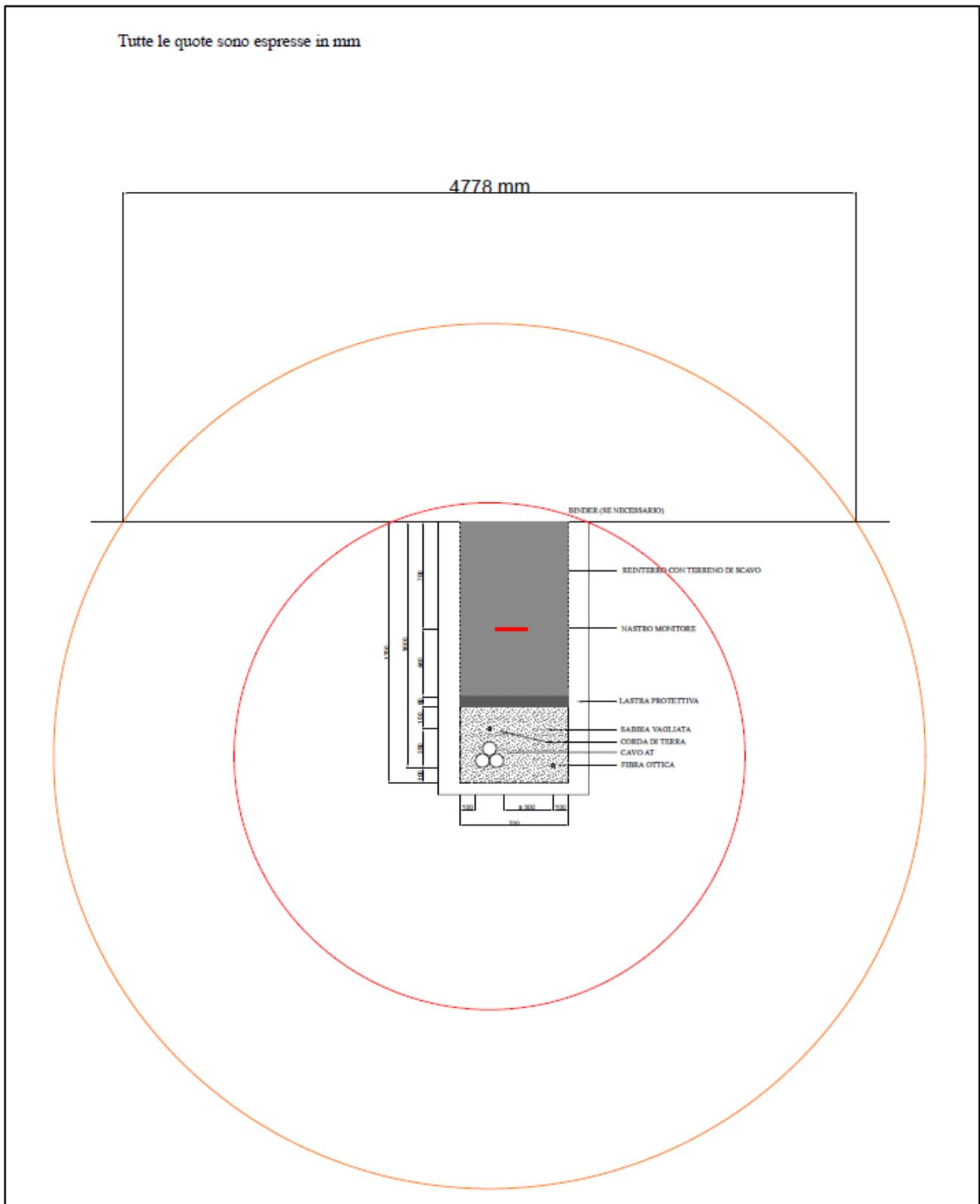
Tabella 5.2.1: Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo



**Figura 5.2.2:** Induzione magnetica per varie distanze dall'asse centrale e distanze dal suolo

La distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$  è pari a 2,817 m, la fascia di rispetto in verticale al di sopra del terreno è di 1,325 m, la fascia di rispetto al livello del suolo è di 4,778 m e la DPA è di 2,389 m e si approssima a 3 m (la distanza rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con  $B = 10 \mu\text{T}$  è di 1,651 m).

Nell'intorno del tracciato di posa dei cavi, anche a distanze molto più elevate di quelle calcolate, non sono presenti ricettori sensibili, ovvero zone in cui è prevista la presenza di persone per più di 4 ore nella giornata.



**Figura 5.2.3:** Circonferenze equicampo a  $3 \mu\text{T}$  (color arancio) e a  $10 \mu\text{T}$  (colore rosso)

Al fine di effettuare una verifica del calcolo sopra discusso si riporta uno studio effettuato da Enel Distribuzione SpA e contenuto nelle “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08” nella scheda A15 per una semplice terna di cavi interrati 132/150 kV disposti a trifoglio.

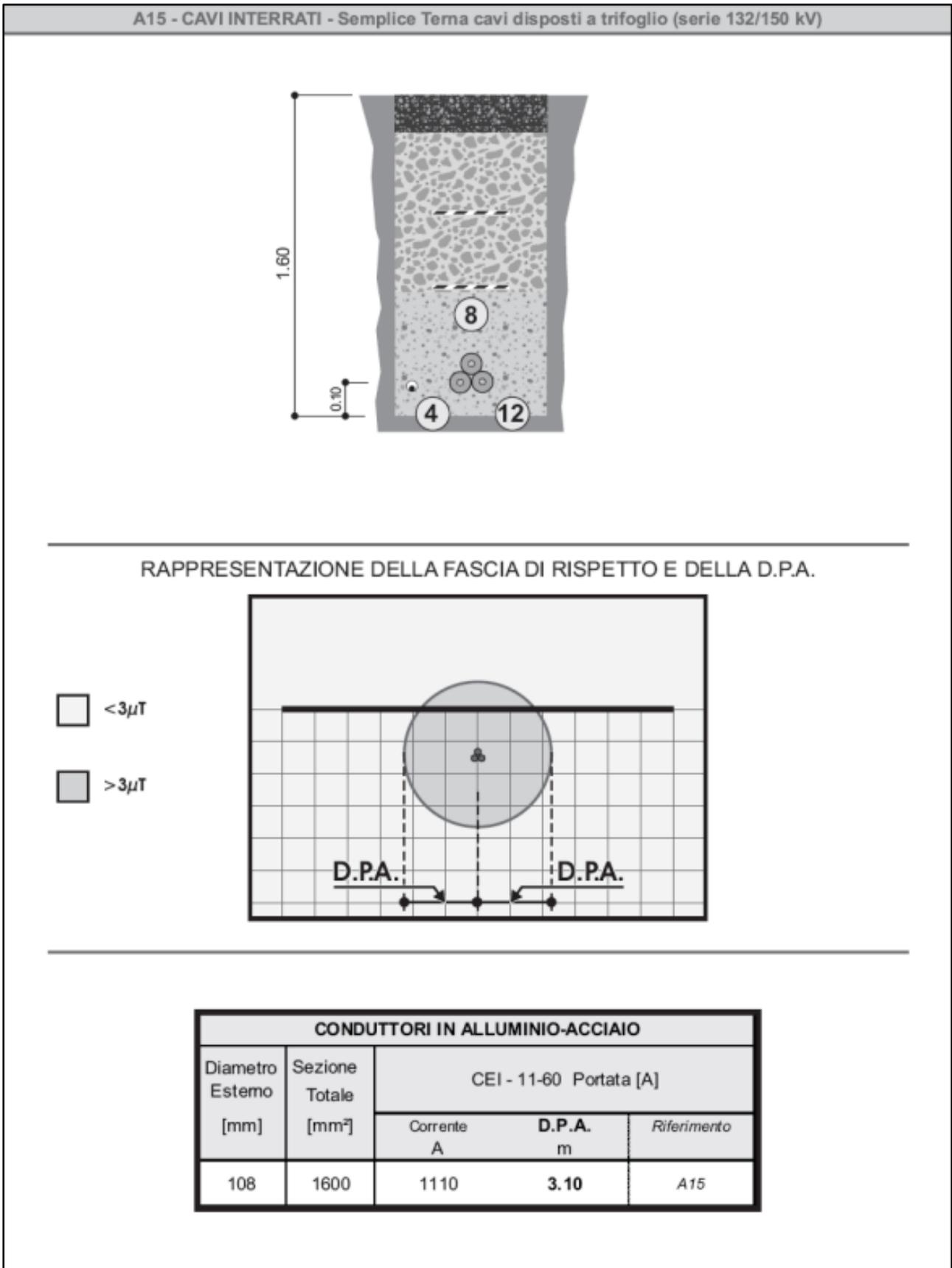


Figura 5.2.7: Calcolo DPA per una semplice terna di cavi interrati 132/150 kV disposti a trifoglio

Dal calcolo, effettuato nel caso in cui la corrente che attraversa i cavi sia di 1110 A, risulta una DPA pari a 3,10 m, valore superiore rispetto a quello ottenuto come risultato del calcolo presentato in precedenza per il cavo a 150 kV di collegamento tra la stazione di trasformazione 150/33 kV di Aliano e quella elettrica di trasformazione 380/150 kV Terna "Aliano".

### **5.3. Stazione elettrica Utente**

---

L'impatto elettromagnetico relativo alla Stazione Elettrica Utente è principalmente dovuto alle sbarre AT e alle apparecchiature elettromeccaniche.

La suddetta stazione è dotata di recinzione esterna ed è assimilabile, in accordo con il punto 5.2.2 del DM del 29/05/2008, ad una cabina primaria, per cui la Distanza di Prima Approssimazione è sicuramente interno alla cabina, essendo rispettate le distanze dal perimetro esterno di 14 m dall'asse delle sbarre di AT in aria e di 7 m dall'asse delle sbarre di MT in aria.

Le sbarre a 150 kV, ai fini del calcolo della fascia di rispetto, possono essere considerate conduttori rigidi tubolari ad una distanza reciproca in piano di 2,2 m e a distanza di 7,5 m dal suolo, con corrente pari alla corrente nominale delle sbarre (2000 A).

Inoltre, l'area riservata alla Stazione Elettrica Utente è pressoché agricola e non sono presenti abitazioni nello spazio immediatamente circostante.

## **6. CONCLUSIONI**

---

Per quanto riguarda le distribuzioni elettriche in Media Tensione e Alta Tensione, all'interno delle aree definite dalle DPA, non sono presenti aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Pertanto, tenendo presente che le simulazioni sono state eseguite in condizioni di sovradimensionamento, ovvero nel caso di massima potenza per tutti gli aerogeneratori per la Media Tensione, corrente massima nei cavi per la Media Tensione e portata nominale per l'Alta Tensione, mentre i valori limite di 3  $\mu\text{T}$  (obiettivo di qualità) e di 10  $\mu\text{T}$  (limite di attenzione) si riferiscono al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio, l'impianto eolico non ha alcun impatto elettromagnetico negativo alla frequenza di rete 50 Hz sulla popolazione esterna in base alla Normativa vigente.

Inoltre, l'impatto elettromagnetico dovuto alla Stazione Elettrica Utente è da ritenersi trascurabile in quanto la fascia di rispetto ricade nell'area riservata ad essa, perché l'area della medesima è in zona agricola e nelle zoni limitrofe ad essa non vi sono edifici abitati e all'interno non è prevista la presenza continuativa per più di 4 ore di persone.