

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone <i>Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico</i>	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 1 di 40

# ANALISI DI IMPATTO MAGNETICO RELATIVO A UN CAVIDOTTO MT PER LA CONNESSIONE DI UN PARCO EOLICO UBICATO NEL COMUNE DI GUARDIA LOMBARDI

1

**PROPONENTE:**

**HIGH WIND S.R.L.**

**CORSO ITALIA 27 – 39100 BOLZANO**

**IL TECNICO INCARICATO**

**STUDIO TECNICO ING. LUIGI RAFFAELE SAPONE**

P.IVA: 03329950715  
 71043 MANFREDONIA (FG) - VIA PULSANO 98  
 LUIGI.SAPONE@STUDIOINGSAPONE.IT  
 WWW.STUDIOINGSAPONE.IT



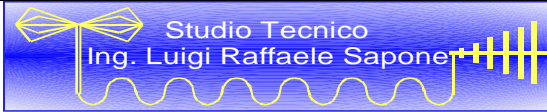
*Luigi Raffaele Sapone*

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 <i>Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico</i>	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 2 di 40

## Sommario

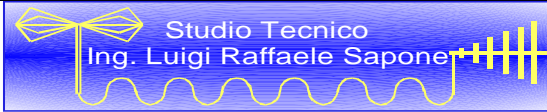
---

Indice delle Figure.....	3
Premessa .....	4
La costituzione del cavidotto .....	6
I Conduttori utilizzati .....	14
Simulazione dell'induzione magnetica generata dal cavidotto.....	15
Il calcolo dell'induzione magnetica sulle varie sezioni .....	20
<b>Tipologia Sezione 1A/1C con conduttore ad elica visibile 3x1x185</b> .....	20
<b>Tipologia Sezione 1A/1C con conduttore a trifoglio 3x1x630</b> .....	22
<b>Tipologia Sezione 2A/2C con 2 terne ad elica 3x1x185</b> .....	24
<b>Tipologia Sezione 2C con 2 terne: una ad elica 3x1x185 ed una trifoglio 3x1x630</b> .....	25
<b>Tipologia Sezione 3C con 3 terne: due ad elica 3x1x185 ed una trifoglio 3x1x630</b> .....	27
<b>Tipologia Sezione 1b con 1 terna trifoglio 3x1x630</b> .....	28
<b>Tipologia Sezione 3C+2C: 3C (1 trifoglio 630 + 2 elica 185) + 2C (2 elica 185)</b> .....	29
Considerazioni in presenza di incroci e derivazioni.....	31
Induzione magnetica generata dagli aerogeneratori .....	36
Conclusioni.....	39
Bibliografia.....	40

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 3 di 40

## Indice delle Figure

Figura 1: individuazione Planimetrica con Sezioni Tipo.....	5
Figura 2: Schema Unifilare cavidotto di Collegamento .....	6
Figura 3: Sezione tipo 1a del cavidotto.....	7
Figura 4: Sezione tipo 2a del cavidotto.....	8
Figura 5: Sezione tipo 1b del cavidotto .....	8
Figura 6: Sezione tipo 1c del cavidotto.....	8
Figura 7: Sezione tipo 2c del cavidotto.....	9
Figura 8: Sezione tipo 3c del cavidotto.....	9
Figura 9: Tracciato identificante i punti 1,2,3,4,6.....	10
Figura 10: Tracciato identificante i punti 7,8,9,10,11,12.....	10
Figura 11: tracciato identificante i punti 14,15,16,17 .....	11
Figura 12: tracciato iniziale verso la SSE di consegna.....	11
Figura 13: Tracciato finale verso la SSE di consegna .....	12
Figura 14: Associazioni tra cavidotto e sezioni tipo.....	13
Figura 15: Scomposizione in un sistema di riferimento elicoidale dei fasori dell'induzione magnetica generata..	16
Figura 16: Disegno in ambiente CAD della sezione di una terna a trifoglio 3x1x630 .....	18
Figura 17: Mapcolor con isolinea a 3 micro tesla sezioni 1A/1C con cavo elica 3x1x185 .....	21
Figura 18: isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta alla sezione dello scavo tipo 1a/1c conduttore elica 3x1x185 ....	22
Figura 19: isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta alla sezione dello scavo tipo 1a/1c conduttore trifoglio 3x1x630	23
Figura 20: isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta alla sezione dello scavo tipo 2a/2c 2 terne elica 3x1x185 .....	25
Figura 21:isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta allo scavo 2a/2c con 2 terne: elica 3x1x185 e trifoglio 3x1x630 ..	26
Figura 22:isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta allo scavo tipo 3c: 2 terne elica 3x1x185 + 1 trifoglio 3x1x630 ....	27
Figura 23:isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta allo scavo tipo 1b con 1 trifoglio 3x1x630 .....	28
Figura 24: Mapcolor e isolinea a 3 micro Tesla relativa allo scavo tipo 3C + 2C .....	29
Figura 25: Isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta allo scavo tipo 3C + 2C.....	30
Figura 26: Area di Prima Approssimazione in deviazioni linea con terna a trifoglio .....	32
Figura 27: Area di Prima Approssimazione in corrispondenza dei punti identificati come 7-8.....	34
Figura 28: Simulazione isolinea in presenza di due scavi come cautelativa di incroci tra conduttori ad elica.....	35
Figura 29: modellizzazione trasformatore + conduttori in ingresso negli aerogeneratori.....	36
Figura 30: simulazione modellizzazione trasformatore + cavi BT.....	37
Figura 31:simulazione modellizzazione trasformatore + cavi BT .....	37

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone <i>Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico</i>	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 4 di 40

## Premessa

Il presente lavoro rappresenta una relazione di impatto magnetico relativa ad un cavidotto (esercito alla tensione di 30.000 V) asservito al collegamento, alla sottostazione elettrica di consegna, degli aerogeneratori facenti parte di un parco eolico da realizzarsi nel Comune di Guardia Lombardi (AV), a cura della Società proponente denominata High Wind srl, con sede in Corso Italia 27 – 39100 Bolzano.

Nel suddetto parco eolico sono previsti 8 aerogeneratori, 7 dei quali con una potenza di 2,2MW ed uno con una potenza di 2.0 MW, per un totale di 17,4MW.

Nella tavola E06a, facente parte del progetto definitivo, ed esemplificata alla pagina seguente, è presente l'individuazione planimetrica dei cavidotti su base catastale, con indicazione delle sezioni tipo.

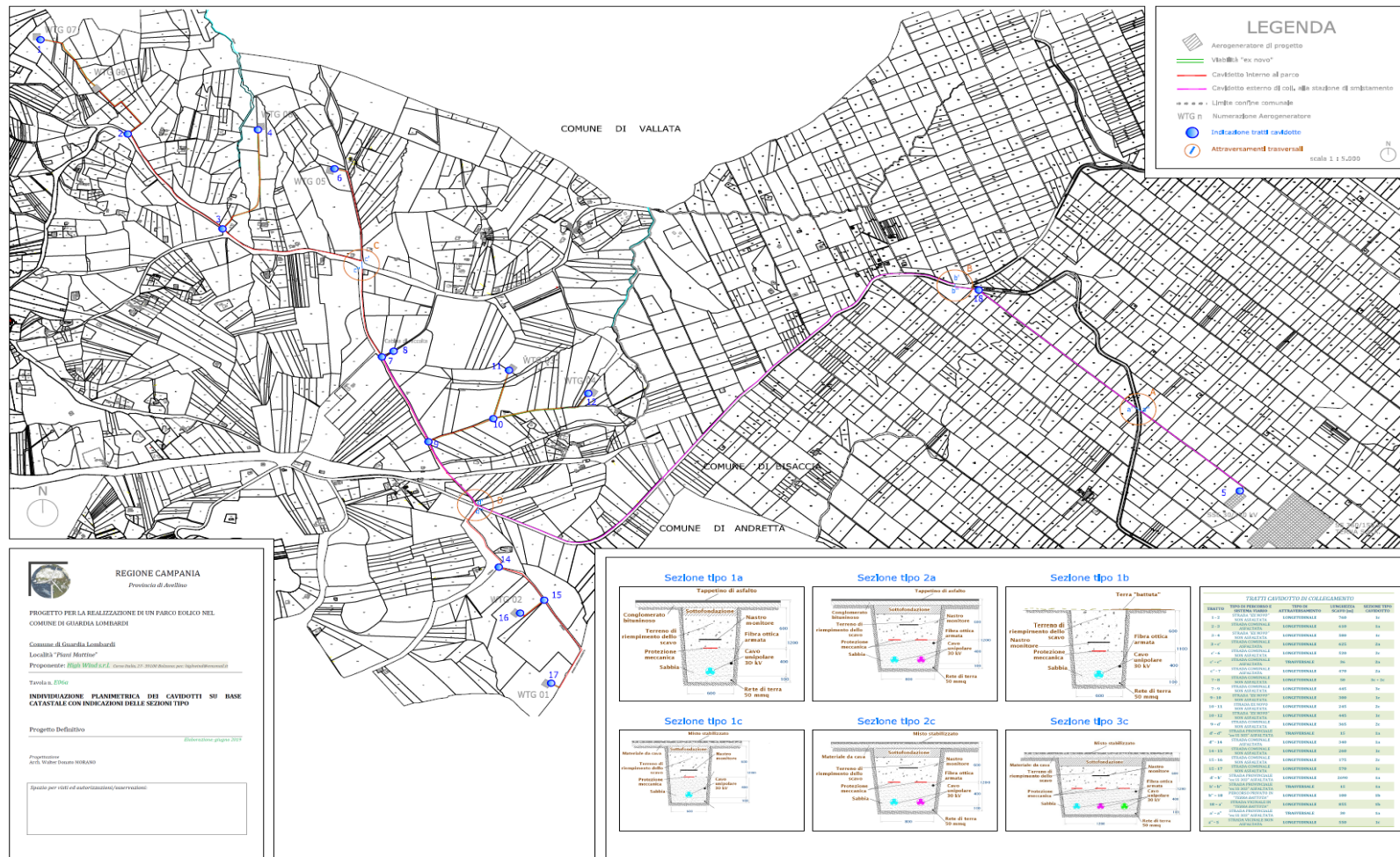


Figura 1: individuazione Planimetrica con Sezioni Tipo

## La costituzione del cavidotto

Nella seguente immagine vediamo lo schema unifilare complessivo del cavidotto di collegamento:

SCHEMA DI COLLEGAMENTO DEGLI AEROGENERATORI

SCHEMA LOGICO DIMENSIONALE

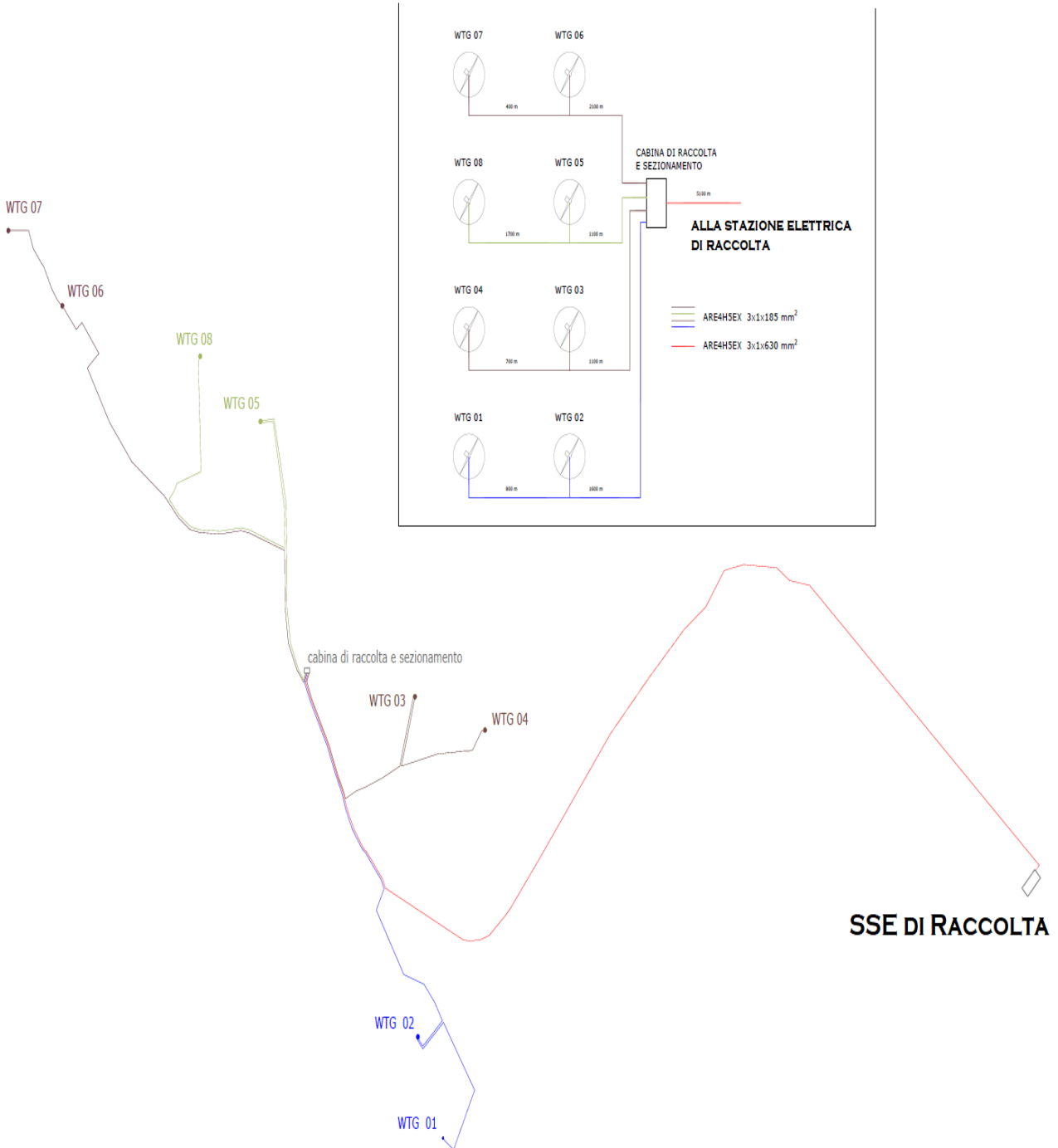


Figura 2: Schema Unifilare cavidotto di Collegamento

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 7 di 40

Come può rilevarsi dalla figura precedente, l'energia elettrica prodotta da ogni singolo aerogeneratore (inizialmente in bassa tensione a 690 V, e successivamente portata al valore di 30kV attraverso un trasformatore BT/MT posto alla base dell'aerogeneratore stesso) viene convogliata su cavidotti di trasporto interrati. Diverse linee in cavo interrato collegano fra loro gli aerogeneratori alla cabina di raccolta; quest'ultima può quindi intendersi come centro stella per la raccolta dell'energia prodotta da tutti gli aerogeneratori, disposti a formare una rete radiale.

Una volta che l'energia di tutti gli aerogeneratori arriva a questa cabina di raccolta, essa viene da quest'ultima inviata alla stazione di trasformazione 30/150kV.

Il collegamento alla RTN del parco eolico appena descritto sarà eseguito mediante la suddetta stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV da collegare in antenna all'adiacente stazione elettrica 150/380 kV Terna di Bisaccia (AV).

Ogni terna trifase di conduttori sarà "infilata" in un tubo protettivo. Conseguentemente, nei tratti di cavidotto che vedranno la presenza di più terne, coesisteranno più tubi protettivi destinati a contenere le terne trifasi stesse.

Lo scavo adibito al contenimento delle suddette terne di conduttori avrà una larghezza ed una altezza variabile in dipendenza del numero di terne elicordate da contenere, ed in dipendenza del tipo di attraversamento. Sono definite varie sezioni tipo, a seconda dello specifico percorso del cavidotto. Esse sono specificate nelle figure seguenti:

### Sezione tipo 1a

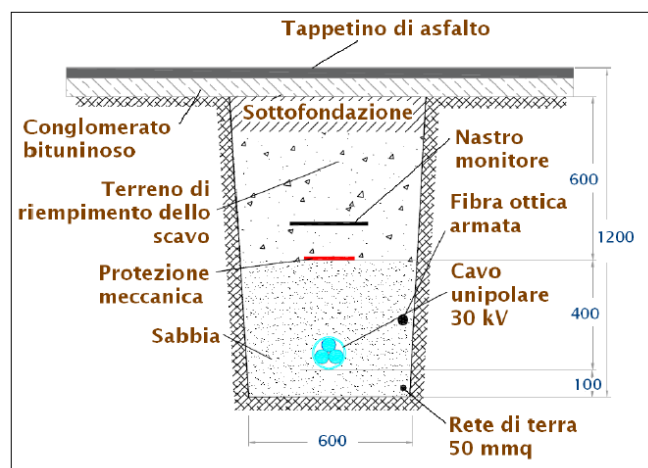


Figura 3: Sezione tipo 1a del cavidotto

### Sezione tipo 2a

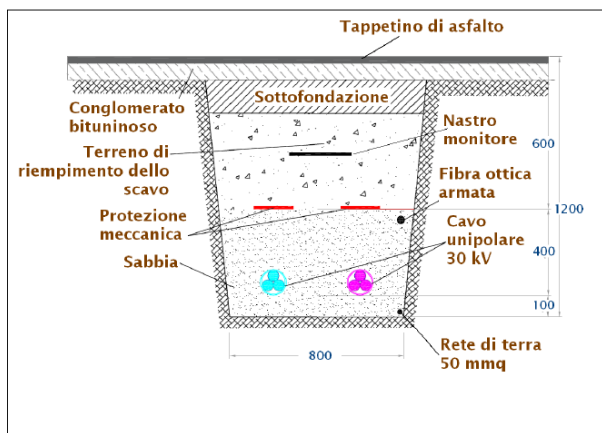


Figura 4: Sezione tipo 2a del cavidotto

### Sezione tipo 1b

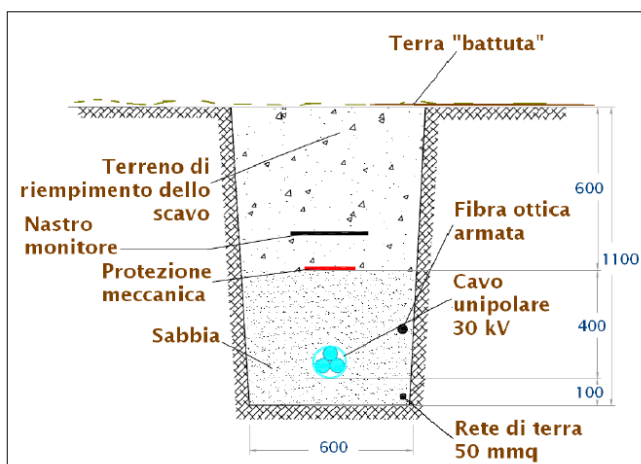


Figura 5: Sezione tipo 1b del cavidotto

### Sezione tipo 1c

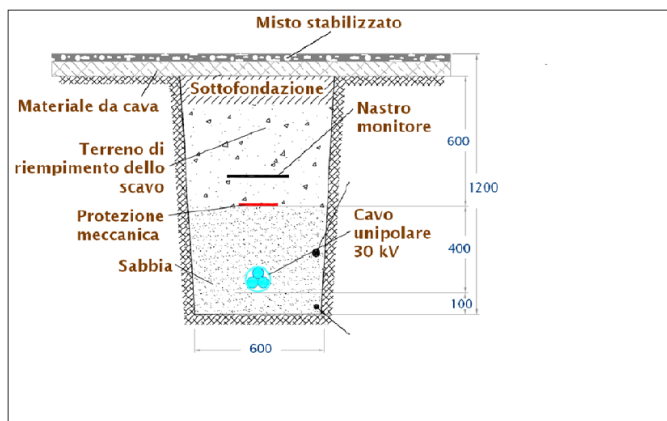


Figura 6: Sezione tipo 1c del cavidotto



## Sezione tipo 2c

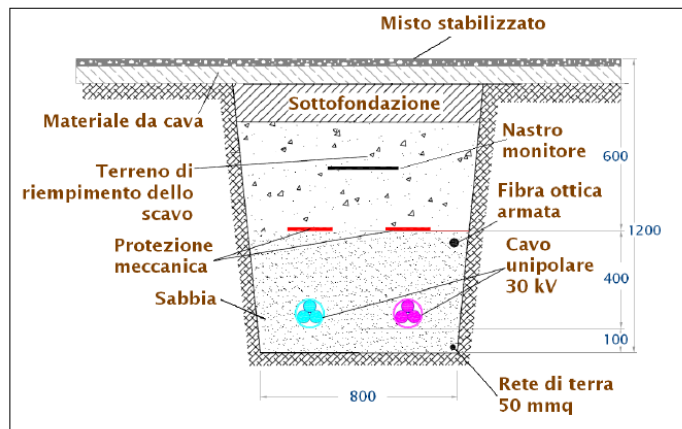


Figura 7: Sezione tipo 2c del cavidotto

## Sezione tipo 3c

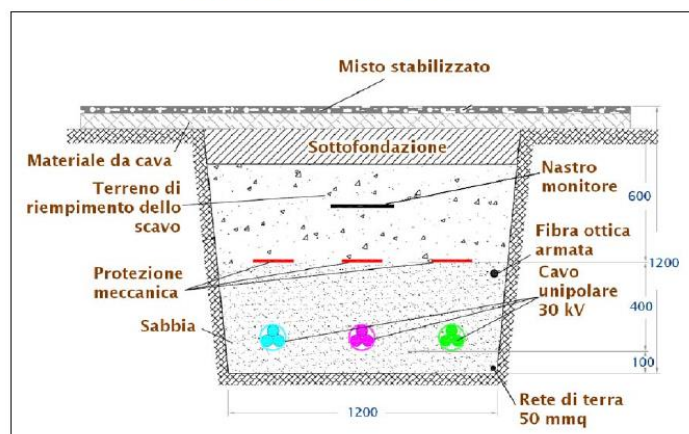


Figura 8: Sezione tipo 3c del cavidotto

L'associazione di queste sezioni tipo ai vari tratti di cavidotti è desumibile dalle figure seguenti, nelle quali, inizialmente, vengono visualizzati ed identificati i vari tratti e, successivamente, vengono associati alle sezioni appena definite.

Le figure seguenti di visualizzazione del tracciato possono intendersi consecutive. A tal fine, in ogni figura sono state inserite delle parti di tracciato che sono presenti anche nella figura successiva, in modo da trovarne il raccordo.



Figura 9: Tracciato identificante i punti 1,2,3,4,6

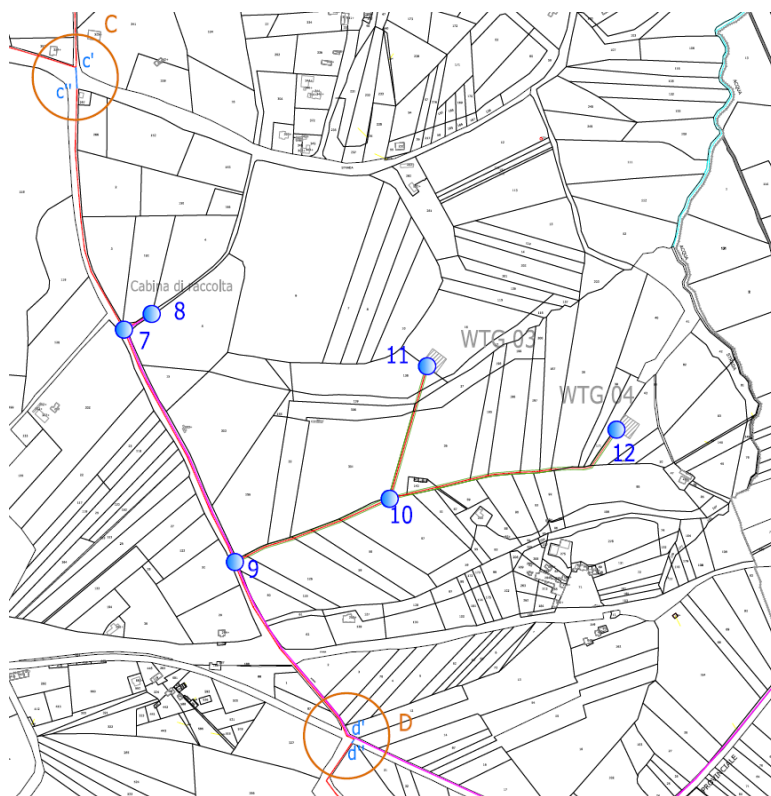


Figura 10: Tracciato identificante i punti 7,8,9,10,11,12

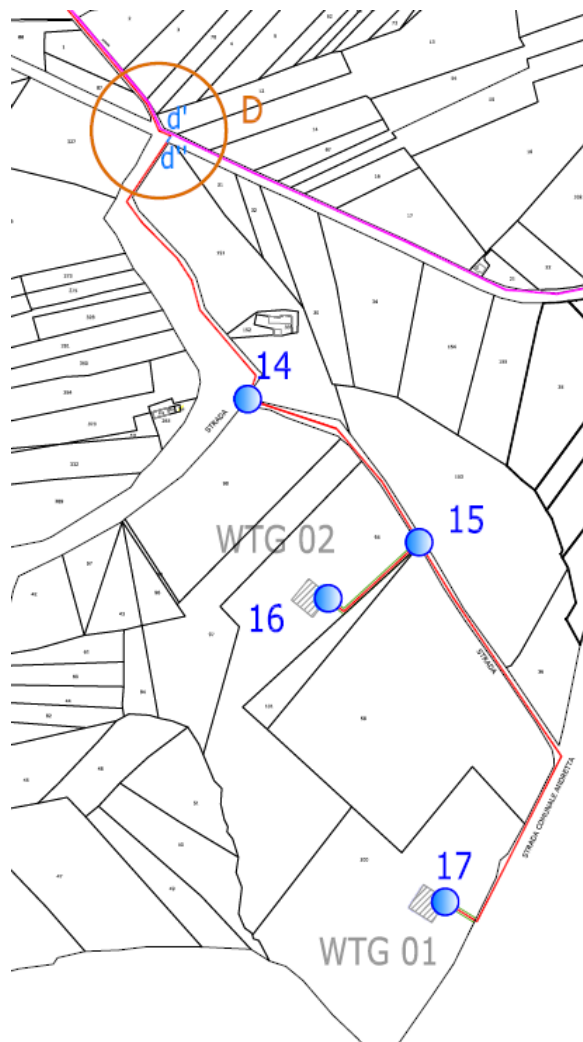


Figura 11: tracciato identificante i punti 14,15,16,17



Figura 12: tracciato iniziale verso la SSE di consegna

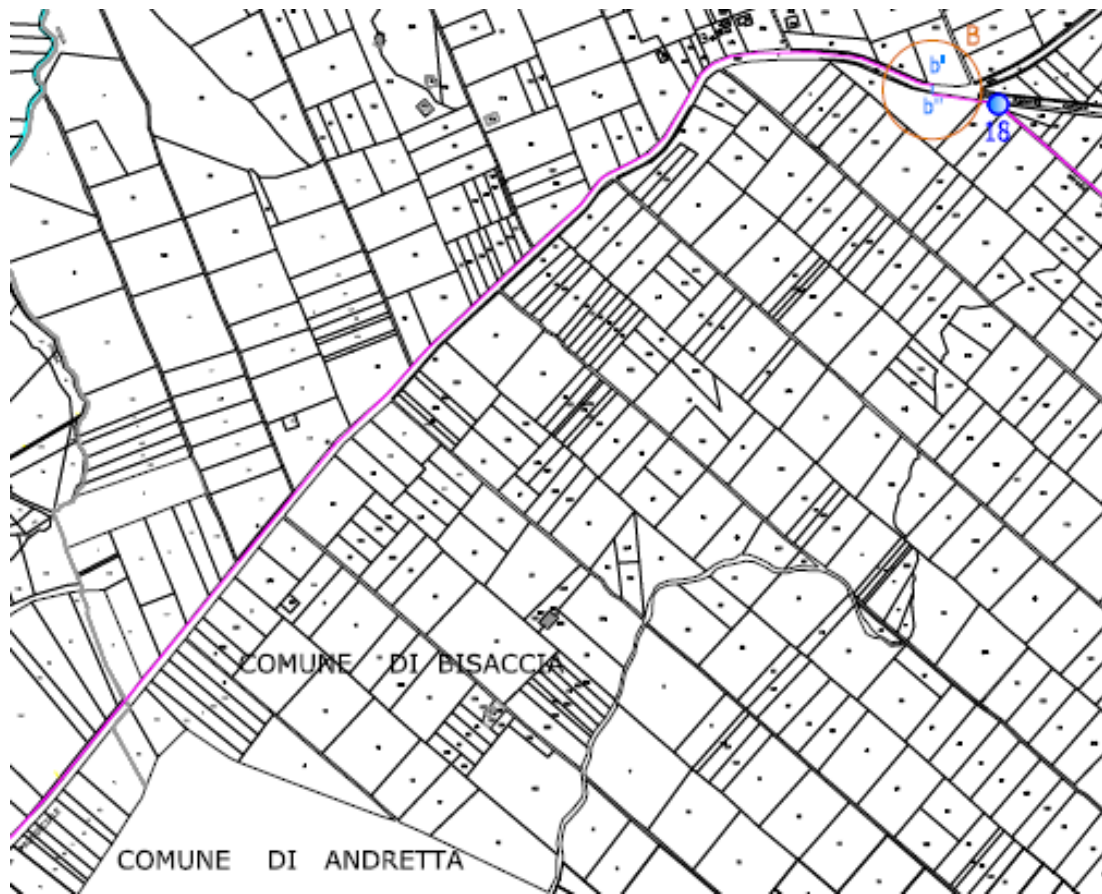


Figura 13: Tracciato finale verso la SSE di consegna

Le lunghezze di ciascuna linea di collegamento tra gli aerogeneratori, e tra questi e la cabina di raccolta, comprensive di scorta cabina e macchina, relative al collegamento interno ed esterno, sono riportate in figura 3, dove con “WTGx” è indicato l’aerogeneratore numero x, con “CAB” la cabina di raccolta, e con “SSE” la sottostazione elettrica di consegna ove avviene l’innalzamento della tensione ad un valore di 150kV per essere immessa nella rete del GRTN.

COLLEGAMENTI IMPIANTO EOLICO		SEZIONE CONDUTTORE (mm <sup>2</sup> )	MATERIALE CONDUTTORE	LUNGHEZZA (m)
SOTTOCAMPO 1	WTG01 - WTG02	3x1x185	AL	800
	WTG02 - CAB	3x1x185	AL	1600
SOTTOCAMPO 2	WTG04 - WTG03	3x1x185	AL	700
	WTG03 - CAB	3x1x185	AL	1100
SOTTOCAMPO 3	WTG07 - WTG06	3x1x185	AL	400
	WTG06 - CAB	3x1x185	AL	2100
SOTTOCAMPO 4	WTG08 - WTG05	3x1x185	AL	1700
	WTG05 - CAB	3x1x185	AL	1100
COLLEGAMENTO	CAB - SSE	3x1x630	AL	5100

Figura 3: Lunghezza di collegamento cavidotti

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 <b>Studio Tecnico</b> <b>Ing. Luigi Raffaele Sapone</b> <i>Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico</i>	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 13 di 40

Infine, nella seguente tabella, vediamo l'associazione tra i tratti di cavidotto e le sezioni tipo:

TRATTO	TIPO DI PERCORSO E SISTEMA VIARIO	TIPO DI ATTRAVERSAMENTO	LUNGHEZZA SCAVO [m]	SEZIONE TIPO CAVIDOTTO
1 - 2	STRADA "EX NOVO" NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	760	1c
2 - 3	STRADA COMUNALE ASFALTATA	LONGITUDINALE	610	1a
3 - 4	STRADA "EX NOVO" NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	580	1c
3 - c'	STRADA COMUNALE ASFALTATA	LONGITUDINALE	625	2a
c' - 6	STRADA COMUNALE NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	520	2c
c' - c''	STRADA COMUNALE ASFALTATA	TRASVERSALE	36	2a
c'' - 7	STRADA COMUNALE ASFALTATA	LONGITUDINALE	470	2a
7 - 8	STRADA COMUNALE NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	50	3c + 2c
7 - 9	STRADA COMUNALE NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	445	3c
9 - 10	STRADA "EX NOVO" NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	300	1c
10 - 11	STRADA EX NOVO NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	245	2c
10 - 12	STRADA "EX NOVO" NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	445	1c
9 - d'	STRADA COMUNALE NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	365	2c
d' - d''	STRADA PROVINCIALE "ex SS 303" ASFALTATA	TRASVERSALE	15	1a
d'' - 14	STRADA COMUNALE ASFALTATA	LONGITUDINALE	340	1a
14 - 15	STRADA COMUNALE NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	260	1c
15 - 16	STRADA COMUNALE NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	175	2c
15 - 17	STRADA COMUNALE NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	570	1c
d' - b'	STRADA PROVINCIALE "ex SS 303" ASFALTATA	LONGITUDINALE	2690	1a
b' - b''	STRADA PROVINCIALE "ex SS 303" ASFALTATA	TRASVERSALE	15	1a
b'' - 18	PERCORSO PRIVATO IN "TERRA BATTUTA"	LONGITUDINALE	100	1b
18 - a'	STRADA VICINALE IN "TERRA BATTUTA"	LONGITUDINALE	855	1b
a' - a''	STRADA PROVINCIALE "ex SS 303" ASFALTATA	TRASVERSALE	30	1a
a'' - 5	STRADA VICINALE NON ASFALTATA	LONGITUDINALE	550	1c

Figura 14: Associazioni tra cavidotto e sezioni tipo

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 14 di 40

## I Conduttori utilizzati

La scelta del progettista elettrico, in tal senso, è caduta su due tipi di conduttori, appartenenti alla famiglia ARE4H5E 18/30kV.

14

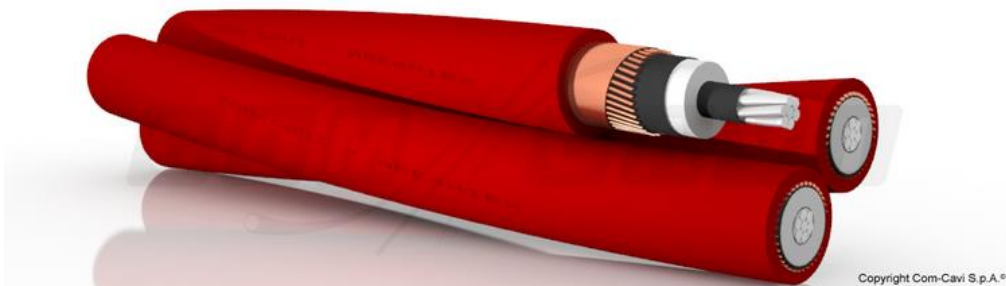
In particolare, per quanto riguarda i

### **cavi che collegano gli aerogeneratori alla cabina di raccolta**

saranno utilizzati i cavi denominati

### **ARE4H5EX 18-30kV Compact nella conformazione 3x1x185 ad elica visibile**

Una immagine di questa tipologia di cavo è di seguito mostrata:



Per quanto riguarda invece i

### **cavi che collegano la cabina di raccolta alla stazione di consegna 30/150kV**

verrà utilizzato una terna di cavi del tipo

### **ARE4H5E 18-30kV Compact nella conformazione tripolare 3x1x630**

Una immagine di un cavo di questa tipologia è di seguito mostrata:



Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0 Data: 15/09/2019 Pagina 15 di 40
--	--	--

## Simulazione dell'induzione magnetica generata dal cavidotto

In considerazione del tipo di struttura (cavidotto interrato) non c'è generazione di campo elettrico al di sopra del terreno. Conseguentemente, l'analisi di impatto elettromagnetico del cavidotto sarà dedicata alla sola analisi di impatto magnetico, ossia al calcolo dell'induzione magnetica generata dalla singola terna trifase, o dall'insieme di terne trifasi, presenti nel cavidotto.

In quest'opera sono presenti, come detto, sia cavi in configurazione elicordata, sia cavi tripolari.

L'induzione magnetica generata da conduttori elicordati è minore di quella generata da conduttori, della stessa sezione, posti in diretto contatto in configurazione tripolare, ma senza elicordatura.

L'elicordatura introduce infatti una quantità definita "fattore di elicordatura", la quale è una quantità minore di 1, per la quale moltiplicare l'induzione magnetica generata da conduttori non elicordati al fine di ottenere l'induzione magnetica generata da conduttori elicordati.

Il fattore di elicordatura dipende da vari parametri del cavo elicordato, come dalla distanza, dall'asse della terna elicordata, del punto nel quale si effettua la valutazione dell'induzione magnetica generata.

Il fattore di elicordatura dipende anche dal passo di elicordatura, ossia dalla distanza tra due sezioni consecutive, lungo il cavo elicordato, nelle quali la disposizione spaziale dei conduttori si ripete. Il passo di elicordatura è un parametro che non viene generalmente fornito dal costruttore.

Inoltre, è da tener conto che, durante la posa, ci possono comunque essere delle piccole variazioni del passo di elicordatura. In base a quanto appena detto, in questo lavoro si faranno ipotesi cautelative per il passo di elicordatura. Esso verrà posto uguale a 2 metri, un valore maggiore di quello che generalmente si incontra in pratica, e quindi cautelativo (ricordiamo che maggiore è il passo di elicordatura, meno il cavo è "attorcigliato", minore è l'effetto di riduzione del campo magnetico causato dalla presenza dell'elicordatura stessa).

Per effettuare la simulazione dell'induzione magnetica generata da uno o più cavi elicordati, come da una composizione mista di cavi sia elicordati che non (configurazione tripolare) si è utilizzato il software, realizzato da chi scrive, denominato

**HELMAG:** calcolo esatto dell'induzione magnetica generata da conduttori elicordati, utilizzando un algoritmo di calcolo di tipo analitico.

La cui presentazione è disponibile al seguente link:

[www.studioingsapone.it](http://www.studioingsapone.it)

<http://www.studioingsapone.it/helmag/helmag.pdf>

Per quanto riguarda il calcolo di conduttori non elicordati (configurazione tripolare, a trifoglio) esso utilizza il codice presente nella **Norma CEI 211-4**.

Per quanto riguarda, invece, il calcolo di conduttori elicordati, il software HELMAG utilizza un codice di calcolo basato sul documento:

**Per Pettersson, Niclas Scönborg: -- Predicting the magnetic field from twisted three-phase arrangement – IEEE 1997 -- International Symposium on Electromagnetic Compatibility.**

In questo documento, il calcolo dell'induzione magnetica generata da una terna elicordata è svolto esprimendo il risultato come una sommatoria infinita di termini contenenti funzioni di Bessel modificate del primo e secondo tipo, e delle derivate delle stesse funzioni di Bessel, riferendosi ad un sistema di riferimento in coordinate elicoidali, come di seguito visualizzato:

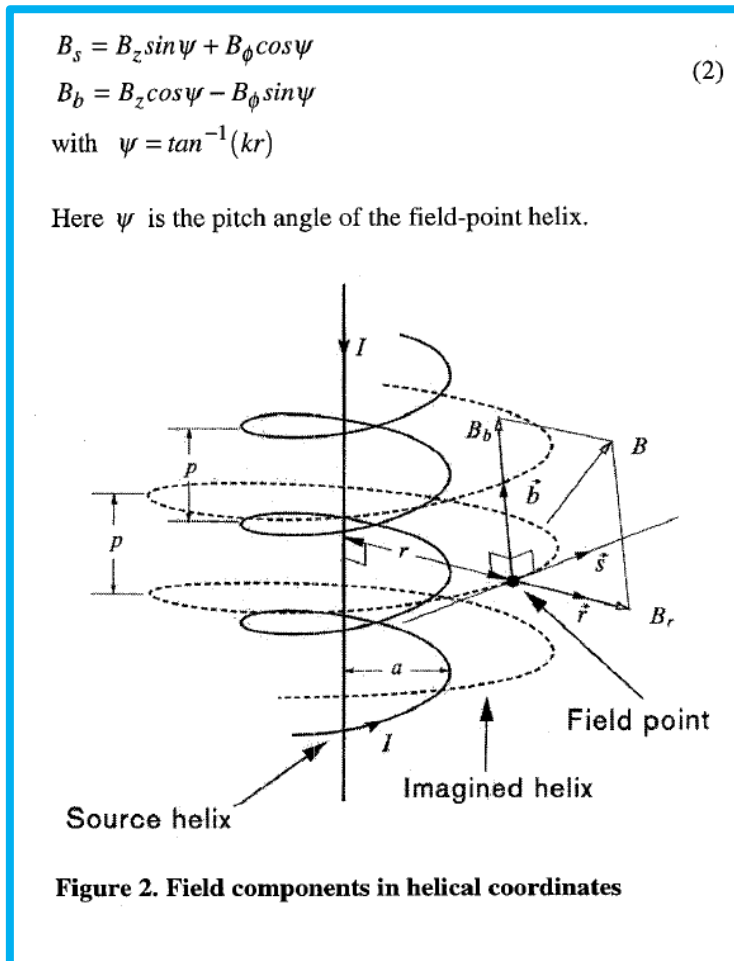


Figura 15: Scomposizione in un sistema di riferimento elicoidale dei fasori dell'induzione magnetica generata



Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 17 di 40

In termini pratici, nella situazione in esame, considerando una somma limitata alla prima decina di termini della sommatoria, non si ottengono differenze aventi valenza pratica.

Nel momento in cui sono presenti più terne elicordate, per il calcolo dell'induzione magnetica generata in un dato punto, da tutte le terne congiuntamente, il software compie una somma aritmetica dei vari campi magnetici che ogni terna elicordata genererebbe da sola. In poche parole, si effettua una sovrapposizione degli effetti di tipo aritmetico.

La sovrapposizione di tipo aritmetico non è quello che avviene generalmente nella realtà, perché la composizione dei contributi di ogni singola terna elicordata, al valore totale dell'induzione magnetica, andrebbe considerata come una somma vettoriale di fasori.

Lo scegliere una somma aritmetica e non vettoriale è giustificato dalle seguenti assunzioni:

1. La somma aritmetica è cautelativa. Infatti, la somma vettoriale coincide con la somma aritmetica solo in caso di sincronismo temporale dei vettori di induzione magnetica associati ad ogni singola terna elicordata
2. L'induzione magnetica generata da una singola terna elicordata varia sia longitudinalmente che valutandola su una circonferenza centrata sull'asse della terna elicordata stessa. Componendo le induzioni magnetiche delle varie terne, può accadere la precedente condizione di sincronismo di fase. Quindi, dal punto di vista radio-protezionistico, il considerare una somma aritmetica è un obbligo piuttosto che una scelta.

Dopo aver effettuato la somma aritmetica dell'induzione magnetica generata da tutte le terne elicordate del cavidotto, HELMAG effettua il calcolo dell'induzione magnetica generata da tutti i conduttori non elicordati, considerando in questo caso la relazione di fase relativa di tutti i conduttori.

Infine, i due contributi all'induzione (quello derivante dai conduttori elicordati e quello derivante dai conduttori non elicordati) vengono sommati aritmeticamente.

Per effettuare il calcolo il software HELMAG necessita dei parametri di ogni singolo conduttore del trifoglio e di ogni singola elica presente nel cavidotto, intendendo come parametri sia i dati geometrici (raggio della terna, passo di elicordatura) sia i parametri elettrici (corrente di calcolo).

A questo scopo è stato disegnato in ambiente CAD ognuna delle terne elicordate e non (di diversa sezione) che vengono utilizzate nel cavidotto. Di seguito vediamo il disegno in CAD di una sezione della terna a trifoglio avente i conduttori costituenti di sezione uguale a 360 millimetri quadri:

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 18 di 40

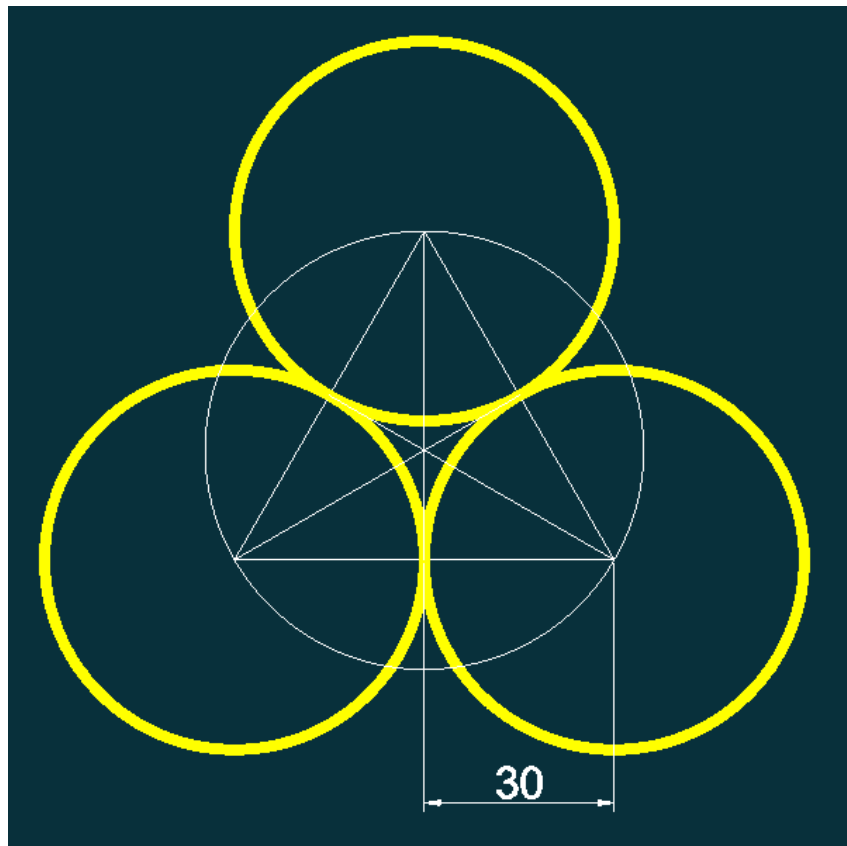


Figura 16: Disegno in ambiente CAD della sezione di una terna a trifoglio 3x1x630

In giallo sono indicati i conduttori, in grigio sono indicate delle linee di costruzione utilizzate per l'effettuazione del disegno.

Per quanto riguarda i dati geometrici delle varie terne elicordate, è stato già menzionato che, in assenza (come tipico) di informazioni del costruttore sul passo di elicordatura, quest'ultimo è stato assunto cautelativamente di 2 metri. Per quanto riguarda il raggio della circonferenza passante per il centro dei tre conduttori, sia nel caso di configurazione ad elica che a trifoglio, è stata introdotta una maggiorazione derivante dai dati di targa forniti dal costruttore. Questo sia per tener conto di una certa tolleranza sui diametri esterni (quindi totali, comprensivi di guaina) dei cavi, sia perché il raggio quotato, su un disegno realizzato in CAD, corrisponde alla realtà solo nel caso in cui i tre conduttori della terna siano perfettamente in contatto tra loro. Introducendo questa maggiorazione si tiene quindi in conto che i conduttori possano essere leggermente distanziati.

Pertanto, per i due tipi di conduttori qui utilizzati sono stati utilizzati i seguenti parametri:

Terna a trifoglio 3x1x630 – diametro esterno singolo conduttore = 60 mm

Terna ad elica visibile 3x1x185 – diametro esterno singolo conduttore = 40 mm

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 19 di 40

Per quanto riguarda i parametri elettrici è invece da dimensionare la corrente transiente nelle terne elicordate ed in quelle a trifoglio.

È qui da menzionare che ogni analisi di impatto elettromagnetico si basa su delle condizioni di funzionamento nominali, intendendo con questa accezione, in questo caso, la corrente nominale del cavo. In buona sostanza, non viene tenuto in nessun conto la potenza degli aerogeneratori e, conseguentemente, il tipo di corrente massima che sarà possibile veder transitare nei cavi.

Questo perché l'analisi di impatto elettromagnetico è un'analisi relativa al cavidotto, il quale può trasportare un certo carico massimo, indipendentemente dal fatto che questo carico massimo venga mai trasportato o meno.

Allo stesso modo, sono ignorati anche fattori riduttivi della corrente nominale derivanti da fattori associati al numero di cavi ed alla loro distanza, come quelli derivanti da una temperatura diversa da quella ambiente (principalmente perché questi parametri hanno un valore indicativo, ma non sono noti con elevata precisione, dipendendo da numerose condizioni al contorno).

Questi fattori riduttivi hanno infatti un utilizzo più consono in termini del progetto elettrico dei conduttori, considerando infatti che la cautelatività introdotta nel progetto elettrico va in direzione opposta a quella necessaria in una analisi di impatto elettromagnetico.

In base a quanto appena detto, per i vari tipi di terne, la corrente per il calcolo dell'induzione magnetica sarà impostata come di seguito:

tipologia conduttore	Configurazione	Corrente utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica (A)
Cavo ad elica visibile	3x1x185	370
Cavo a trifoglio	3x1x630	710

## Il calcolo dell'induzione magnetica sulle varie sezioni

Per valutare le diverse situazioni generanti valori diversi di impatto magnetico e, quindi, da sottoporre a diversa valutazione, si è scomposto il cavidotto in varie sezioni, in base al tipo e numero di cavi ivi presenti, definendo le 6 sezioni tipo elencate precedentemente

Nelle prossime pagine sono visualizzati i risultati della simulazione dell'induzione magnetica generata dalle varie sezioni tipo. Verrà rappresentata una isolina a 3 micro Tesla, essendo questo il valore dell'induzione magnetica che rappresenta l'"Obiettivo di Qualità" (applicabile al caso di nuovo impianto, quindi in questo caso) secondo il DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001 sulla protezione della popolazione dai possibili effetti derivanti dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Per ogni sezione verrà visualizzato un grafico nel quale l'isolina a 3 micro Tesla verrà visualizzata in Ambiente CAD, e qui sovrapposta al disegno della sezione. In questo modo è immediata l'indicazione di presenza o assenza di valori superiori a 3 micro Tesla in zone al di sopra del cavidotto, e quindi accessibili.

Vediamo i risultati ottenuti nelle varie sezioni.

### Tipologia Sezione 1A/1C con conduttore ad elica visibile 3x1x185

Le due sezioni 1A e 1C hanno le stesse dimensioni, differenziandosi per la copertura a livello del terreno (tappetino di asfalto in 1A, misto stabilizzato in 1C), cosa questa ininfluente ai fini dell'impatto magnetico.

Nella tabella seguente vediamo i tratti interessati a queste tipologie di cavidotto, insieme alla tipologia ed al conduttore utilizzato (185 indicante una composizione ad elica 3x1x185, 630 indicante una composizione a trifoglio 3x1x630):

id tratto	Tipologia cavidotto	conduttore
1-2	1C	185
2-3	1A	185
3-4	1C	185
9-10	1C	185
10-12	1C	185
d'-d''	1A	185
d''-14	1A	185
14-15	1C	185
15-17	1C	185

Effettuando la simulazione dell'induzione magnetica a 3 micro tesla otteniamo la seguente mapcolor:

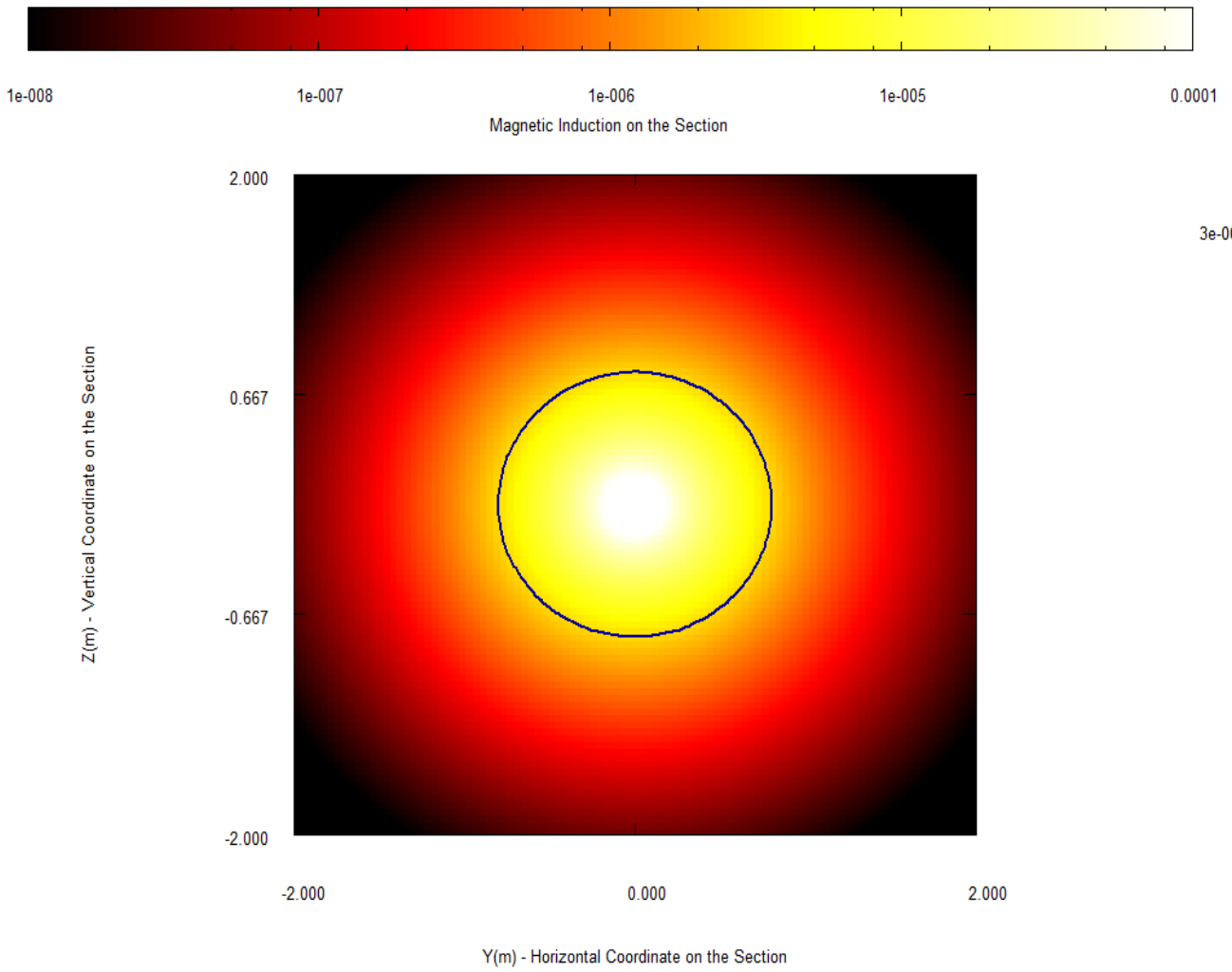


Figura 17: Mapcolor con isolina a 3 micro tesla sezioni 1A/1C con cavo elica 3x1x185

Mentre, di seguito vediamo l'isolina sovrapposta alla sezione dello scavo

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 22 di 40

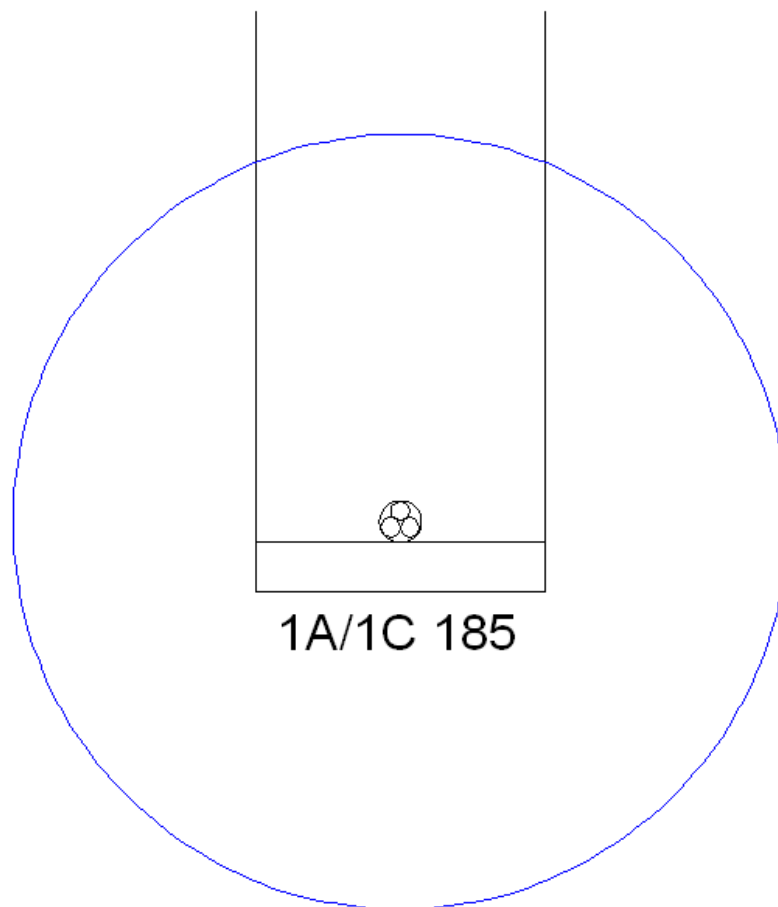


Figura 18: isolina a 3 micro Tesla sovrapposta alla sezione dello scavo tipo 1a/1c conduttore elica 3x1x185

L'isolina non si estende al di sopra dello scavo, delineando quindi una situazione di assenza di fascia di rispetto in superficie

### **Tipologia Sezione 1A/1C con conduttore a trifoglio 3x1x630**

Le due sezioni 1A e 1C hanno le stesse dimensioni, differenziandosi per la copertura a livello del terreno (tappetino di asfalto in 1A, misto stabilizzato in 1C), cosa questa ininfluente ai fini dell'impatto magnetico.

Nella tabella seguente vediamo i tratti interessati a queste tipologie di cavidotto, insieme alla tipologia ed al conduttore utilizzato (185 indicante una composizione ad elica 3x1x185, 630 indicante una composizione a trifoglio 3x1x630):

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 23 di 40

id tratto	Tipologia cavidotto	conduttore
d'-b'	1A	630
b'-b''	1A	630
a'-a''	1A	630
a''-a5	1C	630

di seguito vediamo l'isolinesa sovrapposta alla sezione dello scavo

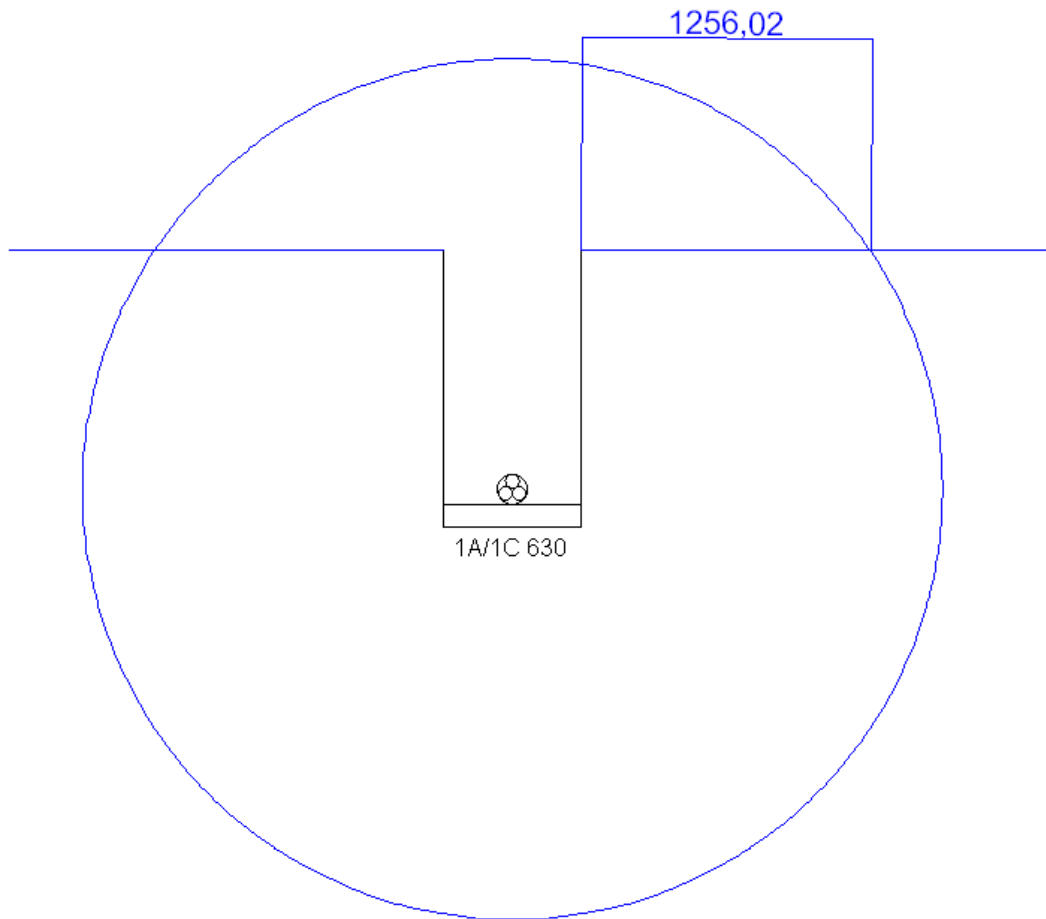


Figura 19: isolinesa a 3 micro Tesla sovrapposta alla sezione dello scavo tipo 1a/1c conduttore trifoglio 3x1x630

Come si può evincere dalla simulazione, l'isolinesa occupa un'area che si estende al di sopra dello scavo, delineando quindi una fascia di rispetto che si estende per circa 1,30m ad

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 <i>Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico</i>	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 24 di 40

entrambi i lati dello scavo stesso. Approssimando al mezzo metro superiore, abbiamo quindi la seguente situazione:

Estensione Fascia di Rispetto			
Tipologia Sezione	Terne	Estensione a sinistra	Estensione a destra
1A/1C	1 (630)	1.5 m	1.5 m

### Tipologia Sezione 2A/2C con 2 terne ad elica 3x1x185

Le due sezioni 2A e 2C hanno le stesse dimensioni, differenziandosi per la copertura a livello del terreno (tappetino di asfalto in 2°, misto stabilizzato in 2C), cosa questa ininfluente ai fini dell'impatto magnetico.

Nella tabella seguente vediamo i tratti interessati a queste tipologie di cavidotto, insieme alla tipologia ed al conduttore utilizzato (185 indicante una composizione ad elica 3x1x185, 630 indicante una composizione a trifoglio 3x1x630):

id tratto	Tipologia cavidotto	conduttore
3-c'	2A	2 terne 185
c'-6	2C	2 terne 185
c'-c''	2A	2 terne 185
C''-7	2A	2 terne 185
10-11	2C	2 terne 185
15-16	2C	2 terne 185

di seguito vediamo l'isolinea sovrapposta alla sezione dello scavo



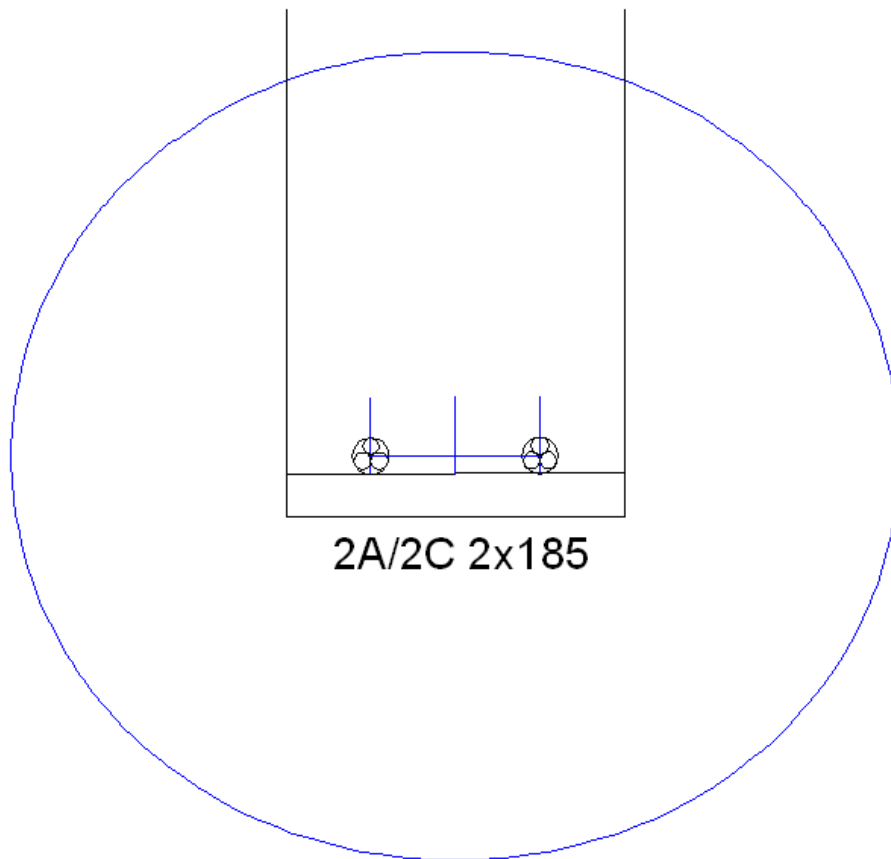


Figura 20: isolina a 3 micro Tesla sovrapposta alla sezione dello scavo tipo 2a/2c 2 terne elica 3x1x185

L'isolina non si estende al di sopra dello scavo, delineando quindi una situazione di assenza di fascia di rispetto in superficie

**Tipologia Sezione 2C con 2 terne: una ad elica 3x1x185 ed una trifoglio 3x1x630**

Nella tabella seguente vediamo i tratti interessati a queste tipologie di cavidotto, insieme alla tipologia ed al conduttore utilizzato (185 indicante una composizione ad elica 3x1x185, 630 indicante una composizione a trifoglio 3x1x630):

id tratto	Tipologia cavidotto	conduttore
9-d'	2C	1 terna 630 + 1 terna 185

di seguito vediamo l'isolina sovrapposta alla sezione dello scavo

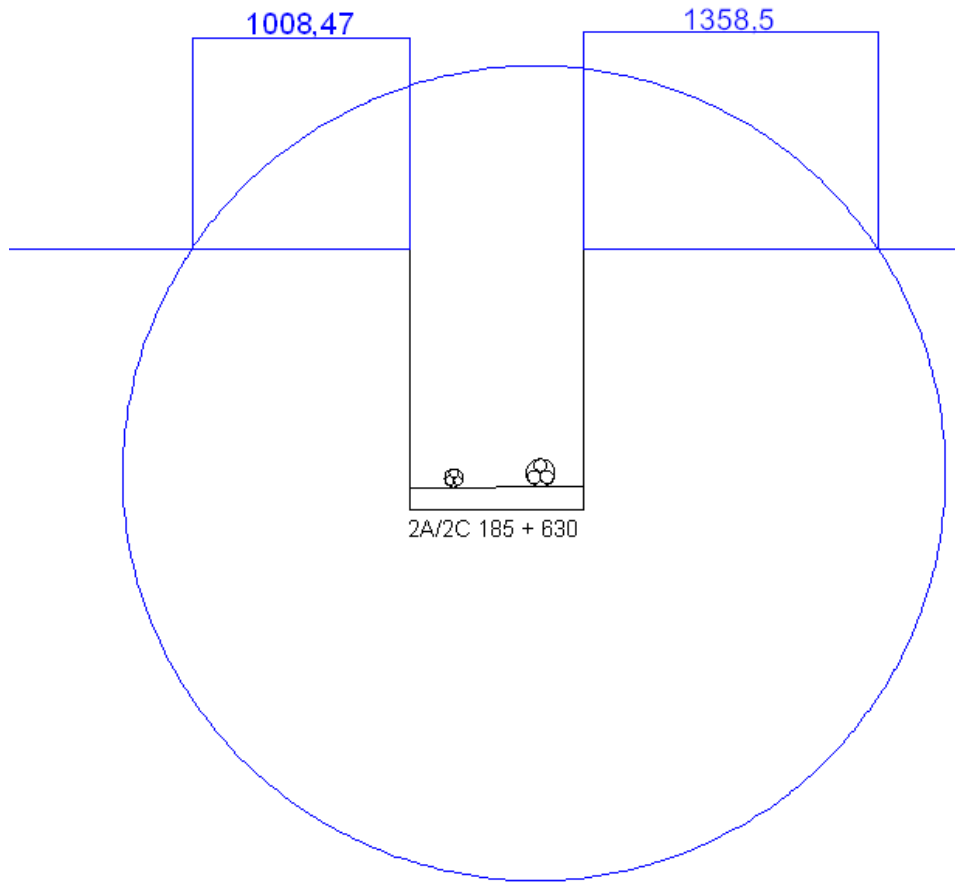


Figura 21:isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta allo scavo 2a/2c con 2 terne: elica 3x1x185 e trifoglio 3x1x630

Come si può evincere dalla simulazione, l'isolinea occupa un'area che si estende al di sopra dello scavo, delineando quindi una fascia di rispetto che si estende per circa 1,36m a destra e 1,01m a sinistra dello scavo stesso. Approssimando al mezzo metro superiore, abbiamo quindi la seguente situazione:

Estensione Fascia di Rispetto			
Tipologia Sezione	Terne	Estensione a sinistra	Estensione a destra
2A/2C	1 (630) - 1(185)	1.5 m	1.5 m

### Tipologia Sezione 3C con 3 terne: due ad elica 3x1x185 ed una trifoglio 3x1x630

Nella tabella seguente vediamo i tratti interessati a queste tipologie di cavidotto, insieme alla tipologia ed al conduttore utilizzato (185 indicante una composizione ad elica 3x1x185, 630 indicante una composizione a trifoglio 3x1x630):

id tratto	Tipologia cavidotto	conduttore
7-9	3C	1 terna 630 + 2 terne 185

di seguito vediamo l'isolinesa sovrapposta alla sezione dello scavo

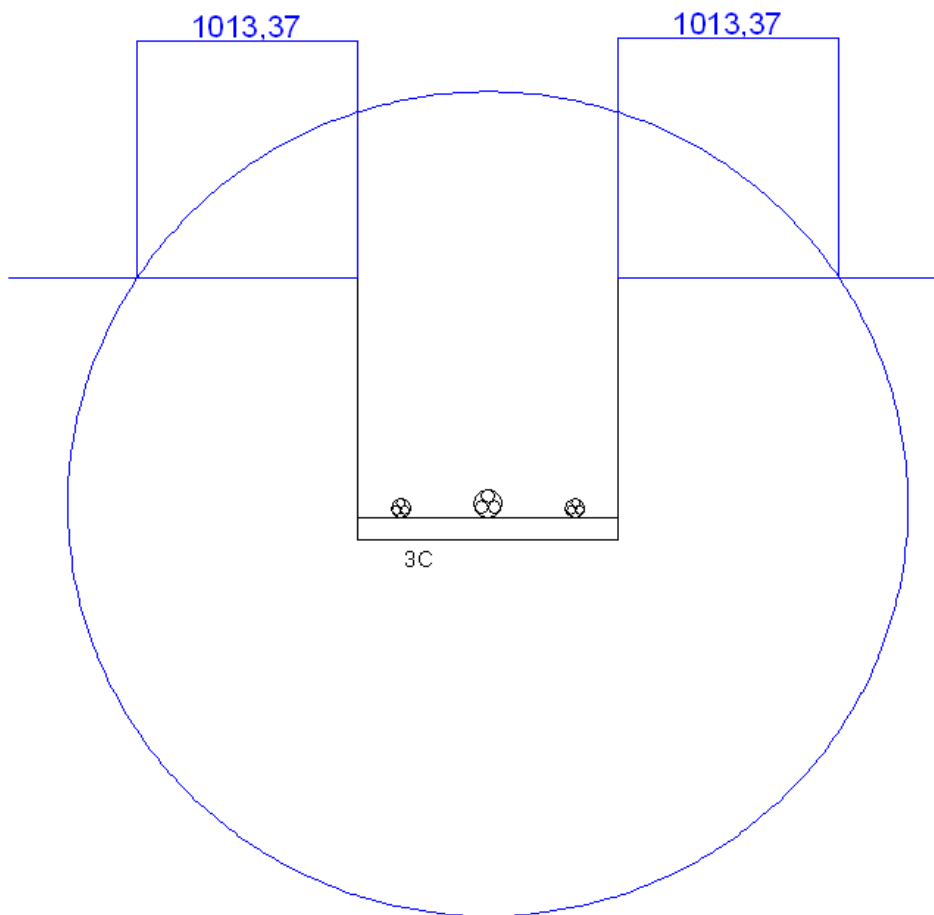


Figura 22:isolinesa a 3 micro Tesla sovrapposta allo scavo tipo 3c: 2 terne elica 3x1x185 + 1 trifoglio 3x1x630

Come si può evincere dalla simulazione, l'isolinesa occupa un'area che si estende al di sopra dello scavo, delineando quindi una fascia di rispetto che si estende per circa 1,02m ad

entrambi i lati dello scavo stesso. Approssimando al mezzo metro superiore, abbiamo quindi la seguente situazione:

Estensione Fascia di Rispetto			
Tipologia Sezione	Terne	Estensione a sinistra	Estensione a destra
3C	1 (630) 2(185)	1.5 m	1.5 m

### Tipologia Sezione 1b con 1 terna trifoglio 3x1x630

Nella tabella seguente vediamo i tratti interessati a queste tipologie di cavidotto, insieme alla tipologia ed al conduttore utilizzato (185 indicante una composizione ad elica 3x1x185, 630 indicante una composizione a trifoglio 3x1x630):

id tratto	Tipologia cavidotto	conduttore
b''-18	1B	1 terna 630
18-a'	1B	1 terna 630

di seguito vediamo l'isolinea sovrapposta alla sezione dello scavo

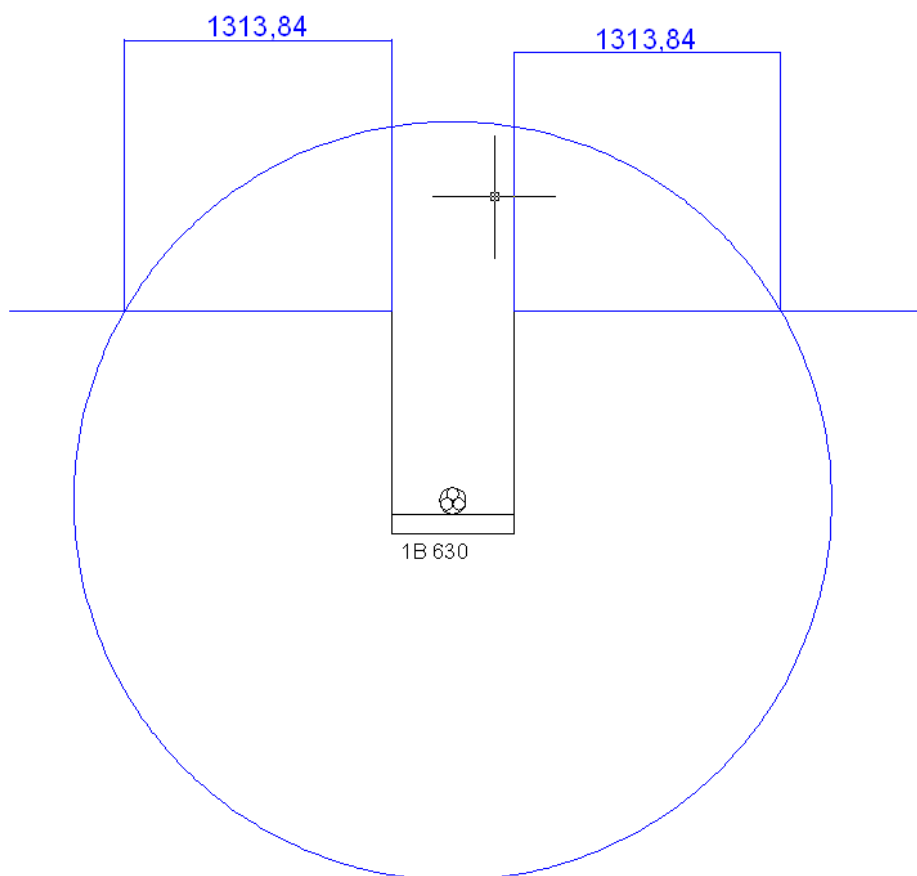


Figura 23:isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta allo scavo tipo 1b con 1 trifoglio 3x1x630

Come si può evincere dalla simulazione, l'isolinesa occupa un'area che si estende al di sopra dello scavo, delineando quindi una fascia di rispetto che si estende per circa 1,32m ad entrambi i lati dello scavo stesso. Approssimando al mezzo metro superiore, abbiamo quindi la seguente situazione:

Estensione Fascia di Rispetto			
Tipologia Sezione	Terne	Estensione a sinistra	Estensione a destra
1B	1 (630)	1.5 m	1.5 m

### **Tipologia Sezione 3C+2C: 3C (1 trifoglio 630 + 2 elica 185) + 2C (2 elica 185)**

In questo caso sussistono due scavi affiancati, uno contenente tre terne (una a trifoglio da 630 e due ad elica da 185) ed uno contenente due terne (entrambe ad elica da 185),

Si è supposto cautelativamente che i due scavi siano a stretto contatto tra di loro. In questo caso c'è la massima influenza tra l'induzione magnetica generata dalle varie terne, al fine di comporre l'induzione magnetica totale. Nella tabella seguente vediamo i tratti interessati a queste tipologie di cavidotto, insieme alla tipologia ed al conduttore utilizzato (185 indicante una composizione ad elica 3x1x185, 630 indicante una composizione a trifoglio 3x1x630):

id tratto	Tipologia cavidotto	conduttore
7-8	3C + 2C	1 terna 630 + 4 terne185

Nell'immagine seguente vediamo la map color della simulazione:

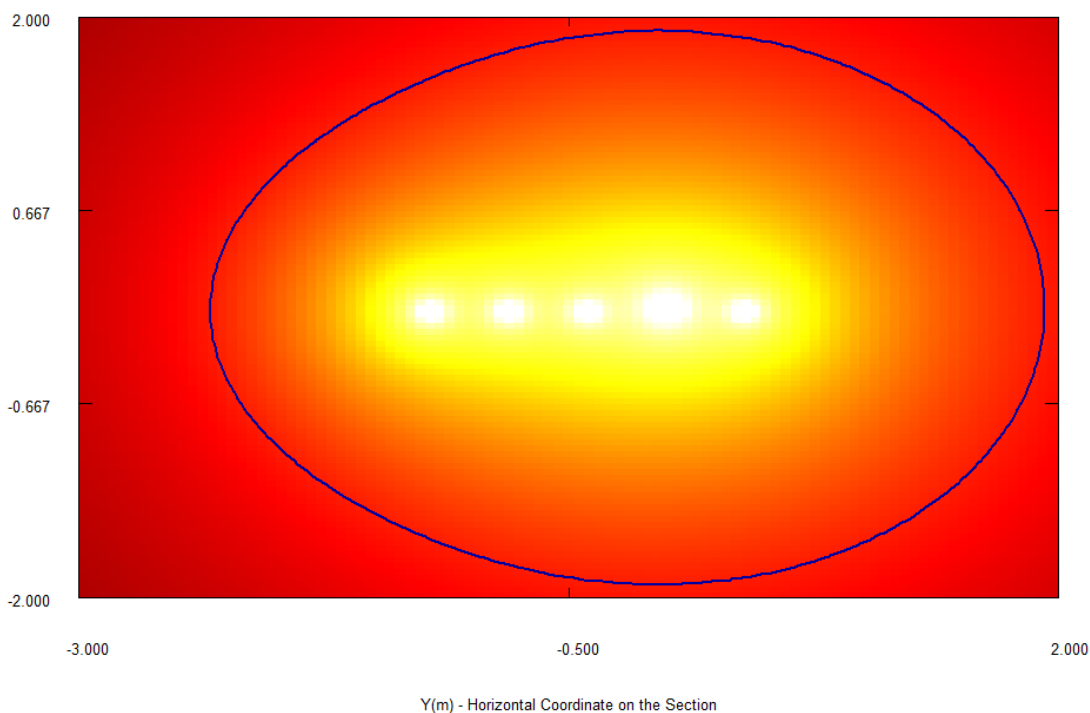


Figura 24: Mapcolor e isolinesa a 3 micro Tesla relativa allo scavo tipo 3C + 2C

Mentre di seguito vediamo l'isolinesa sovrapposta alla sezione dello scavo

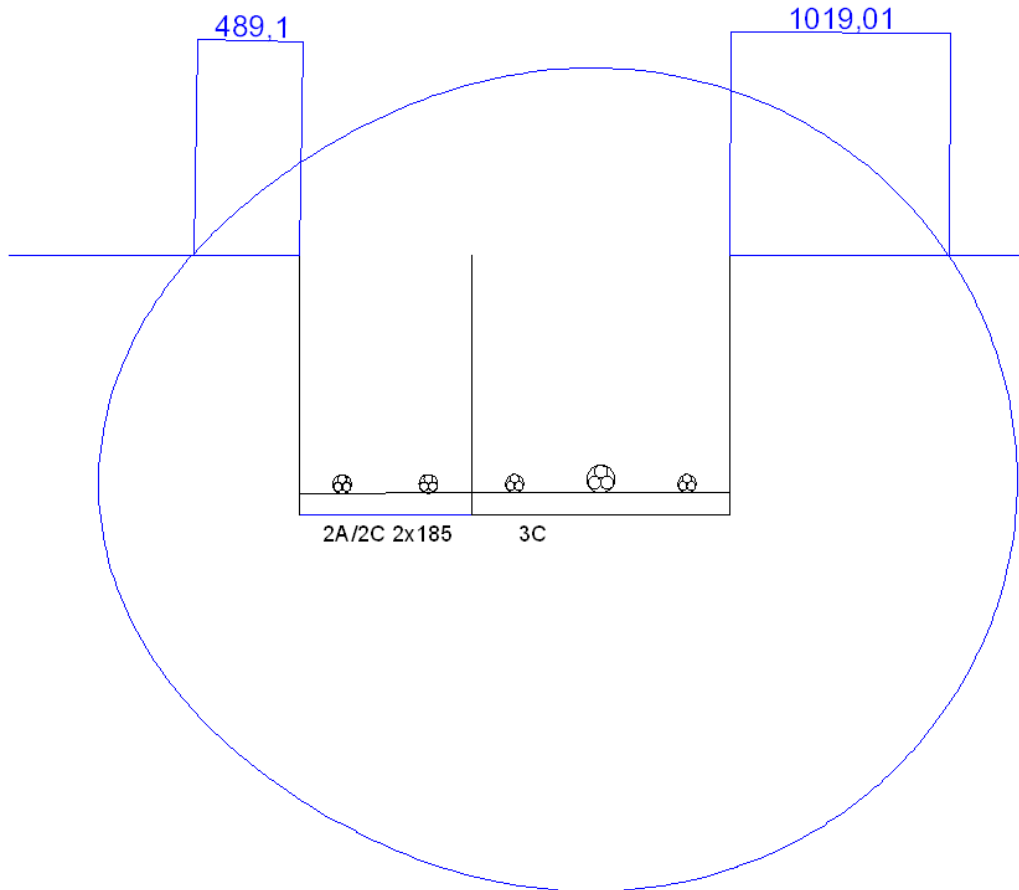


Figura 25: Isolinea a 3 micro Tesla sovrapposta allo scavo tipo 3C + 2C

Come si può evincere dalla simulazione, l'isolinesa occupa un'area che si estende al di sopra dello scavo, delineando quindi una fascia di rispetto che si estende per circa 1,02m a destra ed 0.49m a sinistra dello scavo stesso. Approssimando al mezzo metro superiore, abbiamo quindi la seguente situazione:

Estensione Fascia di Rispetto			
Tipologia Sezione	Terne	Estensione a sinistra	Estensione a destra
3C	1 (630) 2(185)	0.5 m	1.5 m

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 31 di 40

## Considerazioni in presenza di incroci e derivazioni

Il lavoro precedentemente svolto ha riguardato l'analisi delle isolinee di induzione magnetica presente lungo sezioni del cavidotto, al variare del numero di terne elicordate presenti e della tipologia delle stesse.

Detto questo, come sempre accade, esistono punti del tracciato nei quali i cavidotti subiscono delle deviazioni significative da un percorso rettilineo e/o incroci o derivazioni nei quali due o più cavidotti convergono in uno o viceversa.

In questa condizione, esistono delle zone nelle quali il valore di induzione magnetica presente sarà maggiore rispetto al caso di assenza di deviazioni, incroci o derivazioni.

Il primo aspetto da considerare, nel caso di deviazioni, è che la maggiorazione è realmente significativa solo se l'angolo di deviazione stesso è maggiore di 20°.

Un secondo aspetto è inerente la presenza di terne elicordate. Il fattore di elicordatura genera una attenuazione (rispetto al caso di assenza di elicordatura) che diventa molto più pronunciata all'aumentare della distanza dalla sorgente.

Tali situazioni, chiaramente, non possono essere analizzate in linea generale, ma, valutando caso per caso, il tracciato dell'opera in oggetto.

Consideriamo inizialmente le situazioni in presenza di una terna a trifoglio 3x1x630 (quindi non elicordata), da sola o insieme a una o più terne elicordate.

In questo caso esistono situazioni, specie in presenza di attraversamenti di strade, nelle quali il cavidotto effettua delle deviazioni a circa 90 gradi. Esse possono essere identificate nei tratti identificati come:

- 7-8
- b'-b''
- punto 5, nelle vicinanze dell'ingresso alla SSE 30/150kV

Per effettuare una analisi dell'induzione magnetica presente in queste situazioni è possibile ricorrere alla definizione di un'area di prima approssimazione (APA) come indicata dal DM 29 Maggio 2008, dal titolo "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 32 di 40

Soffermiamoci innanzitutto ai tratti individuati dalle sigle:

- b'-b''
- punto 5, nelle vicinanze dell'ingresso alla SSE 30/150kV

ossia in quelli in presenza di una sola deviazione.

L'applicazione di questa metodologia, nel caso di linee MT, porta a definire una Area di prima approssimazione, ossia una estensione della Distanza di Prima Approssimazione nelle vicinanze del cambiamento di direzione e/o degli incroci, uguale a 3 volte la DPA stessa.

In questi casi otteniamo la situazione seguente:

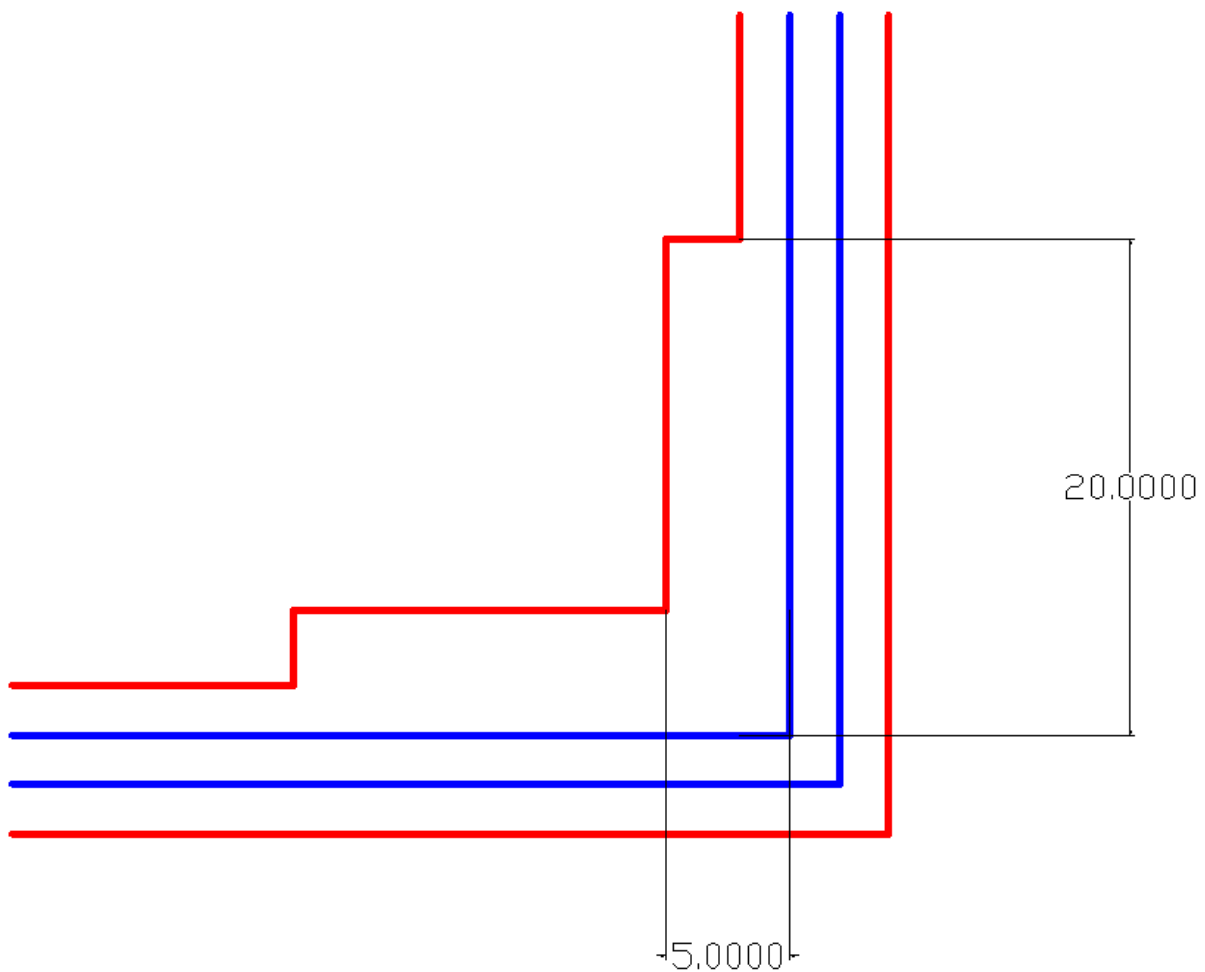


Figura 26: Area di Prima Approssimazione in deviazioni linea con terna a trifoglio



Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 33 di 40

Dove in blu è identificato lo scavo, ed in rosso una rappresentazione cautelativa dell'Area di Prima Approssimazione (APA). Come si vede, nelle vicinanze dell'incrocio e nella parte interna dell'angolo formato, l'APA è un'area distante 5 metri dalla parete dello scavo. Questo vale fino ad una distanza di 20m dal punto di incrocio degli scavi.

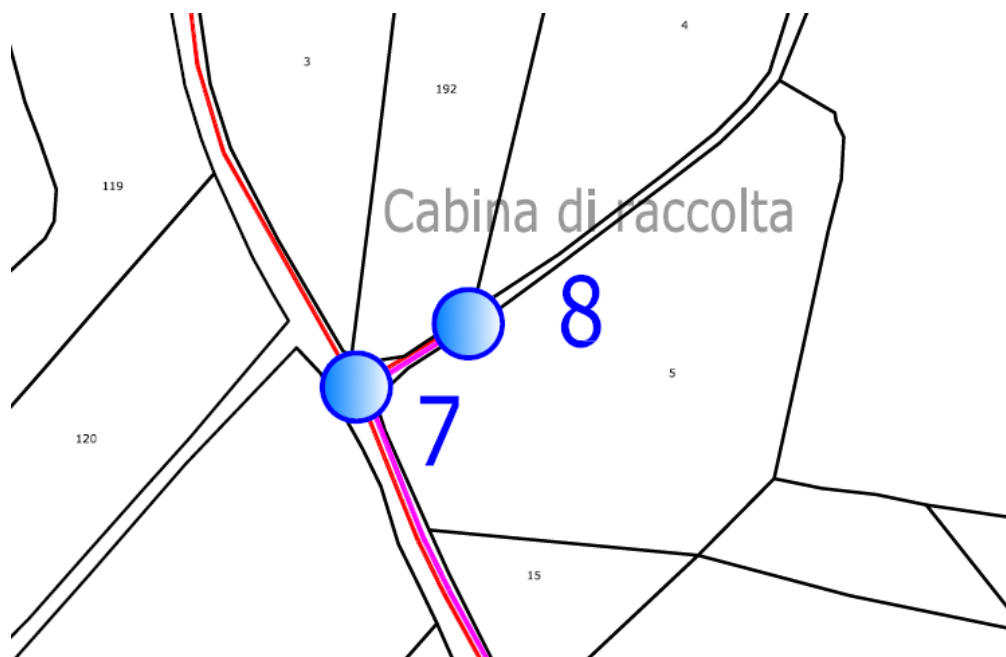
Dopo i 20m metri la distanza di prima approssimazione ritorna quella stabilita nei capitoli precedenti.

Nella parte esterna dell'angolo di deviazione, invece, la Distanza di Prima Approssimazione non subisce cambiamenti.

Soffermiamoci adesso, invece, sul tratto rappresentato dagli indici:

7-8

Come nella figura seguente:



In questo caso è presente una biforcazione più che un cambiamento di direzione, sebbene il cavidotto che dal punto 7 va verso l'alto (in figura) contiene solo conduttori avvolti ad elica. Pertanto, in questo caso, si assume che l'aumento a 5 metri dell'area di prima approssimazione, nella parte interna all'angolo di deviazione, valga per tutti i tre cavidotti che afferiscono al punto 7.

Per esemplificare quanto detto, si mostra la rappresentazione dell'area di prima approssimazione in corrispondenza di quest'area:

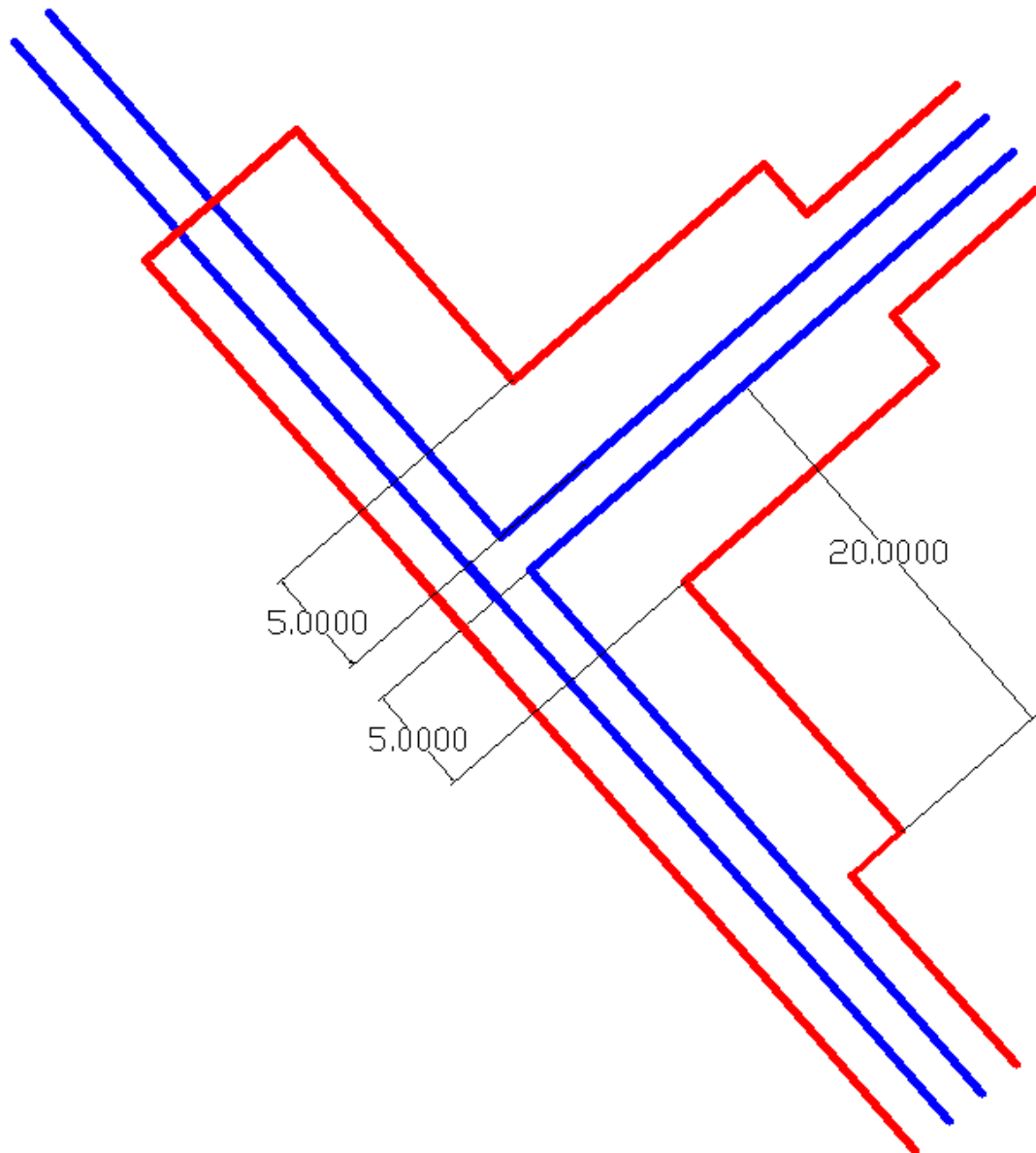


Figura 27: Area di Prima Approssimazione in corrispondenza dei punti identificati come 7-8

L'APA, per quanto riguarda il cavidotto che si diparte dal punto 7 verso l'alto, termina dopo i 20 metri dall'incrocio, in considerazione del fatto che questo cavidotto non presenta valori di induzione magnetica superiori a 3 micro Tesla in superficie.

Il cavidotto che dal punto 7 va verso il basso, invece, dopo i 20 metri di distanza dall'incrocio riassume il valore della DPA stabilito in condizioni imperturbate.

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 35 di 40

Analizziamo infine il caso di sovrapposizione degli effetti nel caso di induzionemagnetica generata da cavidotti contenenti solo terne elicordate.

In questo caso è possibile definire una situazione worste-case come una coppia di cavidotti di tipo 2A/2C che scorrono affiancati. Questa situazione non esiste in pratica, ma se esistesse rappresenta una condizione peggiorativa rispetto a quelle presenti nell'opera del proponente.

Effettuando una simulazione in questo caso otteniamo:

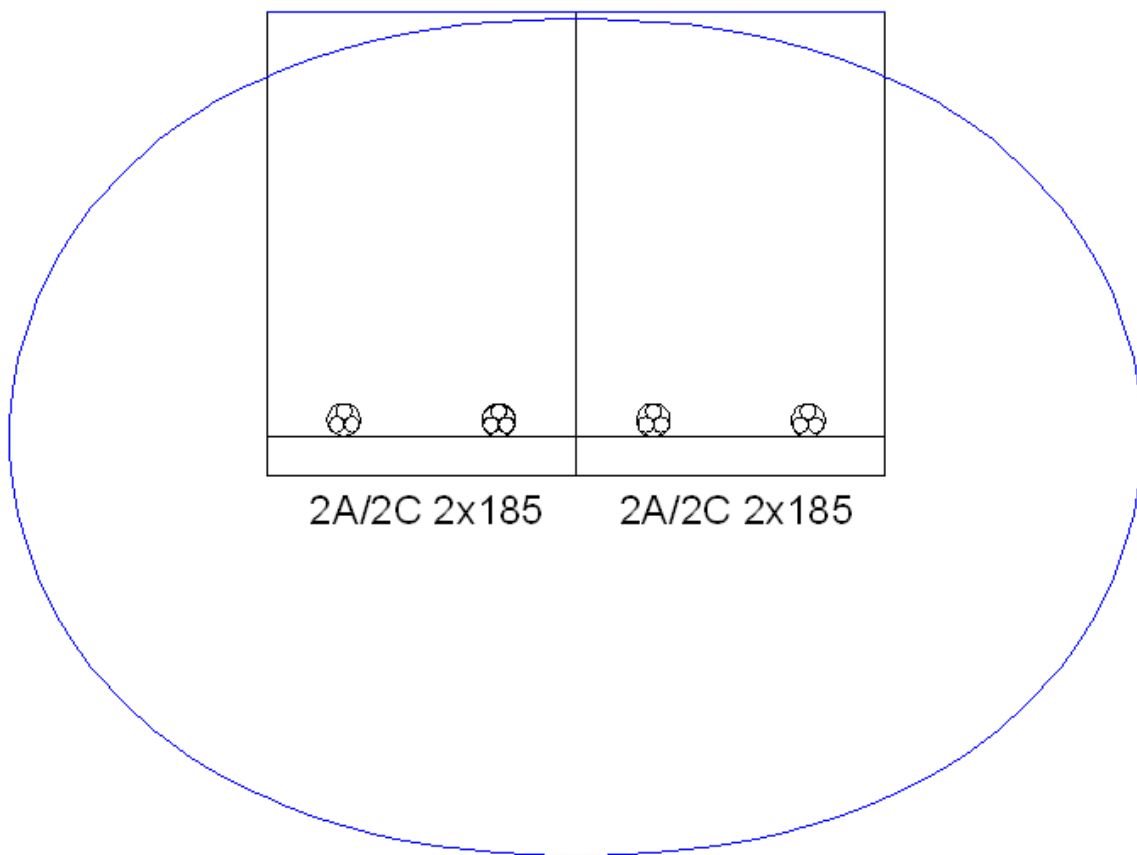


Figura 28: Simulazione isolinea in presenza di due scavi come cautelativa di incroci tra conduttori ad elica

Come vediamo. In questo caso l'isolinea è assai vicina alla superficie dello scavo, ma non lo oltrepassa, delineando una assenza di fascia di rispetto.

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 36 di 40

## Induzione magnetica generata dagli aerogeneratori

Nel caso degli aerogeneratori, è da tener presente che la corrente generata dai generatori asincroni presenti viene trasportata ad una tensione di 690V sino alla base dell'aerogeneratore stesso. A questo punto avviene una trasformazione dai 690V al valore di 30kV utilizzato nel cavidotto, per mezzo di trasformatori a secco, di potenza nominale uguale a 2300 kVA.

Ai fini del campo magnetico generato è da considerare che la parte più significativa è attribuibile ai conduttori presenti all'ingresso BT (690V) del trasformatore. In questo punto, infatti, i tre conduttori sono distanziati tra loro in modo significativo, doventi attestarsi sugli ingressi del trasformatore. Successivamente, la loro distanza reciproca, e quindi il campo magnetico generato, diminuisce significativamente.

Per modellizzare questa situazione abbiamo fatto ricorso al software SELF3DCT

<http://www.studioingsapone.it/self3dct/self3dct.html>

Gli aerogeneratori appartenenti all'opera del proponente sono 8, di cui 7 a 2,2 MW ed 1 a 2MW. Considerando la potenza molto simile, la simulazione si è effettuata ipotizzando una potenza di 2,2MW per tutti gli aerogeneratori.

Insieme ai generatori si sono inseriti i cavi BT in ingresso, estesi per una distanza di 1 metro. Vediamo una sezione dell'insieme trasformatori - linee BT che sono state simulate:

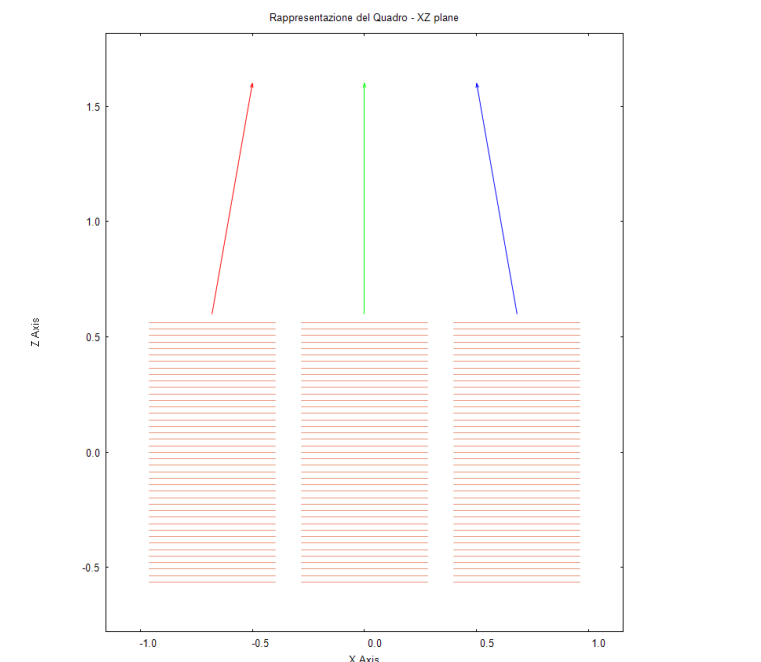


Figura 29: modellizzazione trasformatore + conduttori in ingresso negli aerogeneratori

La simulazione dell'induzione magnetica a 3 micro Tesla della precedente modellizzazione fornisce le seguenti isolinee:

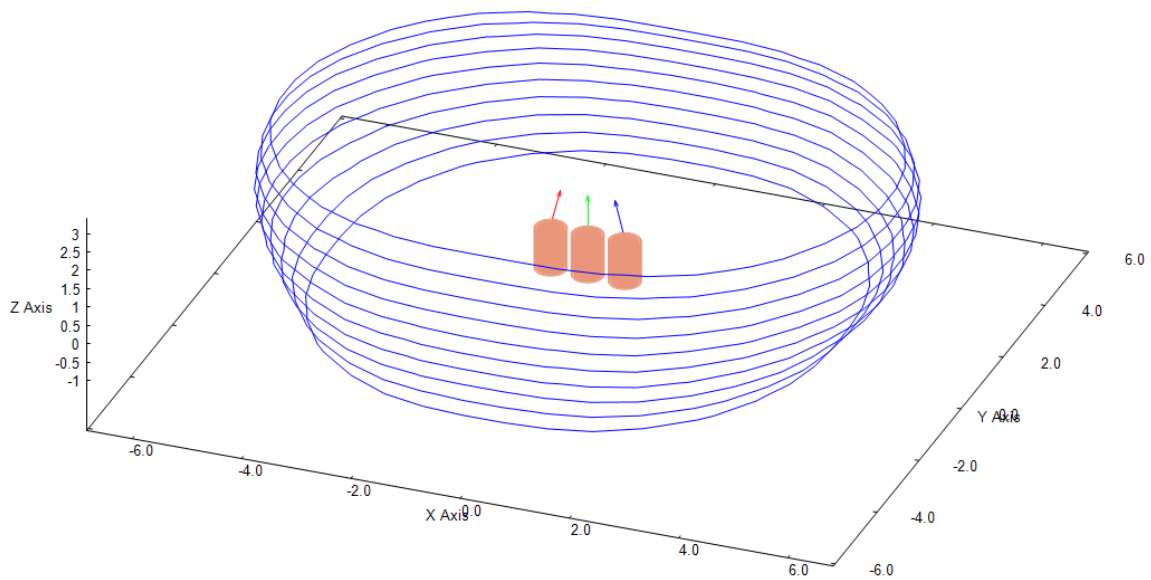


Figura 30: simulazione modellizzazione trasformatore + cavi BT

O in una vista dall'alto

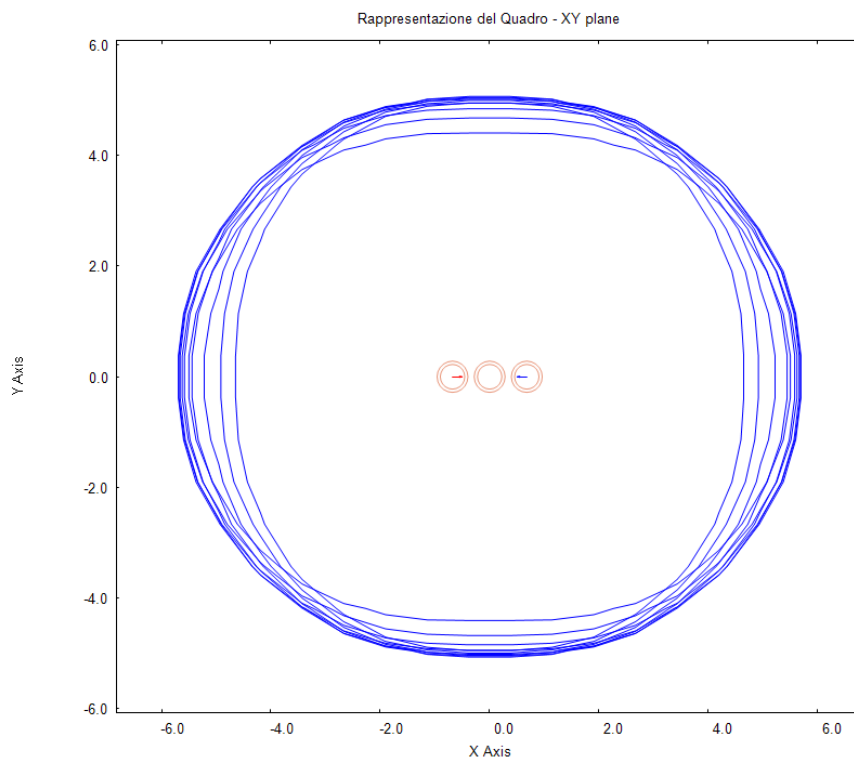


Figura 31: simulazione modellizzazione trasformatore + cavi BT

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 <i>Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico</i>	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 38 di 40

Dalla simulazione è possibile notare che l'isolinesa si estende per circa 6 metri in orizzontale e per poco più di 5 metri in verticale.

Approssimando al metro superiore possiamo definire una area di rispetto di 6 metri dal centro del trasformatore.

Non conoscendo esattamente la posizione del trasformatore all'interno degli aerogeneratori, viene pertanto definita cautelativamente una fascia di rispetto di 6 metri dalle pareti esterne dell'aerogeneratore stesso.

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 39 di 40

## Conclusioni

Il presente lavoro riguarda l'analisi di impatto magnetico di un cavidotto asservito al trasporto dell'energia prodotta da aerogeneratori costituenti un parco Eolico da realizzarsi nel Comune di Guardia Lombardi (AV), a cura della Società proponente denominata High Wind srl, con sede in Corso Italia 27 – 39100 Bolzano.

Il cavidotto interesserà sia il Comune di Guardia Lombardi che quello di Bisaccia, entrambe in provincia di Avellino.

L'opera prevede la presenza di 8 aerogeneratori, 7 dei quali aventi una potenza di targa di 2,2 MW, ed uno di 2MW.

In considerazione del fatto che il trasporto dell'energia avviene attraverso cavi interrati, non c'è presenza di campo elettrico in zone esterne. Pertanto, l'analisi è stata effettuata analizzando il solo campo magnetico.

Il valore limite utilizzato come riferimento con cui confrontarsi è stato l'“Obiettivo di Qualità” di 3 micro Tesla per l'induzione magnetica, ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001 sulla protezione della popolazione dai possibili effetti sulla salute derivanti dall'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Al fine di calcolare il valore di induzione magnetica generato, sono stati utilizzati vari applicativi software, conformi alla Normativa di settore.

Nella modellizzazione, ove consono, si sono utilizzate assunzioni di tipo cautelativo, quindi ai fini della sicurezza.

I risultati dell'analisi ci presentano un quadro nel quale, durante l'estensione del cavidotto, sono presenti zone nelle quali, in superficie, si ha un valore generato di induzione magnetica superiore a 3 micro Tesla. Questo porta alla delineazione di fasce di rispetto, oppure di Aree di Prima Approssimazione (ai sensi del DM 29 Maggio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”) calcolate nel caso ci siano incroci, derivazioni e deviazioni nel percorso del cavidotto.

L'analisi ha considerato inoltre l'impatto magnetico degli aerogeneratori, definendo delle distanze di rispetto anche in questo caso.

Ne consegue che, al di fuori delle fasce di rispetto, delle distanze di rispetto e delle Aree di Prima Approssimazione definite in questo lavoro, il livello di induzione magnetica generato dal cavidotto oggetto di indagine, in corrispondenza di possibili recettori (individui della popolazione) posti nelle vicinanze, è conforme (ossia minore) all'“Obiettivo di Qualità” di 3 micro Tesla, ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001 sulla protezione della popolazione dai possibili effetti sulla salute derivanti dall'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Luigi Raffaele Sapone

Relazione Impatto Elettromagnetico Cavidotto High Wind srl Comune di Guardia Lombardi	 Studio Tecnico Ing. Luigi Raffaele Sapone Misura e Consulenza Impatto Elettromagnetico	Revisione: 0
		Data: 15/09/2019
		Pagina 40 di 40

## Bibliografia

---

**Per Pettersson, Niclas Scönborg:** Predicting the magnetic field from twisted three-phase arrangement. IEEE. International Symposium on Electromagnetic Compatibility

**Legge 22 febbraio 2001, n.36:** Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

**DPCM 08 Luglio 2003:** Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti

**DM 29 Maggio 2008:** “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.

**SELF3DCT:** Manuale d’uso. Studio Tecnico Ing. Sapone --  
<http://www.studioingsapone.it/self3dct/self3dct.html>

**HELMAG:** Manuale d’uso. Studio Tecnico Ing. Sapone --  
<http://www.studioingsapone.it/helmag/helmag.pdf>