

LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE


REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

EQUIPEMENTS – IMPIANTI

INSTALLATIONS FIXES DE TRACTION ELECTRIQUE – IMPIANTI FISSI DI TRAZIONE ELETTRICA
COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) / COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA (CEM)
PLAINE DE SUSAS – PIANA DI SUSAS

RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSAS –
RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSAS

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	16/11/2012	Emissione per verifica C2B e validazione C3.0 / Emission pour vérification C2B et validation C3.0	N. CARONES (ITALFERR)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	08/02/2013	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	N. CARONES (ITALFERR)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO

 **Tecnimont**
Civil Construction
Dott. Ing. Aldo Mançarella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	0	7	2	0	A
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	30	15	50	10	01

ECHELLE / SCALA
--



LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dell'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	4
1. INTRODUZIONE	5
2. CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE UTILIZZATI.....	5
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
4. CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI	8
5. CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO	11
5.1 Sezione di posa tipo “B”	11
5.2 Sezione di posa tipo “C”	13
5.3 Sezione di posa tipo “D”	14
5.4 Sezione di posa tipo “E”	16
5.5 Sezione di posa tipo “F”	17
5.6 Sezione di posa tipo “A”	18
5.7 Buca Giunti	19
5.8 Deviazioni.....	22
6. INTERFERENZA CON ELETTRODOTTI ESISTENTI	26
6.1 Parallelismo con elettrodotto in cavo 132kV Pont Ventoux	26
6.2 Intersezione con elettrodotti cabina Venaus	28
6.3 Intersezione con elettrodotti aerei 132kV	31
7. CONCLUSIONI.....	35
ALLEGATI.....	36

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Sezione di posa tipo “B”: Mappa del campo magnetico in condizione di carico massimo di esercizio del PP.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2 – Sezione di posa tipo “B”: Mappa del campo magnetico in condizione di carico al limite termico.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 – Sezione di posa tipo “B”: Mappa del campo magnetico in condizione di carico massimo di esercizio del PD2</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 – Sezione di posa tipo “B”: configurazione geometrica</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4 – Sezione di posa tipo “B”: Mappa di induzione magnetica.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 5 – Sezione di posa tipo “C”: configurazione geometrica</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6 – Sezione di posa tipo “C”: Mappa di induzione magnetica.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7 – Sezione di posa tipo “D”: configurazione geometrica</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8 – Sezione di posa tipo “D”: Mappa di induzione magnetica</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9 – Sezione di posa tipo “E”: configurazione geometrica</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10 – Sezione di posa tipo “E”: Mappa di induzione magnetica.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 11 – Sezione di posa tipo “F”: configurazione geometrica</i>	<i>17</i>
<i>Figura 12 – Sezione di posa tipo “F”: Mappa di induzione magnetica.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 13 – Buca giunti: Configurazione geometrica</i>	<i>19</i>
<i>Figura 14 – Buca giunti: Modello 3D con curva di induzione $3\mu T$.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 15 – Buca giunti: Distribuzione del campo magnetico a terra.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 16 – Buca giunti: Curve di induzione sez. 1.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 17 – Deviazione di tracciato: Configurazione geometrica</i>	<i>22</i>
<i>Figura 18 – Deviazione di tracciato: Modello 3D con curva di induzione $3\mu T$.....</i>	<i>23</i>

<i>Figura 19 - Deviazione di tracciato: Curve di induzione sez. 1</i>	<i>23</i>
<i>Figura 20 - Deviazione di tracciato: Curve di induzione sez. 2</i>	<i>24</i>
<i>Figura 21 - Deviazione di tracciato: Curve di induzione sez. 3</i>	<i>24</i>
<i>Figura 22 - Stralcio planimetrico parallelismo cavidotto Pont Ventoux.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 23 – Parallelismo Pont Ventoux: configurazione geometrica</i>	<i>27</i>
<i>Figura 24 – Parallelismo Pont Ventoux: Mappa di induzione magnetica</i>	<i>27</i>
<i>Figura 25 - Stralcio planimetrico interferenza cabina Venaus</i>	<i>28</i>
<i>Figura 26 - Configurazione geometrica dei conduttori</i>	<i>28</i>
<i>Figura 27 - Mappa 3D campo magnetico</i>	<i>29</i>
<i>Figura 28 - Mappa di induzione magnetica in configurazione attuale.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 29 - Mappa di induzione magnetica in presenza del nuovo elettrodotto</i>	<i>30</i>
<i>Figura 30 - Stralcio planimetrico interferenza elettrodotto Venaus-Susa.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 31 - Stralcio planimetrico interferenza elettrodotto Susa-Mompantero e Mompantero-Bussoleno.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 32 - Stralcio planimetrico interferenza elettrodotto Mompantero-Bussoleno.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 33a e b – Mappa campo elettromagnetico interferenza elettrodotto Venaus-Susa km 3+400.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 34 a e b – Mappa campo elettromagnetico interferenza con elettrodotto Susa-Mompantero km 4+600.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 35 a e b– Mappa campo elettromagnetico interferenza con elettrodotto Mompantero – Bussoleno al km 4+800.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 36 a e b– Mappa campo elettromagnetico interferenza con elettrodotto Mompantero – Bussoleno al km 5+300.</i>	<i>34</i>

RESUME/RIASSUNTO

Dans ce document sont calculées les valeurs du champ magnétique produit par la liaison en câble 132 kV entre la station Enel/Terna de Venaus et la Nouvelle SSE / PDA de Suse.

Le calcul est effectué pour diverses conditions de pose de câbles. En ce qui concerne les documents du project, sont développées les cas avec les coupes de montage de type B, C, D, E, F.

Dans certaines configurations (B, D, E), le champ magnétique à la surface du sol est inférieure à la limite de 3 μ T à environ 4 mètres de l'axe des câbles. Par conséquent, ces configurations ne peuvent pas être utilisés en cas de passage de la ligne près de récepteurs où il ya présence de personnes pendant une période plus longue de 4 heures par jour (en vertu de la Loi 22 février 2001 et le suivant DPCM Juillet 8, 2003).

Dans ces conditions, on doit utiliser la configuration "C" ou "F", où l'effet du matériau ferromagnétique limite le champ magnétique.

Dans la deuxième partie de l'article c'est analysé l'interaction entre les champs électromagnétiques produits par le nouveau ligne électrique et ceux relatifs aux lignes électriques existantes dans le domaine.

Nella prima parte del presente documento sono calcolati i valori del campo magnetico prodotto dal collegamento in cavo 132 kV tra la cabina Enel/Terna di Venaus e la Nuova SSE/PDA di Susa.

Il calcolo è eseguito nelle diverse condizioni di posa dei cavi. In particolare, con riferimento agli elaborati di progetto correlati, vengono analizzate le sezioni di tipo B, C, D, E, F.

In alcune configurazioni (B, D, E), il campo magnetico sopra la superficie del suolo assume un valore inferiore al limite di 3 μ T a circa 4 metri dall'asse del cavidotto, pertanto tali configurazioni non potranno essere utilizzate nei tratti di percorso in prossimità di enti ricettori in cui ci sia presenza di persone per una durata maggiore di 4 ore al giorno (Legge quadro 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003).

In tali condizioni sarà necessario utilizzare la configurazione "C" o "F", sfruttando l'effetto schermante del materiale ferromagnetico.

Nella seconda parte del documento viene analizzata l'interazione tra i campi elettromagnetici prodotti dal nuovo elettrodotto e quelli relativi agli elettrodotti esistenti presenti sul territorio.

1. Introduzione

Scopo del presente documento è quello di fornire i criteri con cui sono state effettuate le simulazioni per la valutazione delle emissioni magnetiche relative al nuovo elettrodotto a doppia terna in cavo AT 132kV Venaus-Susa a servizio del nuovo collegamento ferroviario Torino – Lione.

Le simulazioni condotte, descritte in dettaglio nei paragrafi successivi, hanno consentito di effettuare la valutazione puntuale dell'ampiezza della fascia di rispetto ai sensi della normativa vigente di seguito richiamata:

- **Legge 22 febbraio 2001, n°36** - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- **DPCM 8 luglio 2003** - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.
- **DM 29 maggio 2008** - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.
- **Guida CEI 211.4** - Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- **Guida CEI 211.6** - Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana;
- **Guida CEI 9.113** - Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana.

nonché dell'ampiezza delle isolinee di campo magnetico riportate sulle planimetrie di tracciato di Progetto Definitivo.

Nei paragrafi successivi verranno inoltre fornite le informazioni di dettaglio in merito ai software utilizzati per i calcoli del campo magnetico ed alle configurazioni geometriche e di carico delle linee elettriche oggetto di simulazione.

2. Caratteristiche dei software utilizzati

Per effettuare le simulazioni a corredo del presente documento e degli elaborati ad esso allegati è stato utilizzato prevalentemente l'applicativo “*Finite Element Method Magnetics*”, (<http://www.femm.info>), le cui caratteristiche e referenze sono facilmente reperibili in rete sul sito del produttore (D.C. Meeker, Finite Element Method Magnetics, Version 4.2 Apr/11/2012 Build).

Tale applicativo è un software di calcolo ad elementi finiti dedicato alla risoluzione di problemi di tipo elettromagnetico nel campo delle basse frequenze in dominio bidimensionale.

Il software è composto da un preprocessore tramite il quale viene effettuata la modellazione geometrica e fisica della configurazione in esame e delle relative condizioni al contorno e quindi la discretizzazione di questa in un insieme di elementi finiti (mesh), da un solutore tramite il quale vengono risolti i sistemi di equazioni matriciali caratteristici relativi alla configurazione di input, e da un postprocessore tramite il quale vengono analizzati i risultati del calcolo e generati grafici e/o mappe cromatiche delle caratteristiche oggetto di verifica.

In conformità alle procedure di validazione, il software è stato validato paragonando i risultati ottenuti per una determinata configurazione con quelli ricavati con il software “B-Field” già utilizzato per lo sviluppo del precedente progetto preliminare, che implementa la procedura indicata dalla Norma CEI 211.4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, esplicitamente richiamata all’art. 5.1.2 del DM 29 maggio 2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.

I risultati ottenuti, raccolti in una apposita documentazione, hanno mostrato scostamenti massimi del 2,5%, ritenuti ampiamente accettabili.

Le condizioni al contorno e le ipotesi di calcolo sono conformi a quanto prescritto dal paragrafo 6 della Norma CEI 211.6 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana”.

Per le simulazioni in dominio tridimensionale, necessarie per lo studio dei campi magnetici in corrispondenza di intersezioni con elettrodotti esistenti, è stato utilizzato l’applicativo “B-FIELD”; tale applicativo è un software sviluppato all’interno di Italferr in conformità alle procedure aziendali di validazione del software, che implementa fedelmente la procedura indicata dalla già citata Norma CEI 211.4.

In particolare nel programma sono implementate le formule di Biot-Savart di cui all’art. 4.3 della Norma CEI 211-4, iterate in un dominio dello spazio circostante la sorgente del campo. Il passo di iterazione e l’estensione del dominio sono definibili dall’utente.

La’

3. Documenti di riferimento

Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati di progetto definitivo di seguito riepilogati, ai quali si rimanda per gli aspetti di dettaglio non esplicitamente menzionati nel presente documento:

- **C2B.30.10.50.10.01** – Relazione Tecnica Funzionale Cavidotto 132 KV Venaus–Susa
- **C2B.30.10.50.20.01** – Cavidotto 132kV Venaus-Susa – Corografia di tracciato;
- **C2B.30.10.50.30.04** – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 1 di 7;
- **C2B.30.10.50.30.05** – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 2 di 7;
- **C2B.30.10.50.30.06** – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 3 di 7;
- **C2B.30.10.50.30.07** – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 4 di 7;
- **C2B.30.10.50.30.08** – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 5 di 7;
- **C2B.30.10.50.30.09** – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 6 di 7;
- **C2B.30.10.50.30.10** – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 7 di 7;

- **C2B.30.10.50.40.01** – Sezioni caratteristiche cavidotto 132kV Venaus-Susa;
- **C2B.30.10.50.60.01** – Cavidotto 132kV Venaus-Susa – Particolari di impianto;
- **C2B.30.15.50.40.01** – Sezioni campi elettromagnetici cavidotto 132kV Venaus-Susa.

4. Configurazione di carico dei sistemi simulati

Nell'ambito del presente studio sono state condotte simulazioni su tutte le configurazioni geometriche previste e rappresentate sull'elaborato di Progetto Definitivo:

C2B.30.10.50.40.01 – Sezioni caratteristiche cavidotto 132kV Venaus-Susa.

Per quanto riguarda le configurazioni di carico e la distribuzione delle fasi occorre tenere conto che l'art. 6 comma 1 del DPCM 8 luglio 2003 indica che: *"...Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'articolo 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60..."*.

Si segnala tuttavia che la Norma CEI 11-60 determina la portata in corrente delle linee primarie aeree ai fini del rispetto dei franchi della norma CEI 11-4. Pertanto, a favore di sicurezza, nel caso di linea in cavo, la portata in corrente dell'elettrodotto in servizio normale viene assunta pari alla portata termica del cavo dichiarata dal costruttore.

Questa condizione vede entrambe le terne impegnate da un valore di corrente di fase di 1020A (portata al limite termico del cavo ARG7H1E 1600mmq per posa interrata e disposizione delle fasi a trifoglio) con carico equilibrato sulle tre fasi e disposizione ottimizzata delle due terne.

Nella relazione viene comunque verificata anche la configurazione massima di esercizio già presa in esame nel Progetto Preliminare, poiché, con carico monofase, potrebbero esserci condizioni peggiorative rispetto al limite termico (trifase).

Questa condizione considera i carichi massimi delle due terne dedicate agli impianti di trazione elettrica ed agli impianti ausiliari rispettivamente pari a 102MVA monofase e 20MVA trifase.

In tale configurazione si ottengono i seguenti valori di corrente:

- **Terna A** – alimentazione impianti TE:
 - Fase A – Corrente 772 A con angolo di fase 180°
 - Fase B – Corrente 0A
 - Fase C – Corrente 772 A con angolo di fase 0°
- **Terna B** – alimentazione impianti LFM:
 - Corrente 90A con carico equilibrato sulle tre fasi.

A titolo di esempio viene riportata anche la simulazione considerando i massimi carichi assorbiti dalla SSE nella configurazione di PD2.

Come desumibile dal documento:

- **C2B.30.01.00.10.01** Principes de dimensionnement - Relazione tecnica generale di dimensionamento

Tali carichi sono assunti pari a 66 MVA monofasi sulla terna dedicata agli impianti di trazione e 20 MVA trifase sulla terna dedicata agli impianti ausiliari. In tale configurazione si ottengono i seguenti valori di corrente:

In tale configurazione si ottengono i seguenti valori di corrente:

- **Terna A** – alimentazione impianti TE:
 - Fase A – Corrente 450 A con angolo di fase 180°
 - Fase B – Corrente 0A
 - Fase C – Corrente 450 A con angolo di fase 0°
- **Terna B** – alimentazione impianti LFM:
 - Corrente 90A con carico equilibrato sulle tre fasi.

Al fine della determinazione delle fasce di rispetto la configurazione con il carico al limite termico è risultata la più gravosa per tutte le configurazioni geometriche previste e quindi, in via cautelativa, tale condizione è stata impiegata per la determinazione della fascia di rispetto.

Nella seguenti figg. 1, 2 e 3 è riportato il paragone tra le tre condizioni di carico relativamente alla sezione di posa corrente (sezione tipo B), mentre nell'elaborato di Progetto Definitivo:

C2B.30.15.50.40.01 – Sezioni campi elettromagnetici cavidotto 132kV Venaus-Susa;

sono riportati i dettagli dei risultati delle simulazioni effettuate su tutte le sezioni di posa previste in entrambe le condizioni di carico.

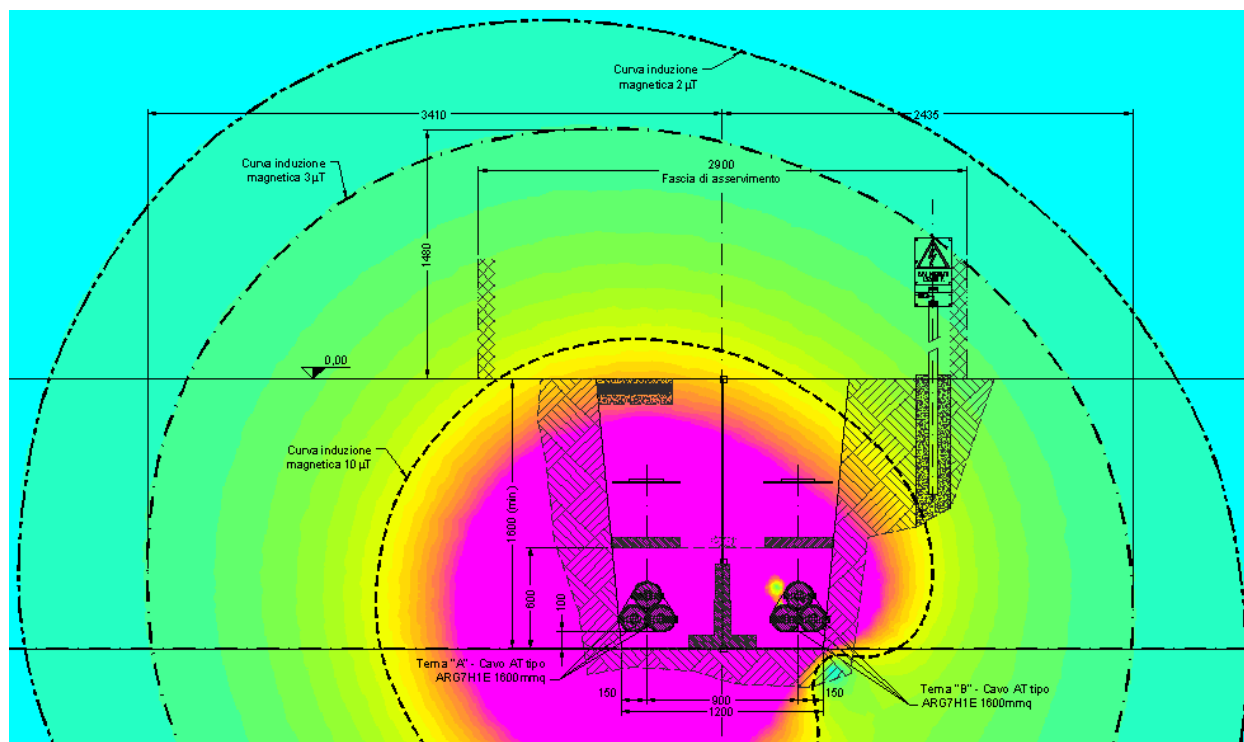


Figura 1 – Sezione di posa tipo "B": Mappa del campo magnetico in condizione di carico massimo di esercizio del PP

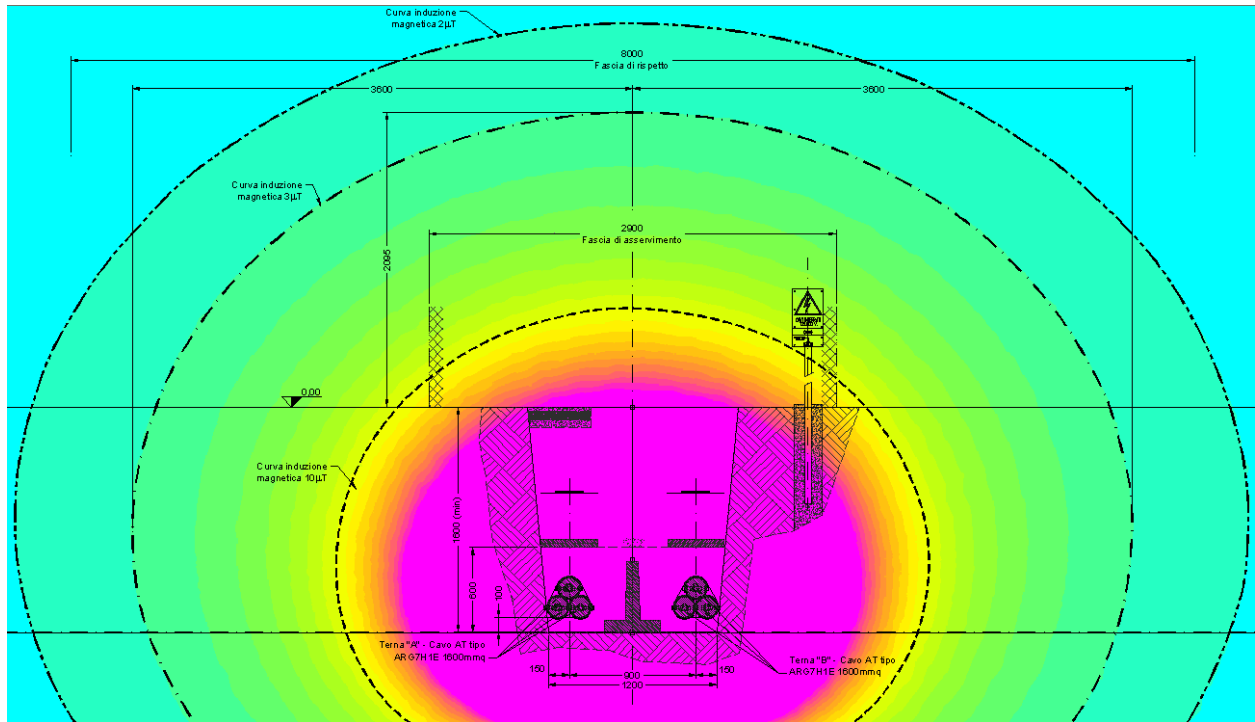


Figura 2 – Sezione di posa tipo “B”: Mappa del campo magnetico in condizione di carico al limite termico

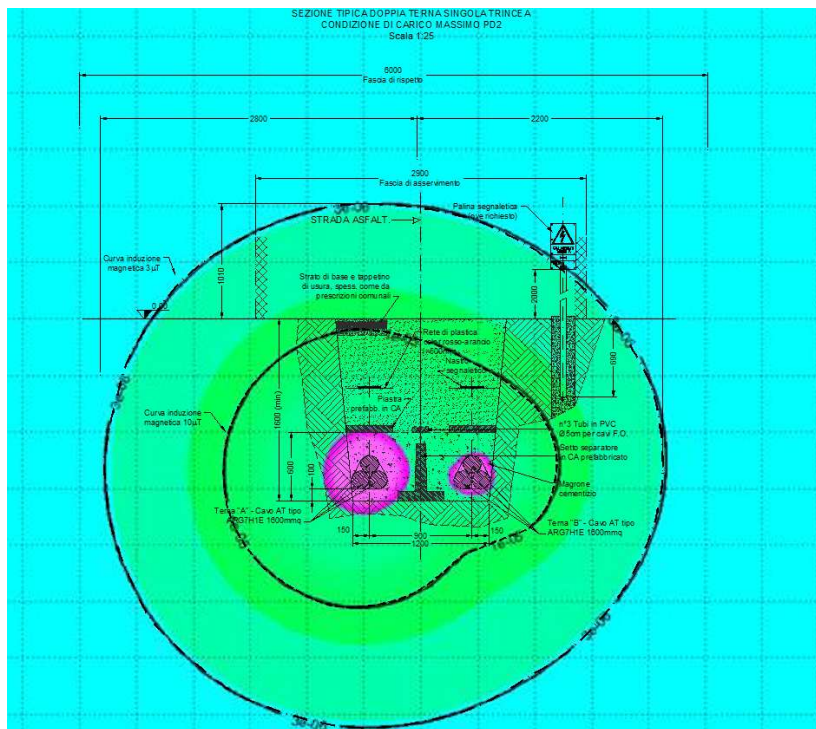


Figura 3 – Sezione di posa tipo “B”: Mappa del campo magnetico in condizione di carico massimo di esercizio del PD2

5. Calcolo delle fasce di rispetto

Nei capitoli che seguono verranno riportati e descritti i risultati dei calcoli effettuati per la valutazione del campo magnetico generato dagli elettrodotti in cavo 132kV in progetto e dall'effetto sinergico tra questi ed altre sorgenti esistenti sul territorio.

Tutte le simulazioni sono state effettuate sulla base dei modelli geometrici definiti nel Progetto Definitivo e del valore di carico più gravoso descritto al capitolo precedente; i risultati, presentati in forma di “mappe cromatiche”, hanno portato alla determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto nelle varie configurazioni geometriche previste, ossia della zona di spazio circostante l'elettrodotto che comprende tutti i punti (al di sopra ed al di sotto del livello del suolo) caratterizzati da un valore di induzione magnetica superiore a quello limite di $3\mu\text{T}$.

Le simulazioni sono state implementate in un dominio sufficientemente ampio in maniera da ottenere informazioni sull'intera gamma di valori compresi tra $2\mu\text{T}$ e $10\mu\text{T}$.

L'ampiezza delle curve di induzione magnetica del valore di $3\mu\text{T}$, approssimata per eccesso al metro come prescritto all'allegato 1 del D.M. 29 maggio 2008, è stata utilizzata per stabilire la dimensione della fascia di rispetto per ciascuna tipologia di posa e tale informazione è stata riportata in forma di linee isocampo sulle planimetrie di tracciato del Progetto Definitivo:

- C2B.30.10.50.30.04 – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 1 di 7;
- C2B.30.10.50.30.05 – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 2 di 7;
- C2B.30.10.50.30.06 – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 3 di 7;
- C2B.30.10.50.30.07 – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 4 di 7;
- C2B.30.10.50.30.08 – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 5 di 7;
- C2B.30.10.50.30.09 – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 6 di 7;
- C2B.30.10.50.30.10 – Planimetria di tracciato cavidotto 132kV Venaus-Susa – Tav. 7 di 7.

5.1 Sezione di posa tipo “B”

Per gran parte dello sviluppo planimetrico, entrambe le terne dell'elettrodotto in cavo 132kV Venaus-Susa saranno posate nella medesima trincea, di profondità minima di 1,60m dotata di setto separatore.

La disposizione geometrica dei conduttori sarà del tipo “a trifoglio” e le due terne saranno disposte con interasse di 0,90m (vedi fig.3).

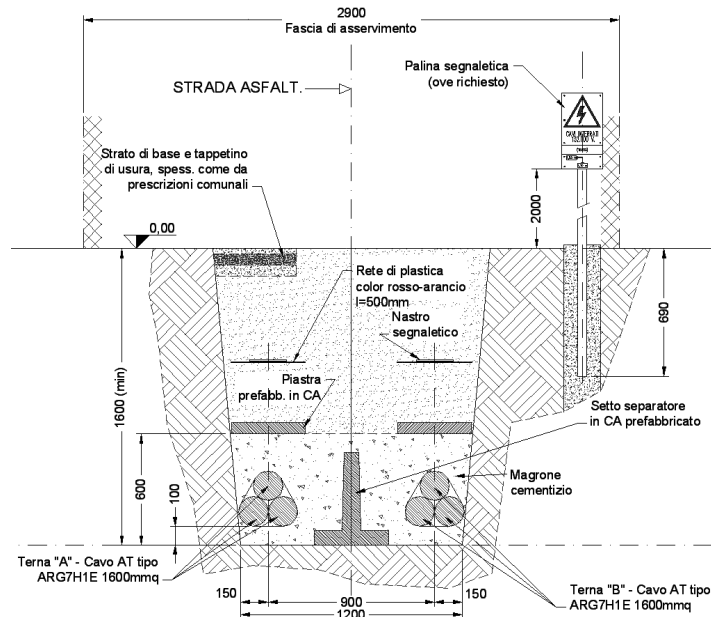


Figura 4 – Sezione di posa tipo “B”: configurazione geometrica

In tale sezione, denominata tipo “B”, la curva di induzione magnetica di $3\mu\text{T}$ ha ampiezza pari a 7,2m centrata sull’asse dell’elettrodotto, mentre l’altezza massima di detta isolinea assume valore di circa 2,1 m dal piano di calpestio (vedi fig. 4).

In relazione a ciò, con l’approssimazione prescritta dal D.M. 29/05/2008, per tutti i tratti di elettrodotto realizzati con tale sezione di posa la fascia di rispetto avrà ampiezza di 8m.

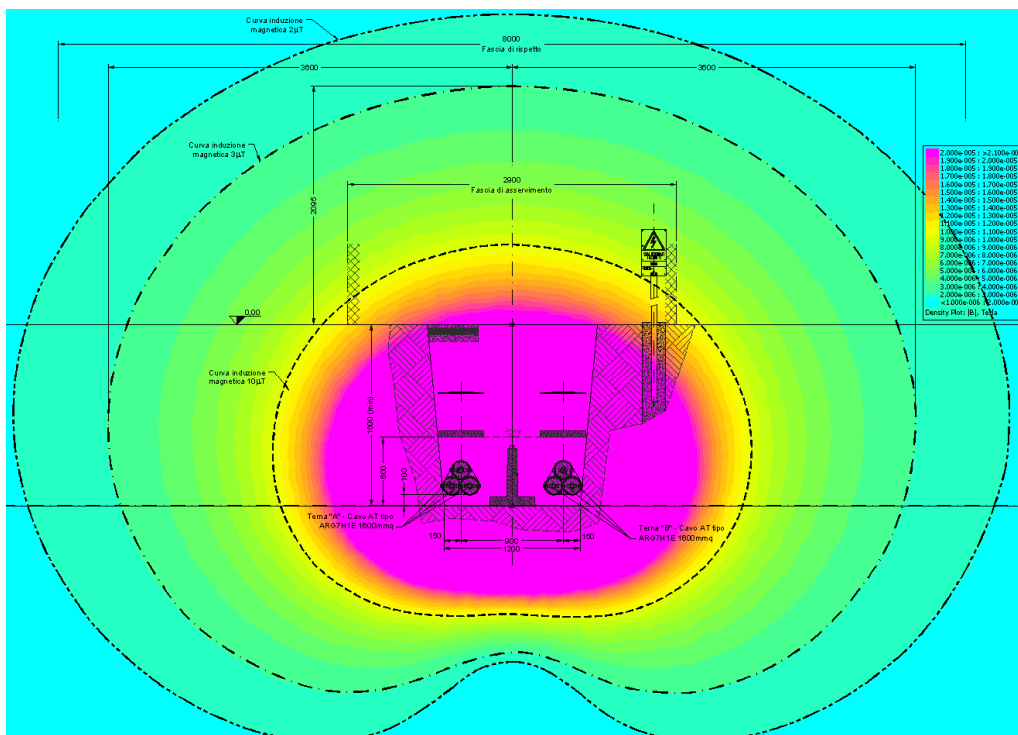


Figura 5 – Sezione di posa tipo “B”: Mappa di induzione magnetica

5.2 Sezione di posa tipo “C”

Nella sezione di posa di tipo “C” il cavidotto è costituito da una semplice trincea di caratteristiche analoghe a quella della sezione “B”, ma le due terne saranno posate all'interno di canalette trapezie di materiale ferromagnetico con effetto schermante, capace di confinare al loro interno gran parte del campo magnetico generato dagli elettrodotti; in questo caso l'interasse tra le terne sarà ridotto al valore di 0,80m (vedi fig. 5).

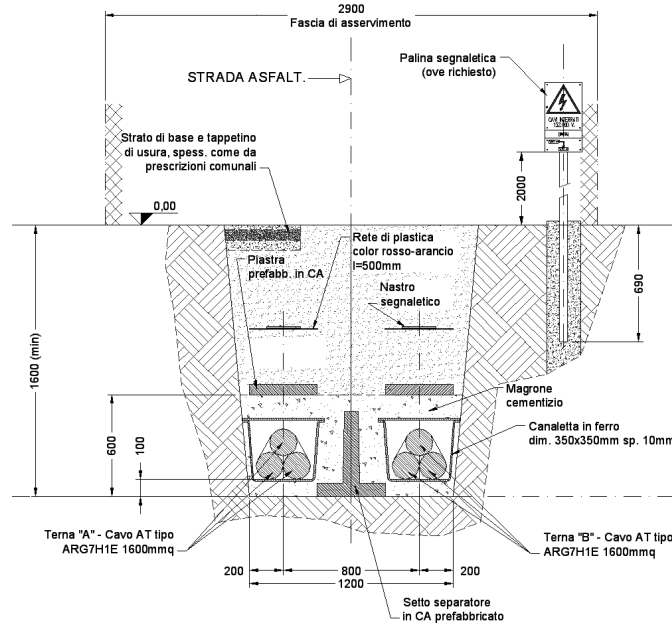


Figura 6 – Sezione di posa tipo “C”: configurazione geometrica

Tale tipologia di posa consente di mantenere la curva di induzione magnetica di $3\mu\text{T}$ completamente al di sotto del piano di calpestio, pertanto essa è utilizzata in corrispondenza dei passaggi in prossimità di enti recettori.

La fig. 6 mostra i risultati della simulazione effettuata per tale configurazione; come si nota in tali condizioni tutte le isolinee di campo magnetico sono confinate al di sotto della superficie del terreno e pertanto la fascia di rispetto può considerarsi nulla e comunque compresa entro la fascia di asseveramento.

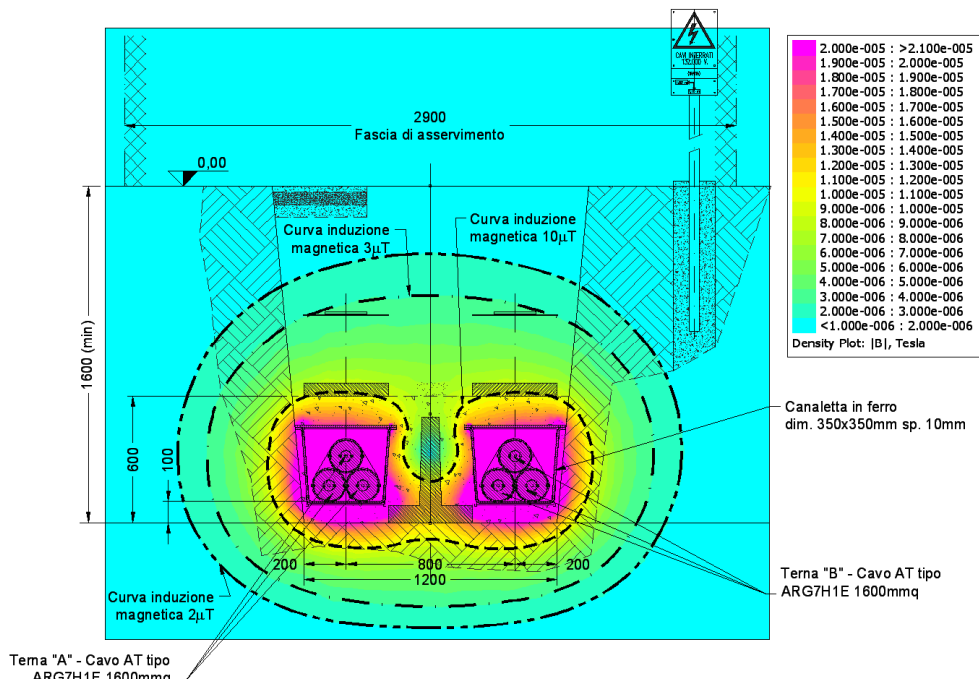


Figura 7 – Sezione di posa tipo “C”: Mappa di induzione magnetica

5.3 Sezione di posa tipo “D”

Tale configurazione di posa è da impiegarsi in attraversamento di manufatti (canali, tombini, ecc.), laddove non è possibile eseguire lo scavo ma occorre effettuare la posa con la modalità detta “teleguidata”.

La fig. 7 mostra una sezione tipologica di tale tipo di posa; ovviamente la profondità di foratura è funzione delle dimensioni del manufatto da oltrepassare e pertanto sarà stabilita di volta in volta a secondo dei casi.

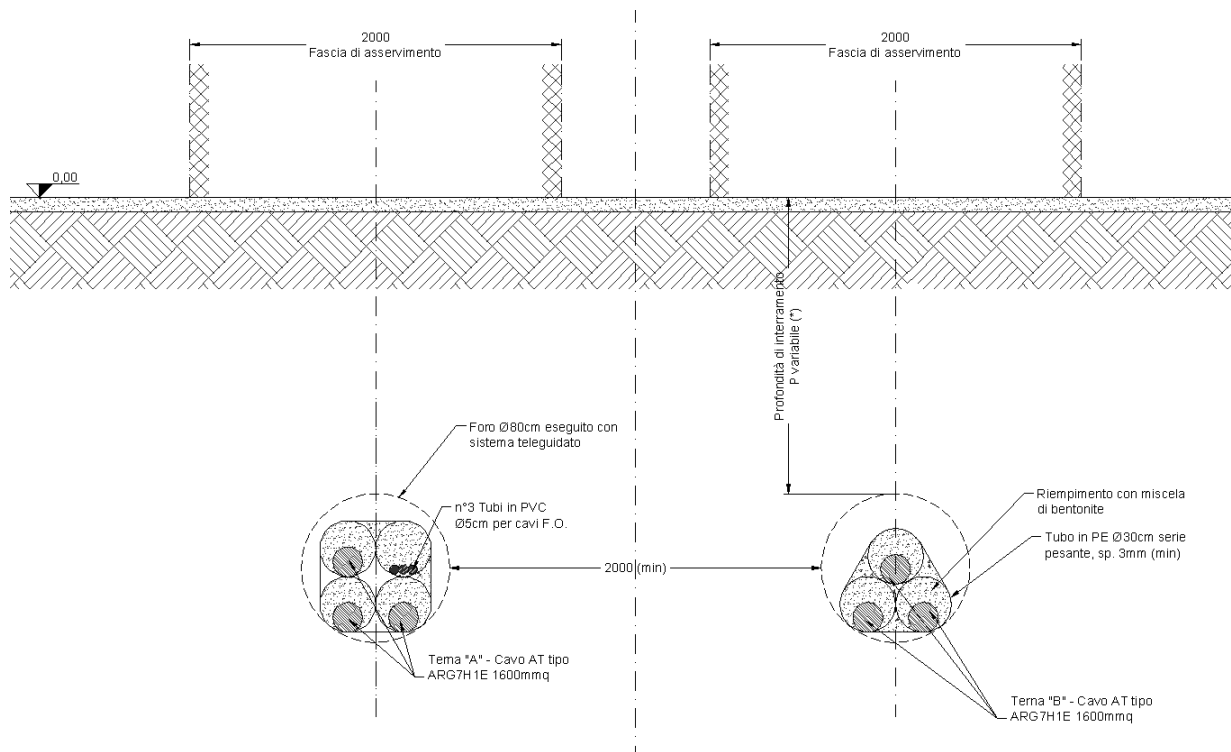


Figura 8 – Sezione di posa tipo “D”: configurazione geometrica

Sulla base della seguente fig. 8, considerando le zone del campo al di sopra della superficie del terreno, la curva di induzione magnetica di $3\mu\text{T}$ ha ampiezza pari a 11,8m centrata sull’asse dell’elettrodotto, mentre l’altezza massima di detta isolinea assume valore di circa 2,7 m dal piano di calpestio.

In relazione a ciò, per tutti i tratti di elettrodotto realizzati con tale sezione di posa, la fascia di rispetto avrà ampiezza di 12m.

RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
 RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA

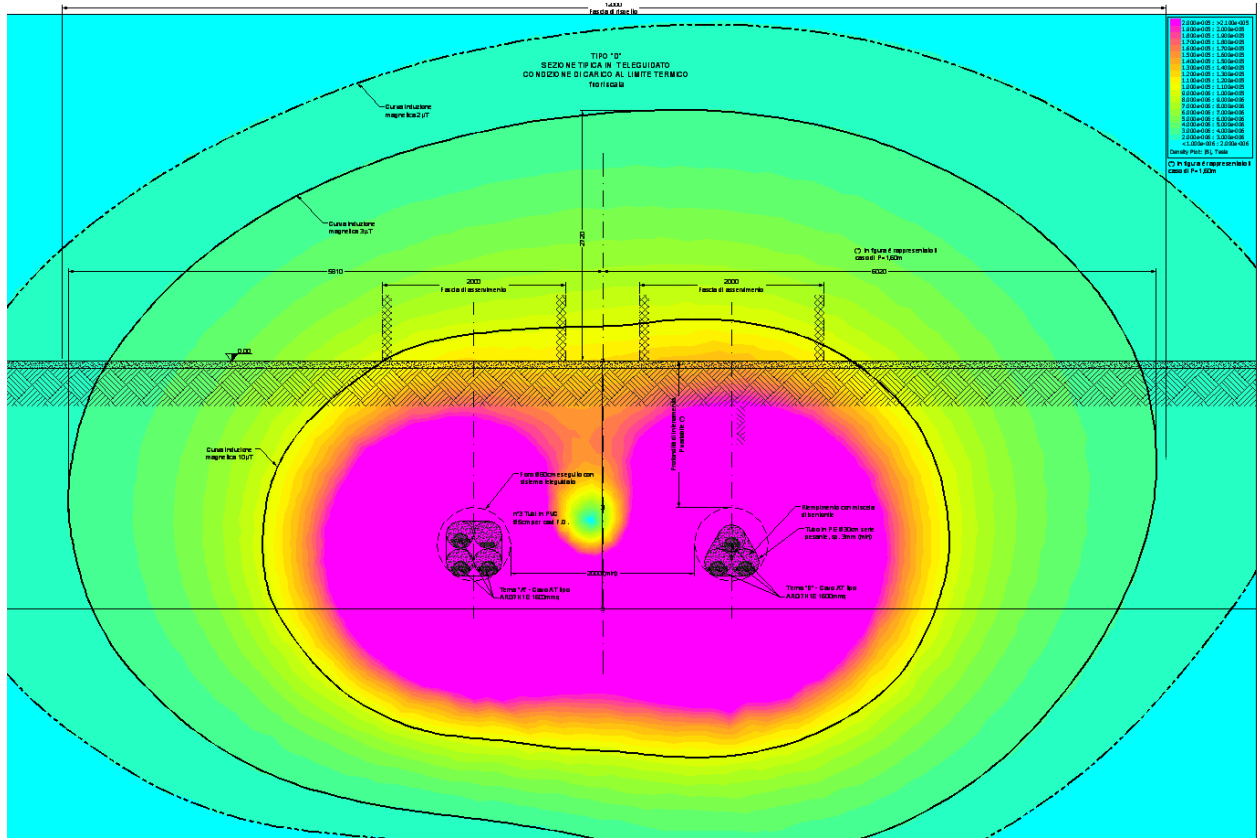


Figura 9 – Sezione di posa tipo "D": Mappa di induzione magnetica

5.4 Sezione di posa tipo “E”

Tale sezione è da impiegare per la posa del cavo in tratti di percorrenza lungo ponti o viadotti (esempio nuovo ponte sul Dora) in corrispondenza dei quali non è possibile effettuare scavi.

In questi casi le due terne AT verranno posate (vedi fig. 9) all’interno di una canaletta in CA dotata di coperchio smontabile e setto separatore fisso; l’interasse tra le due terne sarà di 0,55m.

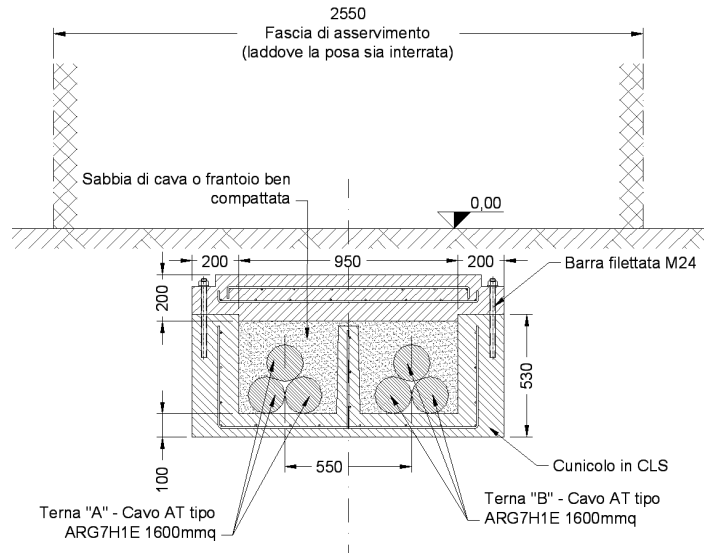


Figura 10 – Sezione di posa tipo “E”: configurazione geometrica

Dall’esame della seguente fig. 9 si nota che in questo caso curva di induzione magnetica di $3\mu\text{T}$ raggiunge una altezza di circa 2,70m dal piano di calpestio ed ha ampiezza di 6,80m centrata sull’asse dell’elettrodotta, pertanto la dimensione della fascia di rispetto per tale configurazione assumerà il valore di 7m.

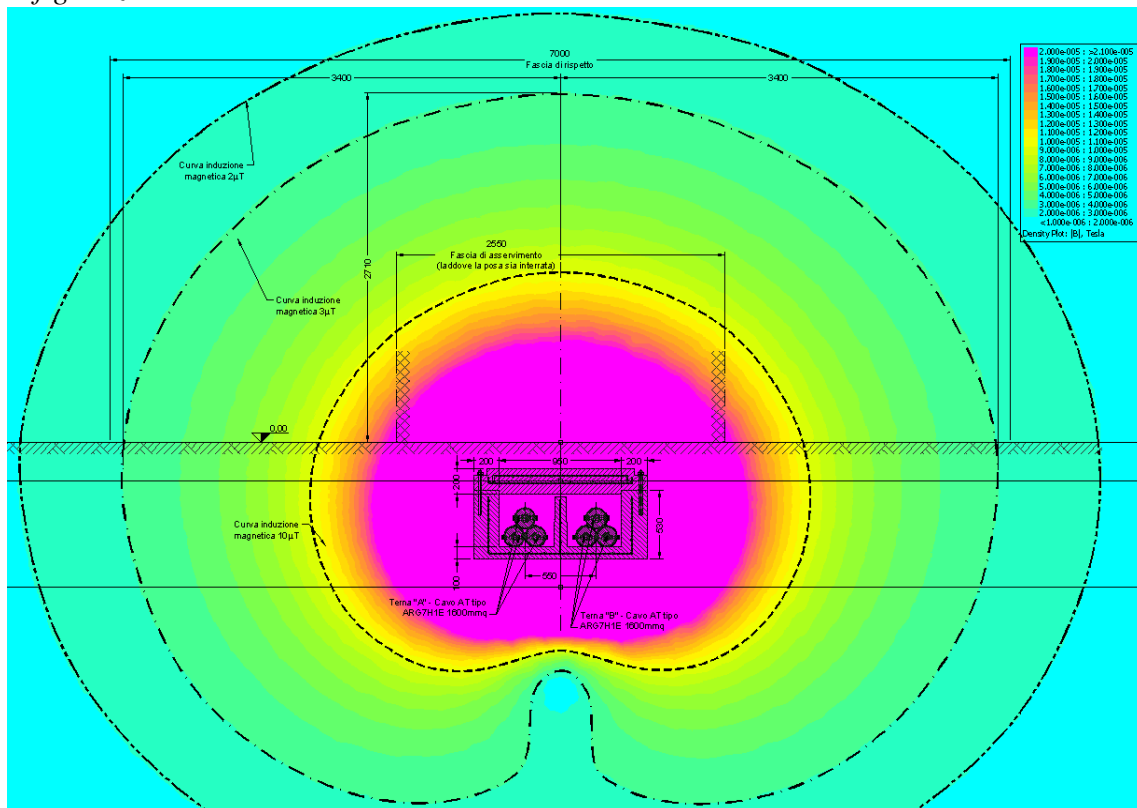


Figura 11 – Sezione di posa tipo “E”: Mappa di induzione magnetica

5.5 Sezione di posa tipo “F”

Nella sezione di posa di tipo “F” la sede per il passaggio cavi è costituita da due tubi in ferro di diametro esterno pari a 36” e spessore di 10mm, posti ad una profondità minima di 1,60m ed infilati nel terreno con la tecnica “spingitubo” (vedi fig. 11).

Le due terne saranno posate, in configurazione a “trifoglio” all’interno dei suddetti tubi i quali, tramite appositi pozzetti di testa, saranno raccordati alla trincea della sezione corrente.

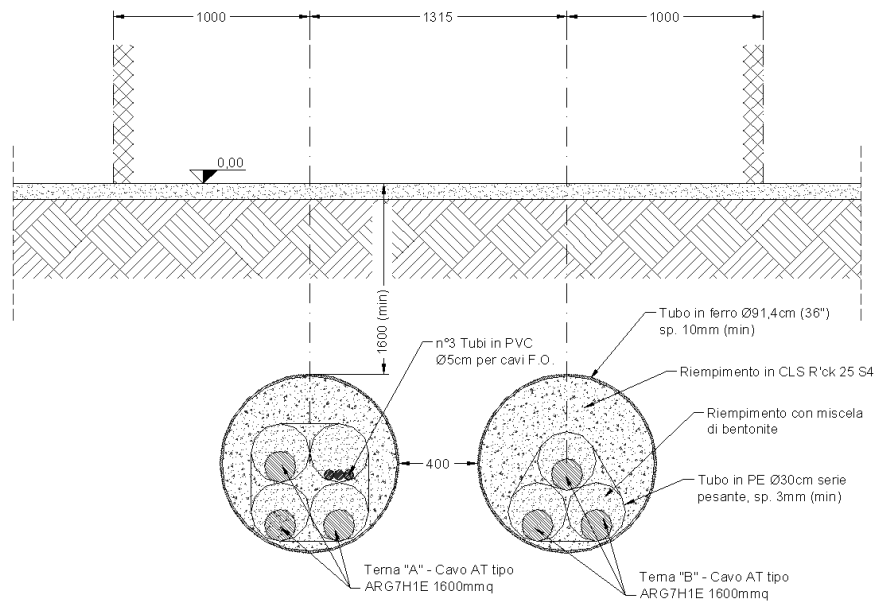


Figura 12 – Sezione di posa tipo “F”: configurazione geometrica

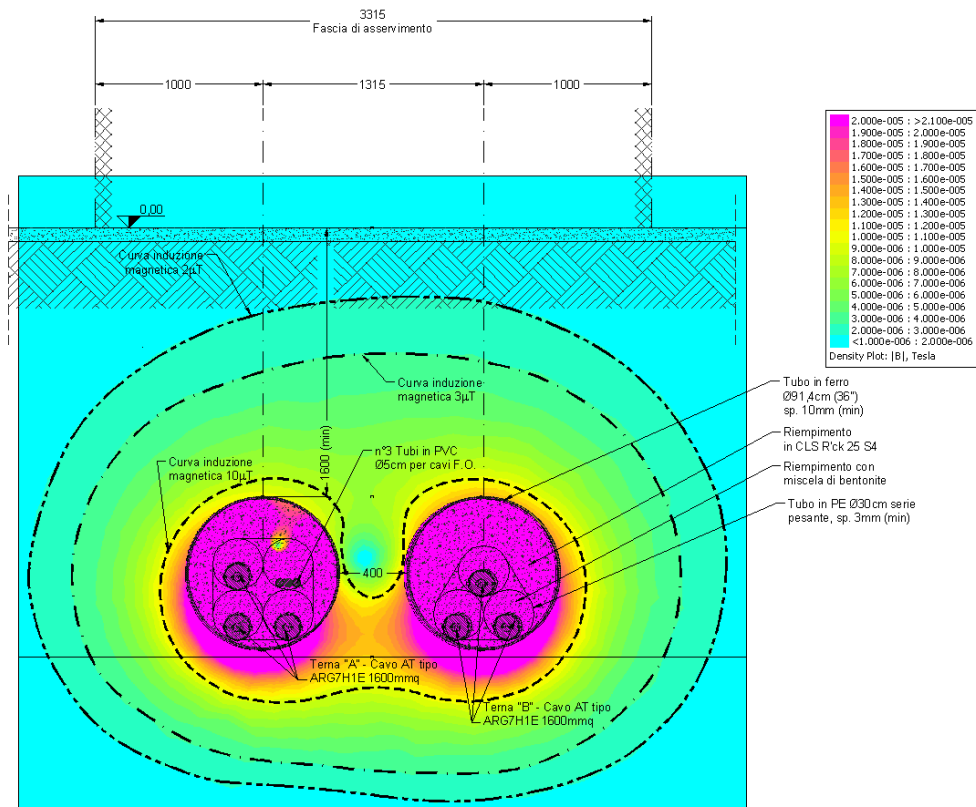


Figura 13 – Sezione di posa tipo “F”: Mappa di induzione magnetica

Anche in questo caso, come già sottolineato per la sez. “C”, la presenza del materiale ferromagnetico è in grado di schermare il campo magnetico prodotto dall'elettrodotto, confinando la curva di induzione magnetica di $3\mu\text{T}$ completamente al di sotto del piano di calpestio.

La fig. 12 mostra i risultati della simulazione effettuata per tale configurazione; come si nota in tali condizioni tutte le isolinee di campo magnetico sono confinate al disotto della superficie del terreno e *pertanto la fascia di rispetto può considerarsi nullae comunque compresa entro la fascia di asservimento.*

5.6 Sezione di posa tipo “A”

La sezione di posa di tipo A è prevista solo all'interno dell'area della futura SSE LTF. Pertanto non viene discussa nel presente documento.

5.7 Buca Giunti

In corrispondenza delle buche giunti, distribuite lungo lo sviluppo della linea con cadenza di circa 600m, la configurazione geometrica degli assi delle due terne subisce scostamenti notevoli rispetto alla disposizione rettilinea, pertanto sono state effettuate simulazioni tridimensionali specifiche per l'individuazione dell'ampiezza della fascia di rispetto in questa configurazione.

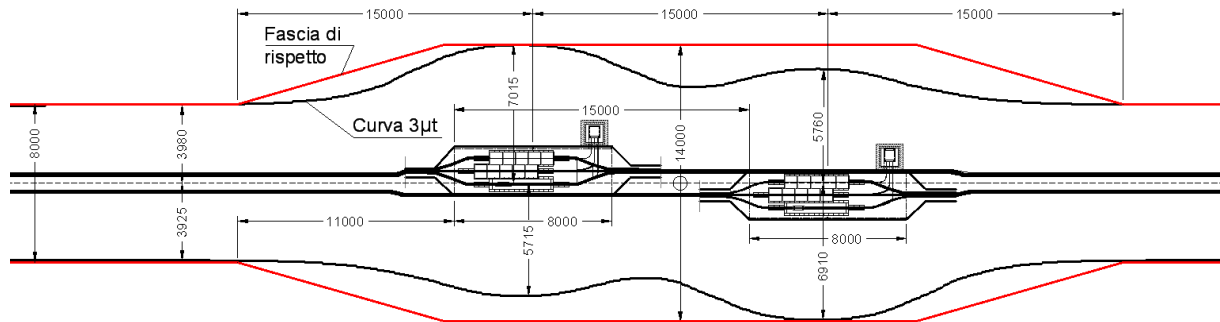


Figura 14 – Buca giunti: Configurazione geometrica

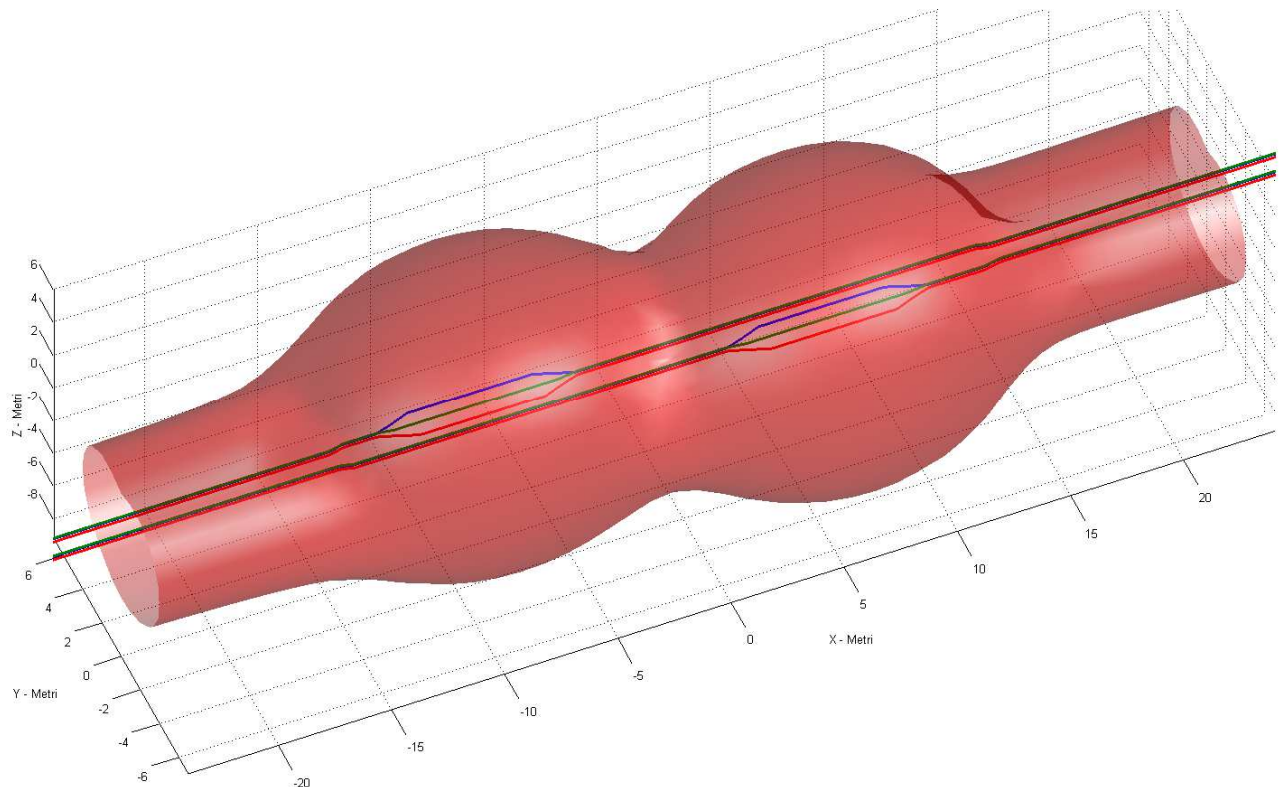


Figura 15 – Buca giunti: Modello 3D con curva di induzione 3µT

RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
 RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA

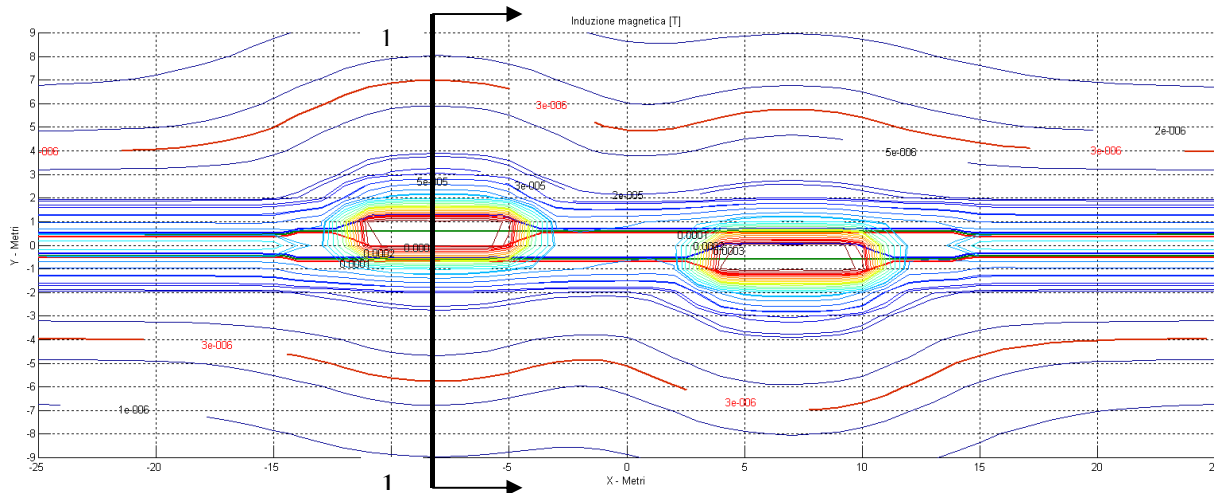


Figura 16 – Buca giunti: Distribuzione del campo magnetico a terra

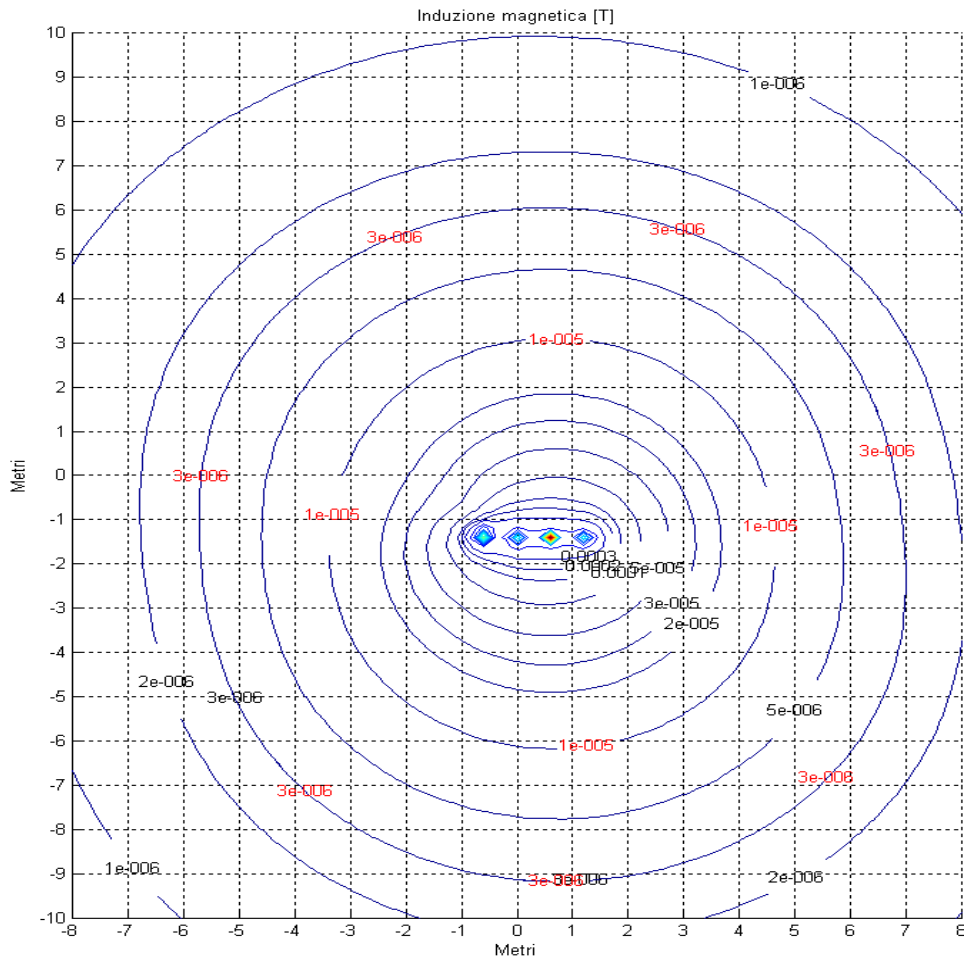


Figura 17 – Buca giunti: Curve di induzione sez. 1

Come si nota dall'analisi delle figure sopra riportate, in corrispondenza della buca giunti la curva di induzione magnetica di 3 μT raggiunge una semi-ampiezza di circa 7,0m lato terna giuntata e di circa 5,80m lato terna continua. Allontanandosi dalle buche giunti tali dimensioni variano in maniera non lineare, fino a raggiungere l'ampiezza caratteristica di circa 4,0m (relativa alla sezione corrente) a distanza di circa 15m dal centro del giunto.

In via cautelativa in corrispondenza delle buche giunti si assumerà una fascia di rispetto di ampiezza totale pari a 14m centrata sull'asse della linea, con andamento lineare e tangente alla curva reale nel punto di maggiore ampiezza.

Tale dimensione sarà mantenuta costante per l'intera estensione (pari a circa 23m) della zona interessata dalla coppia di buche e ritornerà con variazione lineare al valore caratteristico di 8m a distanza di 15m dal centro di ciascuna terna di giunti.

La precedente fig.13 riporta, evidenziato in colore rosso, l'andamento geometrico della fascia descritta.

5.8 Deviazioni

Nei casi in cui il tracciato del cavidotto è interessato da curve e deviazioni, ai fini della determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto (nel seguito indicata con il simbolo A_f) occorre distinguere tra le due seguenti condizioni:

- **Curva con raggio $R \gg Af$:** in tali casi, con buona approssimazione, possono essere estese le considerazioni effettuate ai paragrafi precedenti, pertanto la fascia di rispetto non subisce modifiche;
- **Curva con raggio $R \leq Af$:** tali casi, come prescritto dal D.M. 29/05/2008, vanno trattati con particolari procedure approssimate (vedi par. 5.1.4.2 del DM 29/05/2008) oppure con calcoli puntuali dedicati.

La tipologia di cavo di progetto ARG7H1E 1600mmq ammette un raggio minimo di curvatura $R > 1,20m$ e pertanto, ai fini del calcolo dell'ampiezza della fascia di rispetto è stata effettuata una simulazione relativa al caso di deviazione di 90° (caso peggiore riscontrabile sul tracciato di progetto).

La suddetta simulazione è stata effettuata in dominio tridimensionale, con interasse delle terne di 0,90m (valore caratteristico della sezione corrente) e con raggio di curvatura del conduttore più interno $R=1,50m$.

Nelle figure che seguono sono riportati i risultati relativi alla curva di induzione magnetica di $3\mu T$.

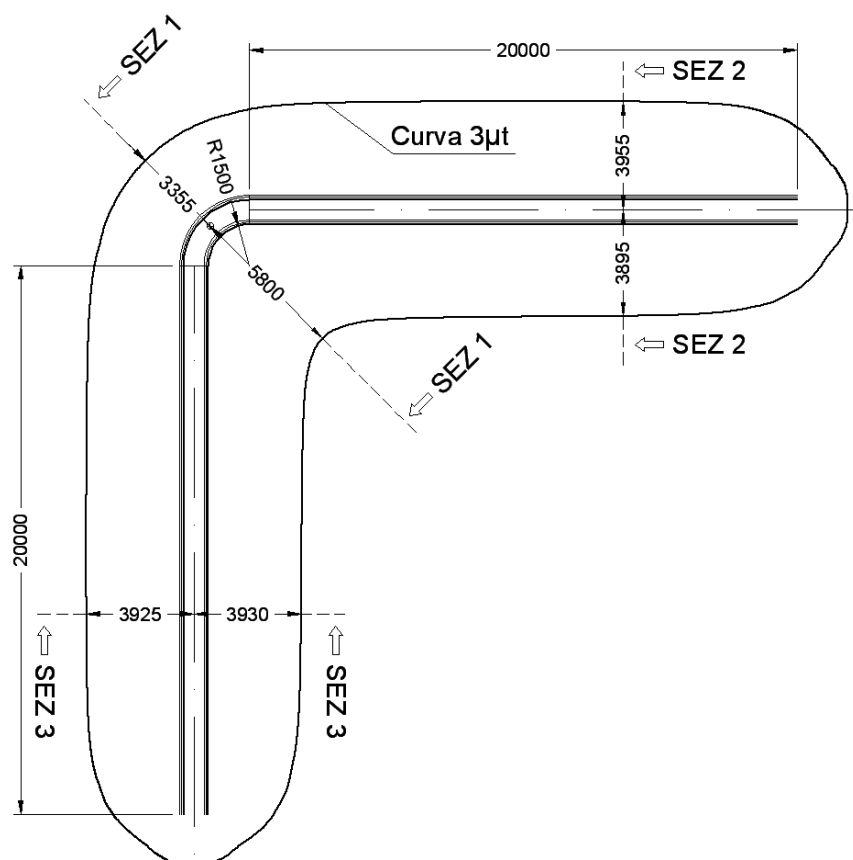


Figura 18 – Deviazione di tracciato: Configurazione geometrica

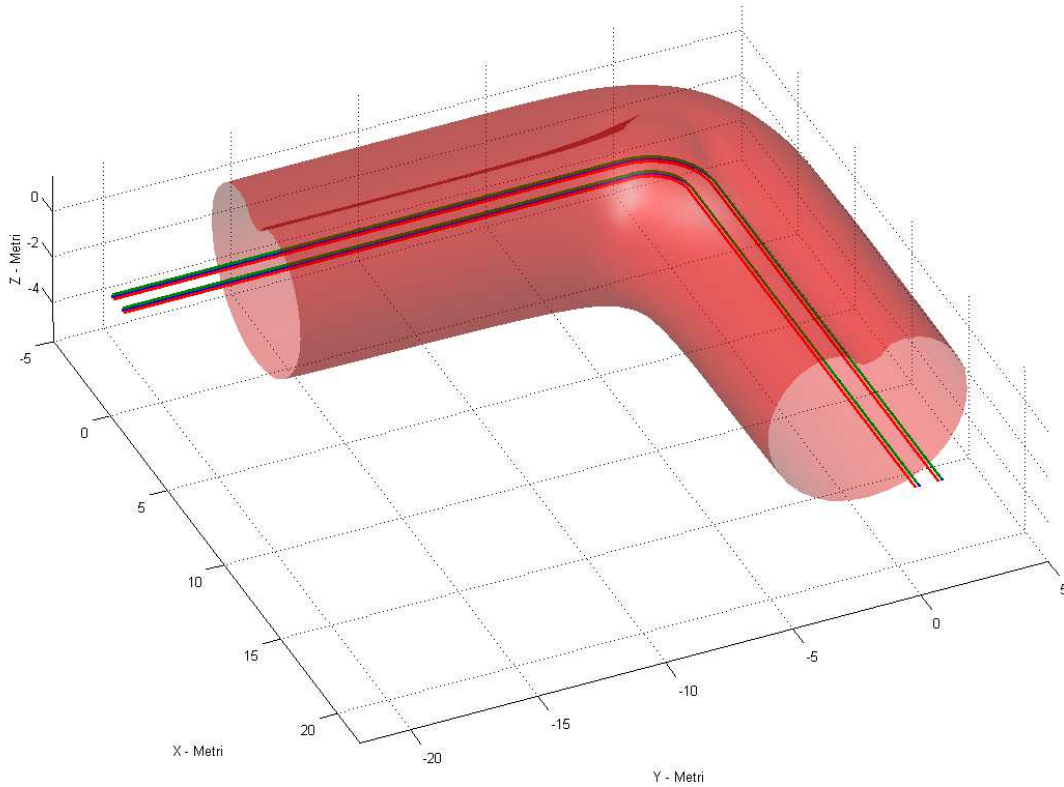


Figura 19 – Deviazione di tracciato: Modello 3D con curva di induzione $3\mu T$

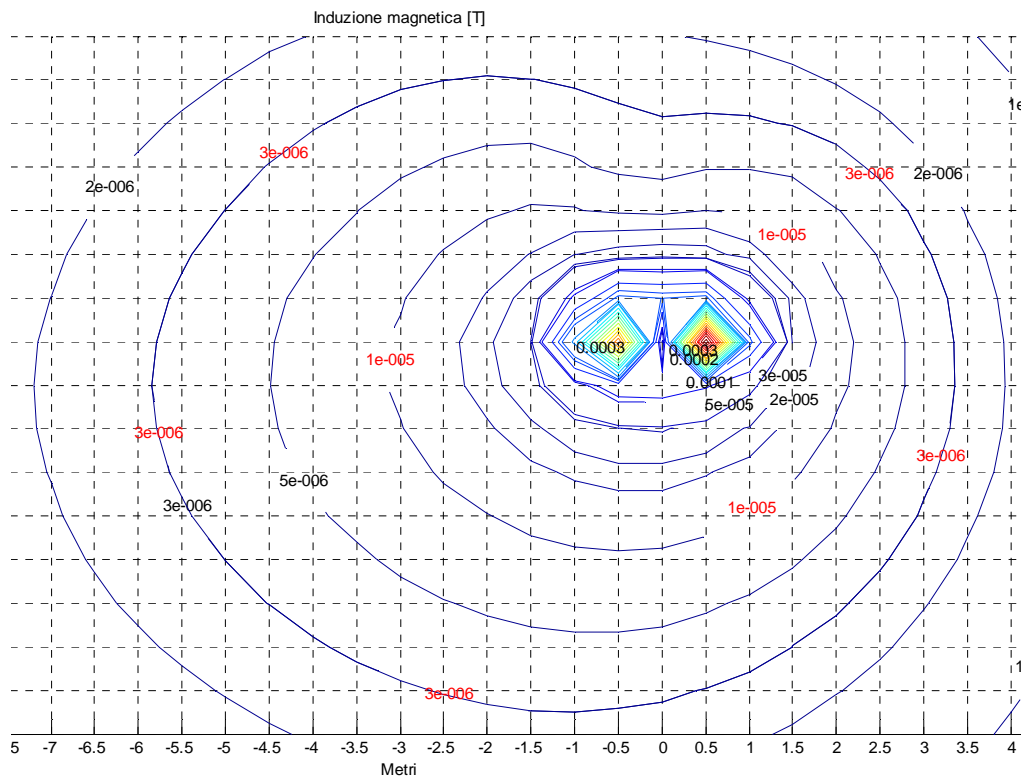


Figura 20 - Deviazione di tracciato: Curve di induzione sez. 1

Come si nota dall'analisi delle figure sopra riportate, ed in particolare dalla fig. 17, in corrispondenza della deviazione la curva di induzione magnetica di $3\mu\text{T}$ raggiunge una semi-ampiezza di 5,80m lato interno curva e 3,35m lato esterno. Nel ritornare al percorso rettilineo entrambe tali dimensioni variano gradualmente, fino a raggiungere l'ampiezza caratteristica di circa 4,0m a distanza di circa 20m dalla fine della curva.

Per configurazioni di questo tipo si assumeranno quindi semi-fascie asimmetriche rispetto all'asse, con valori in corrispondenza del gomito della curva pari a:

- *Interno curva* *Ampiezza semi-fascia = 6m;*
- *Esterno curva* *Ampiezza semi-fascia = 4m.*

Tali semi-ampiezze ritorneranno linearmente al valore caratteristico di 4m dopo una distanza di 20m dal punto di fine curva.

In via cautelativa l'ampiezza della fascia determinata per il caso descritto verrà estesa a tutti i casi di deviazione di raggio $R \leq Af$, anche per angoli $< 90^\circ$.

6. Interferenza con elettrodotti esistenti

Il tracciato del nuovo elettrodotto 132kV Venaus-Susa è interessato dalla presenza di altre linee elettriche AT, sia aeree che in cavo.

Tale occorrenza genera configurazioni di campo magnetico complesse, in funzione del numero, della tipologia (elettrodotto aereo o in cavo), delle correnti in gioco e del tipo di interferenza (parallelismo o intersezione) con le linee esistenti.

Nei paragrafi che seguono verranno analizzate puntualmente le configurazioni del campo magnetico in corrispondenza delle varie interferenze individuate, la cui configurazione, riscontrabile nelle già citate planimetrie di tracciato dell'elettrodotto, è sinteticamente riepilogata nelle figure successive.

6.1 Parallelismo con elettrodotto in cavo 132kV Pont Ventoux

Nella zona tra le progressive km 0+350 e 1+650 (circa) la linea in progetto si sviluppa in parallelo al cavidotto 132 kV che collega la centrale idroelettrica di Pont Ventoux con la Cabina di Venaus (vedi fig. 22).

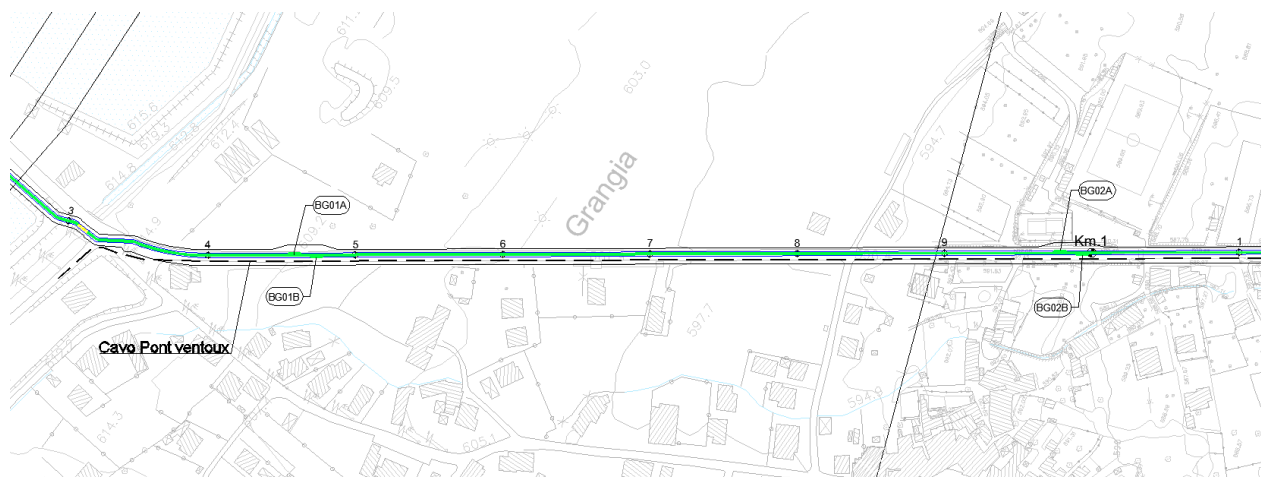


Figura 23 - Stralcio planimetrico parallelismo cavidotto Pont Ventoux

I dati del cavidotto esistente, comunicati con una nota della Soc. Terna del 24 novembre 2010, sono di seguito riassunti:

- Tipologia cavo: HEPR da 630 mm²
- Profondità di posa: circa 1,5m
- Disposizione di posa: a trifoglio
- Portata termica limite: 760 A
- DPA per tratte rettilinee indisturbate 2,8m per lato

Considerando che nel tratto di parallelismo il cavidotto in progetto viene posato con la modalità di posa di cui alla sezione tipologica “B” in trincea disposta al centro della strada e che il cavidotto esistente risulta posato al margine destro della carreggiata (nel senso delle progressive crescenti), il sistema avrà la configurazione geometrica mostrata nella seguente fig. 23:

RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
 RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA

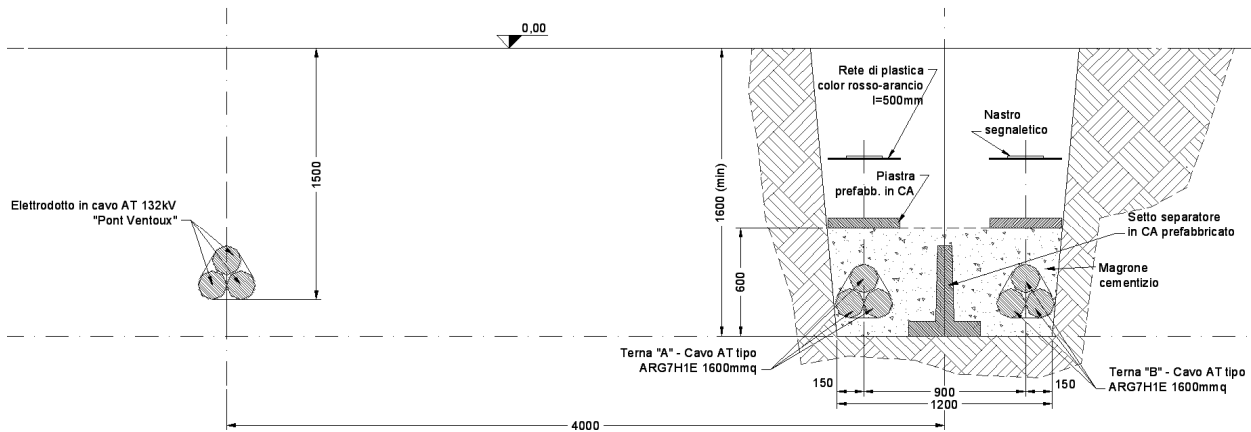


Figura 24 – Parallelismo Pont Ventoux: configurazione geometrica

I risultati ottenuti dalla simulazione effettuata in tale configurazione (fig. 24) mostrano che la curva di induzione magnetica di $3\mu\text{T}$ risulta notevolmente influenzata dalla presenza dell'elettrodotto esistente.

L'altezza di tale curva assume il valore di circa 2,53m dal piano di calpestio in corrispondenza dell'asse dell'elettrodotto Venaus-Susa, mentre l'ampiezza della fascia di rispetto, asimmetrica rispetto all'asse del nuovo elettrodotto, assume i seguenti valori rispetto a quest'ultimo (nel senso delle progressive crescenti):

- Semi-fascia destra: Ampiezza = 7m;
- Semi-fascia sinistra: Ampiezza = 4m.

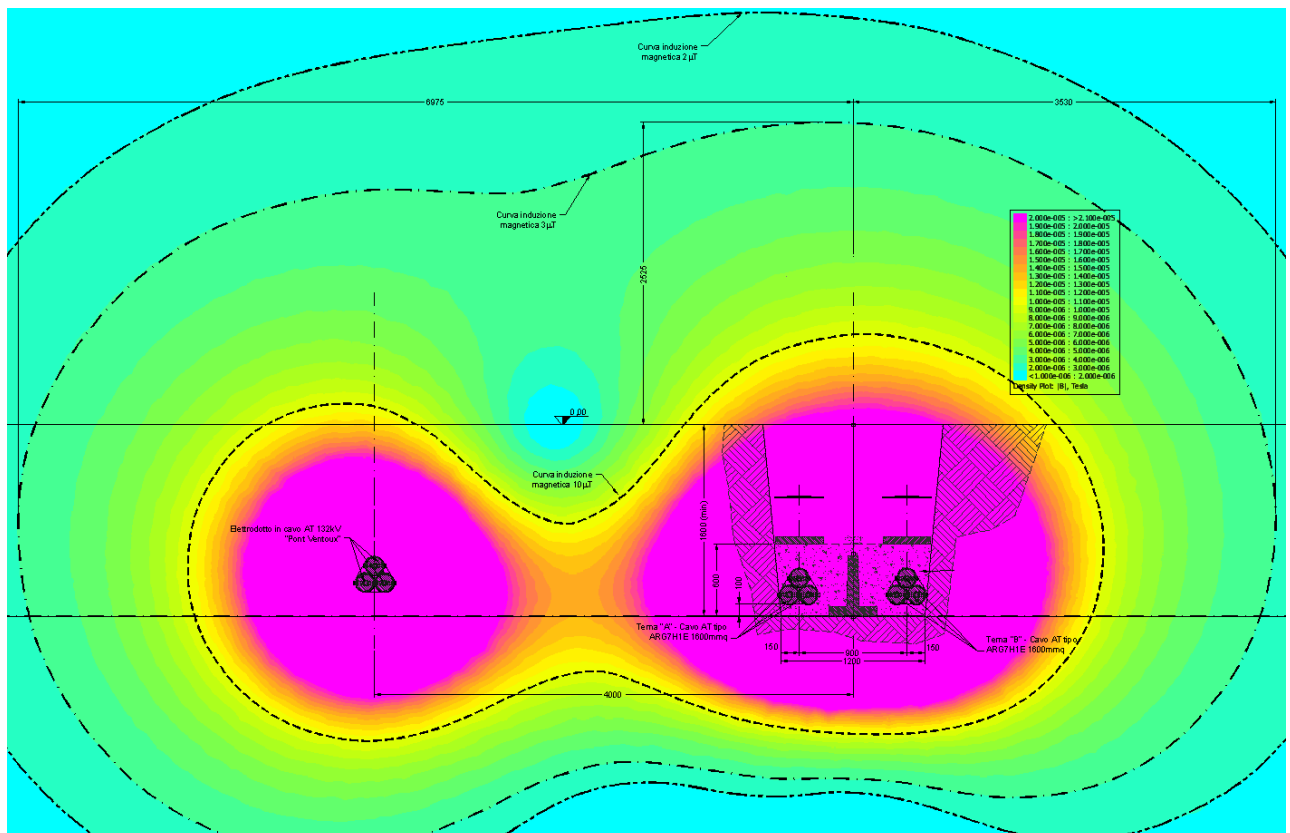


Figura 25 – Parallelismo Pont Ventoux: Mappa di induzione magnetica

6.2 Intersezione con elettrodotti cabina Venaus

L'uscita del cavidotto 132 kV dalla cabina Terna di Venaus avviene in un zona ove sono già presenti numerosi elettrodotti aerei in alta tensione (380 kV). La configurazione del campo magnetico si presenta quindi notevolmente complessa.

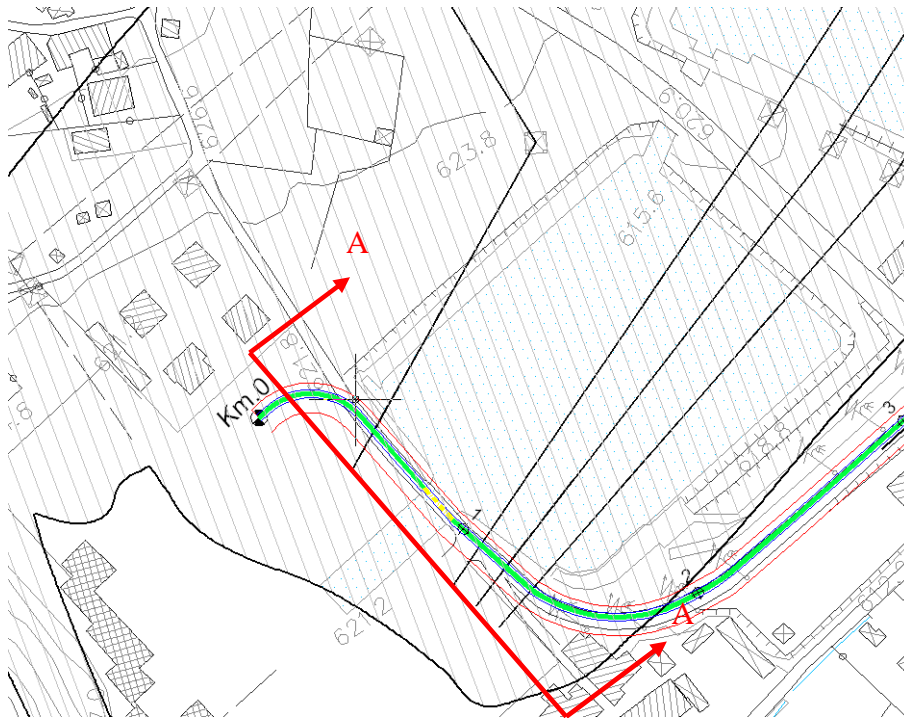


Figura 26 - Stralcio planimetrico interferenza cabina Venaus

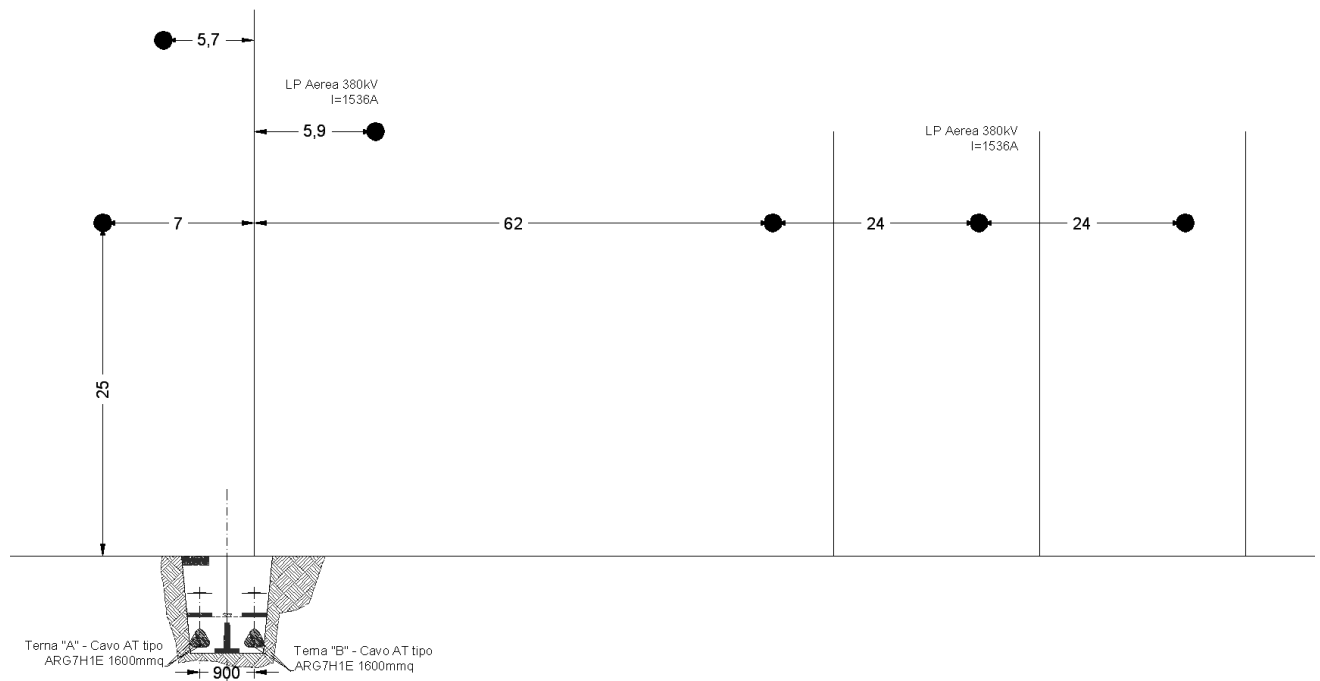


Figura 27 - Configurazione geometrica dei conduttori

La fig. 26 riporta la configurazione geometrica dei conduttori, desunta dallo stralcio planimetrico di cui alla fig. precedente e dalle caratteristiche degli elettrodotti Terna riportate in allegato.

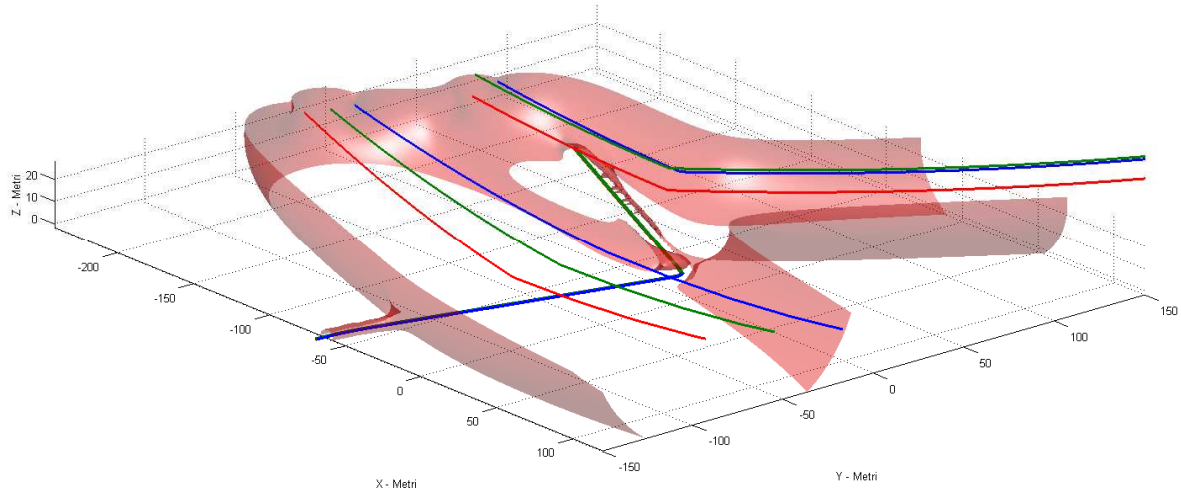


Figura 28 - Mappa 3D campo magnetico

Nella fig. 27 è riportata la mappa del campo magnetico 3D del sistema come simulato. Il risultato delle simulazioni condotte ha evidenziato che l'ampiezza in pianta della curva di induzione magnetica di $3 \mu\text{T}$ non subisce variazioni a seguito dell'inserimento del nuovo elettrodotto.

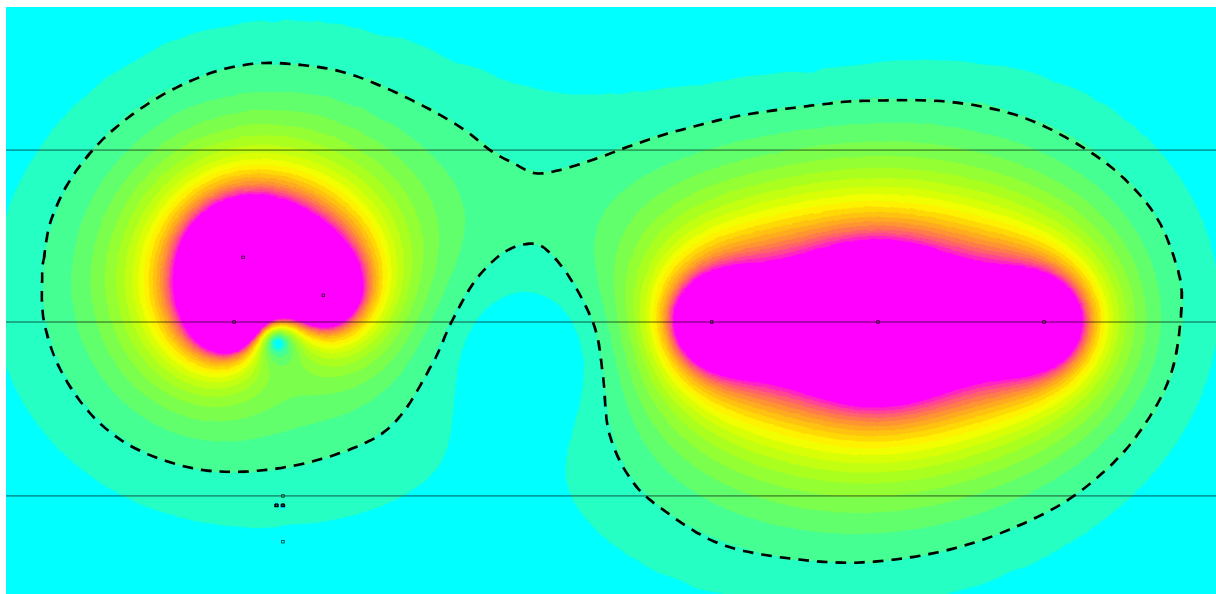


Figura 29 - Mappa di induzione magnetica in configurazione attuale

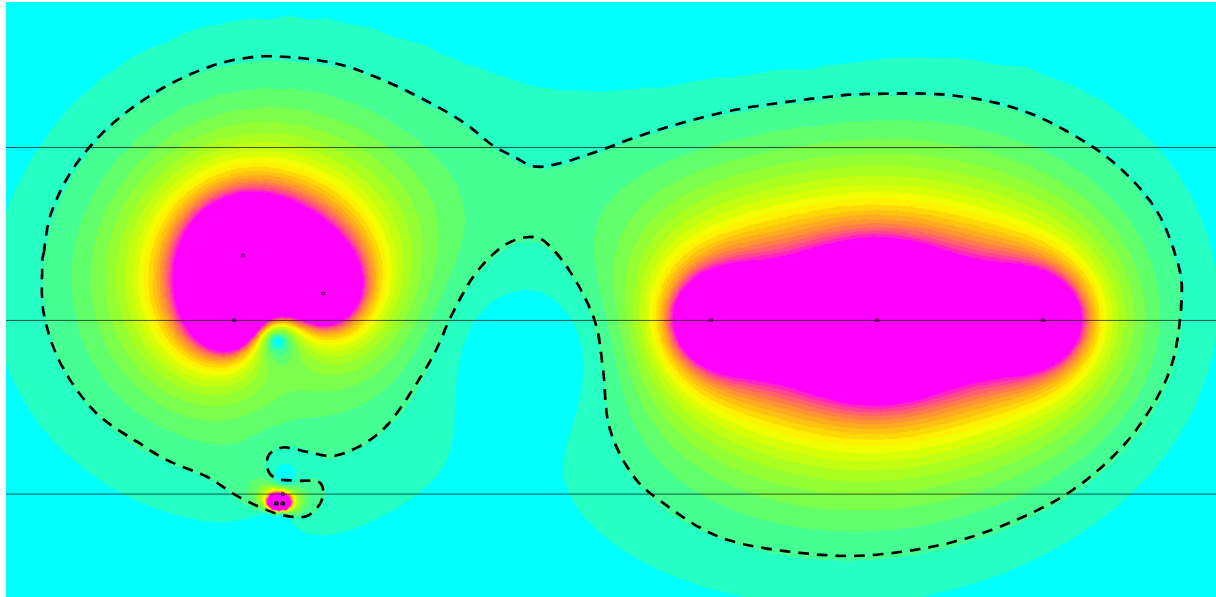


Figura 30 - Mappa di induzione magnetica in presenza del nuovo elettrodotto

Questo risultato è evidente anche nelle precedenti figg. 28 e 29, ove è riportato, in identica scala, i risultati visti nella sezione AA della simulazione condotta sul sistema descritto, rispettivamente in assenza ed in presenza del nuovo elettrodotto Venaus-Susa; come si nota la mappa del campo magnetico, ed in particolare l'ampiezza della curva di induzione magnetica di $3 \mu\text{T}$ (evidenziata con linea spessa) non subisce variazioni sostanziali a seguito dell'inserimento del nuovo elettrodotto.

6.3 Intersezione con elettrodotti aerei 132kV

Lungo il tracciato sono presenti alcune intersezioni con linee esistenti 132 kV.

In particolare nella figura 30 è indicata l'intersezione con il cavidotto Venaus Susa, nella figura 31 l'intersezione con le linee Susa-Mompantero e Mompantero-Bussoleno e nella figura 32 un ulteriore incrocio con la suddetta linea Mompantero-Bussoleno.

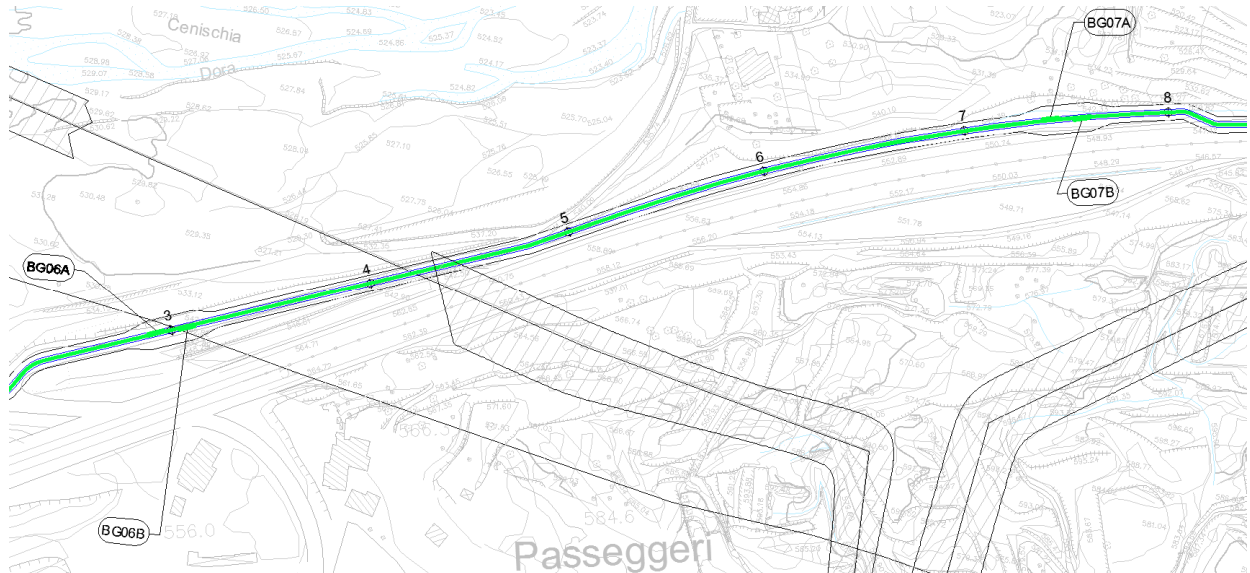


Figura 31 - Stralcio planimetrico interferenza elettrodotto Venaus-Susa

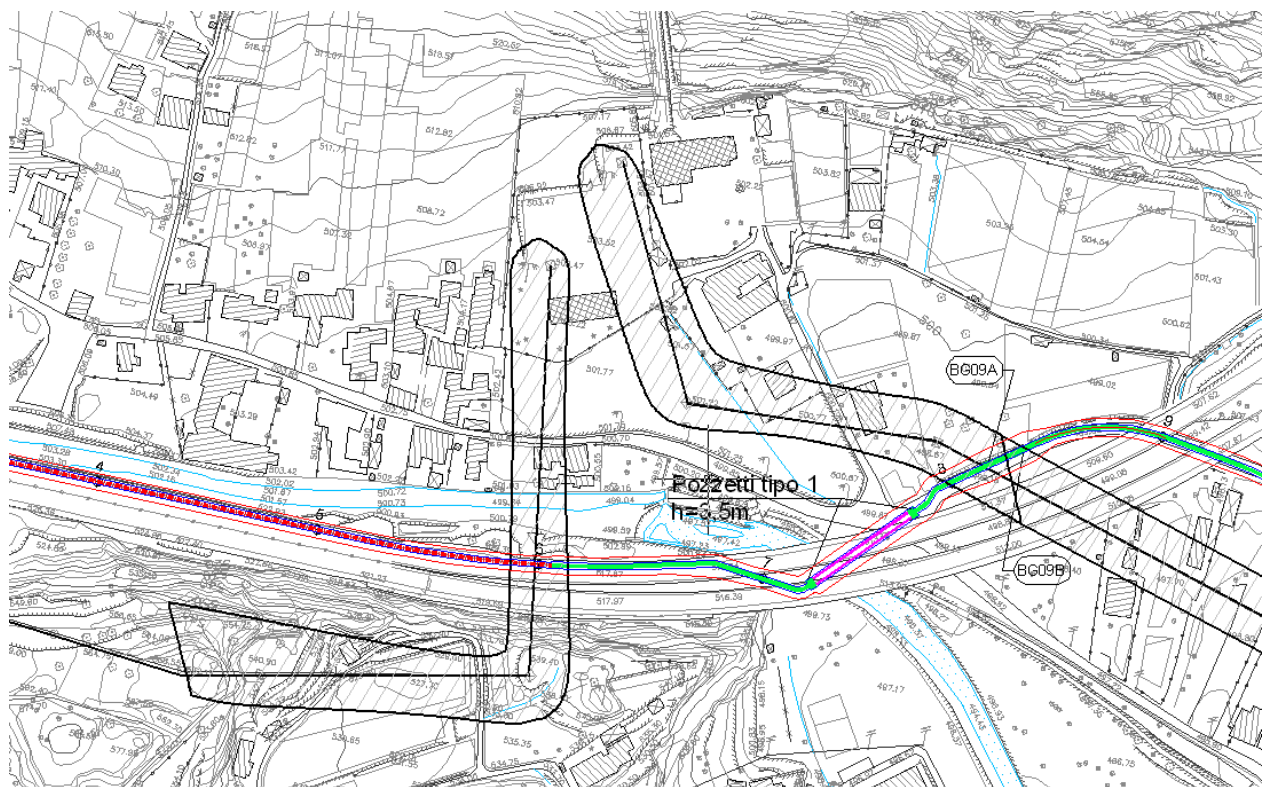


Figura 32 - Stralcio planimetrico interferenza elettrodotto Susa-Mompantero e Mompantero-Bussoleno.

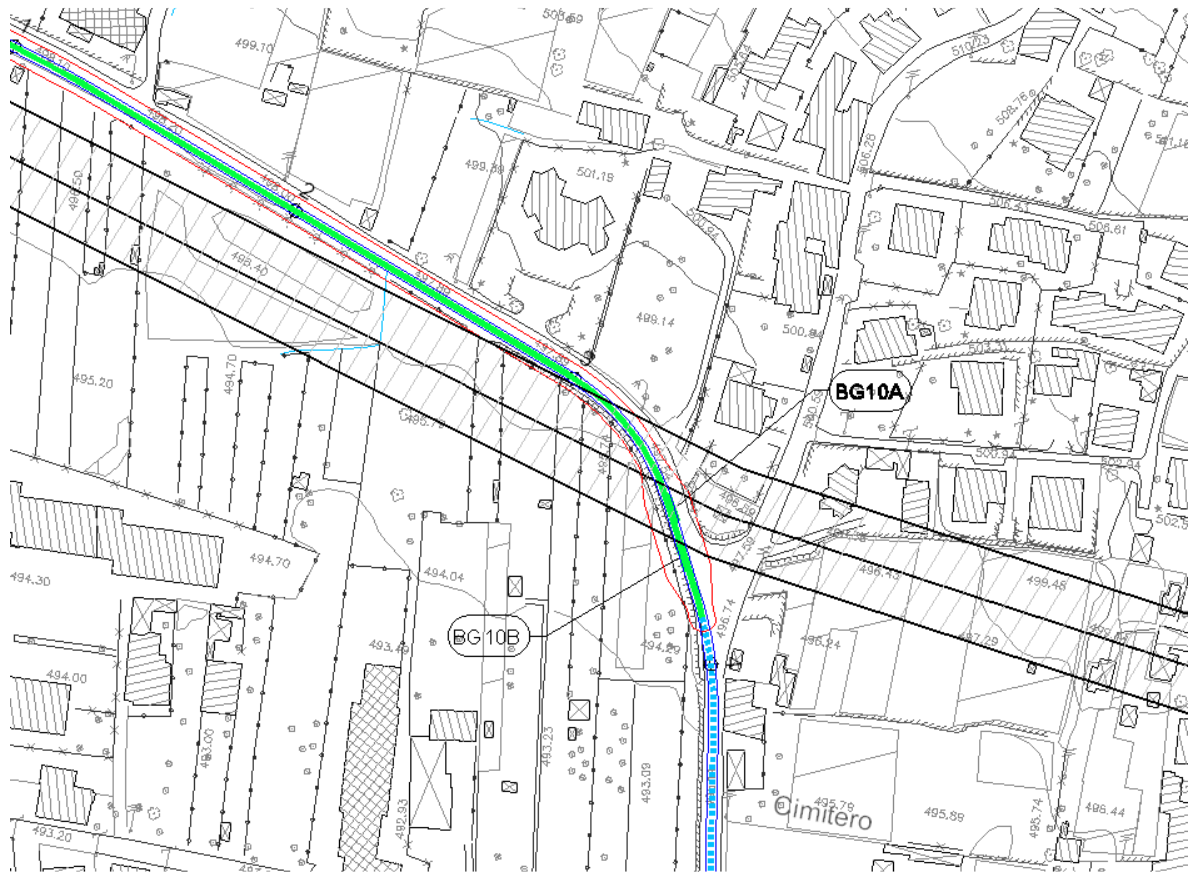


Figura 33 - Stralcio planimetrico interferenza elettrodotto Mompantero-Bussoleno.

Anche in corrispondenza di queste intersezioni l'ampiezza in pianta della curva di induzione magnetica di $3 \mu\text{T}$ (fascia di ripetto) non subisce variazioni a seguito dell'inserimento del nuovo elettrodotto.

Tale risultato è evidenziato nelle seguenti figure da 32 a 36, ove sono riportati i risultati dei calcoli 3D delle suddette configurazioni.

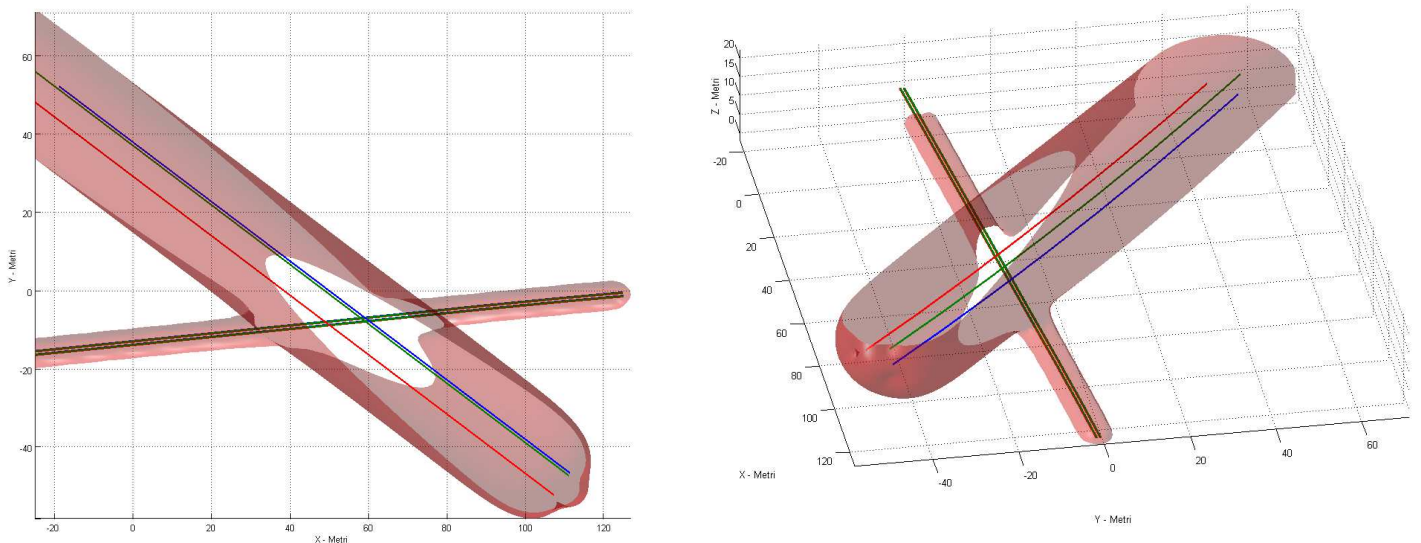


Figura 34a e b - Mappa campo elettromagnetico interferenza elettrodotto Venaus-Susa km 3+400.

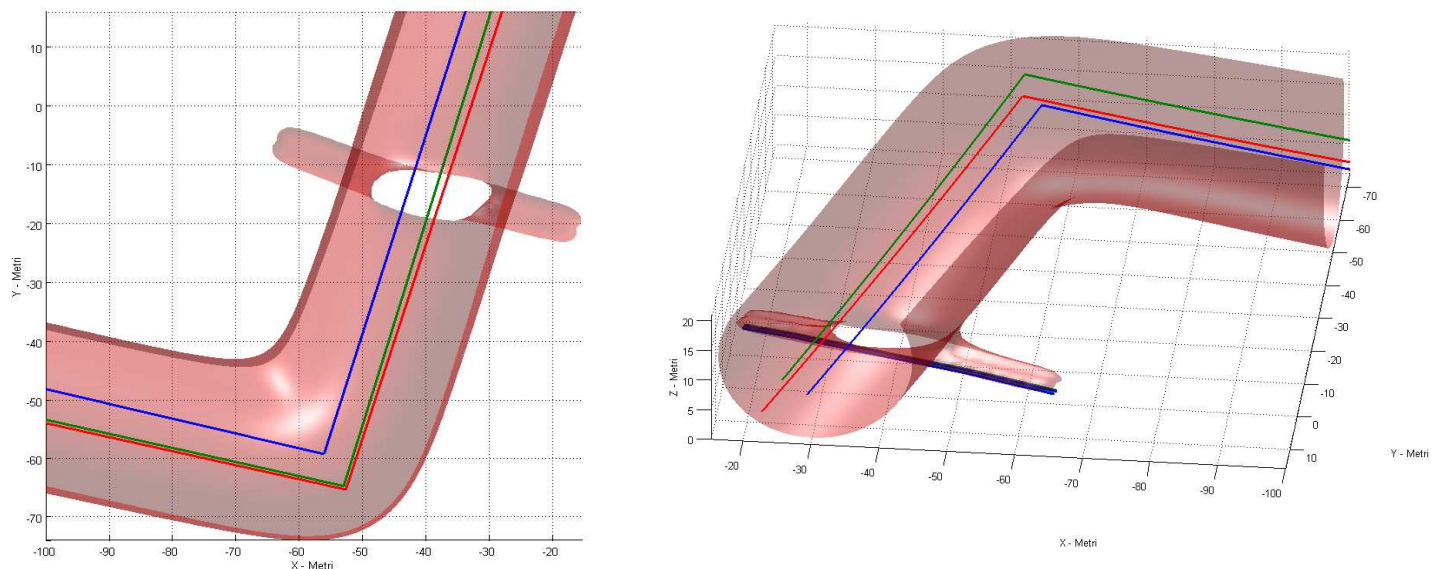


Figura 35 a e b – Mappa campo elettromagnetico interferenza con elettrodotto Susa-Mompantero km 4+600.

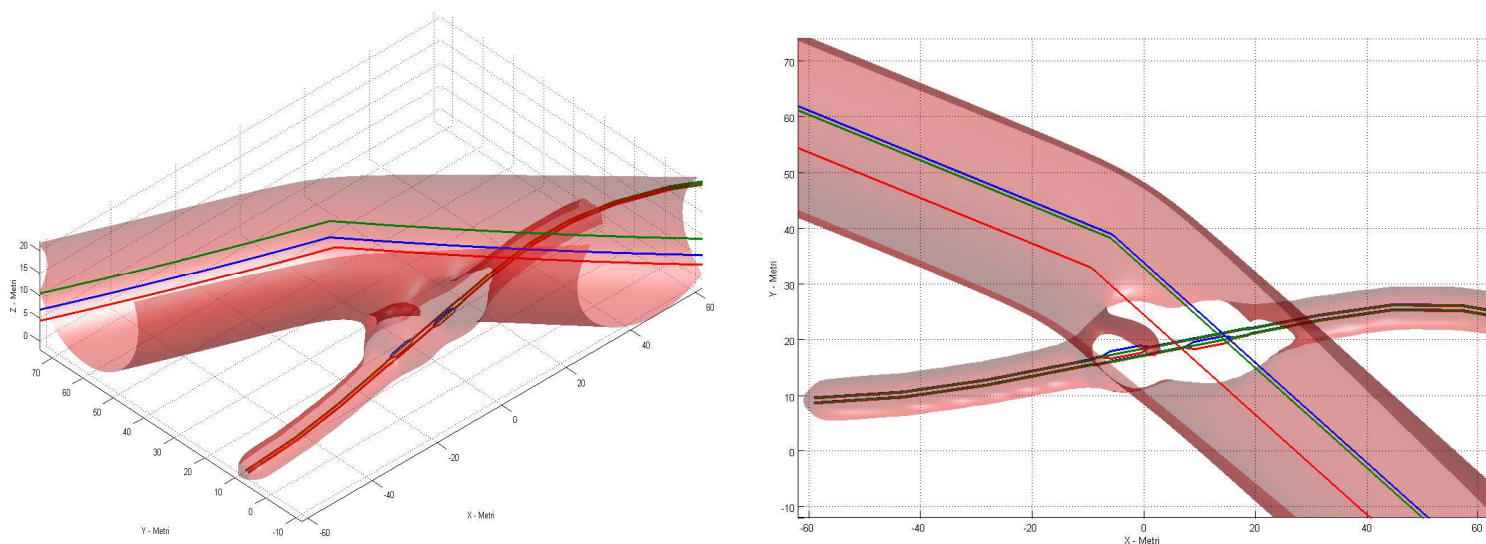


Figura 36 a e b – Mappa campo elettromagnetico interferenza con elettrodotto Mompantero – Bussoleno al km 4+800.

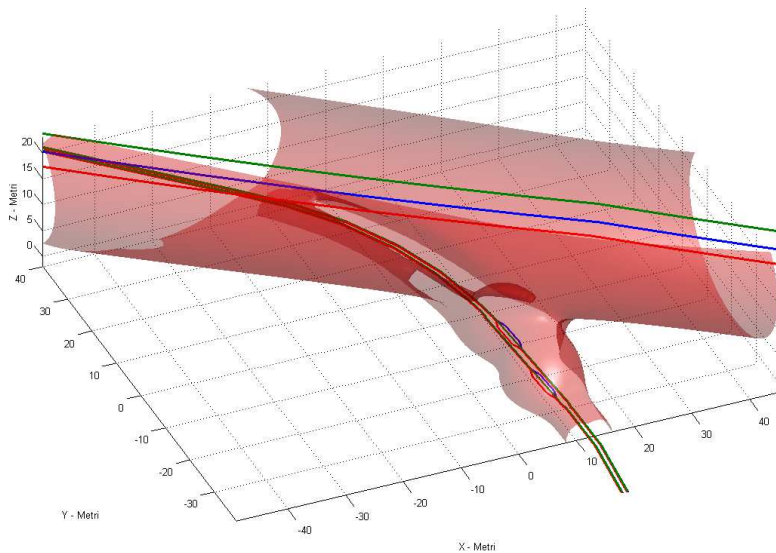
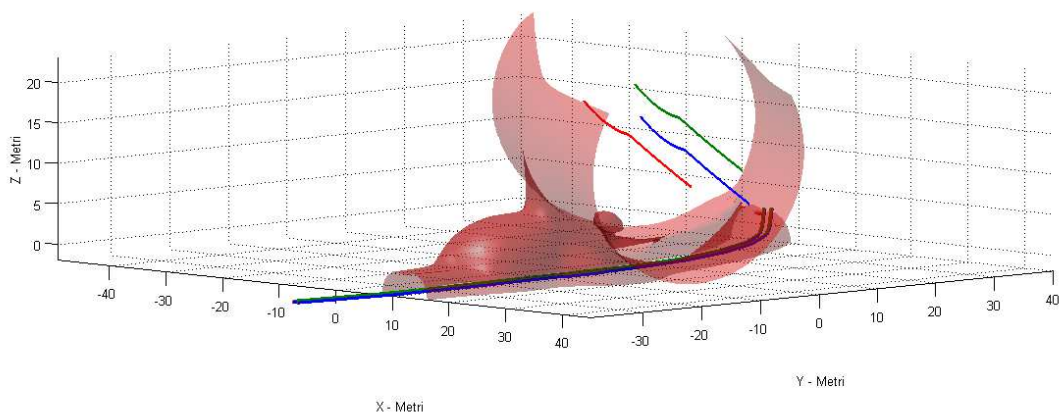


Figura 37 a e b– Mappa campo elettromagnetico interferenza con elettrodotto Mompantero – Bussoleno al km 5+300.

7. Conclusioni

Alla luce di quanto evidenziato dai calcoli esposti nei precedenti paragrafi, e sulla base di quanto riportato nella documentazione di progetto definitivo, si può concludere che gli interventi previsti non alterano la situazione esistente ante-opera. In particolare nessun recettore tutelato ad oggi presente sul territorio (aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore) sarà esposto ad un valore di campo elettromagnetico, generato dai nuovi impianti, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla normativa ($3 \mu\text{T}$).

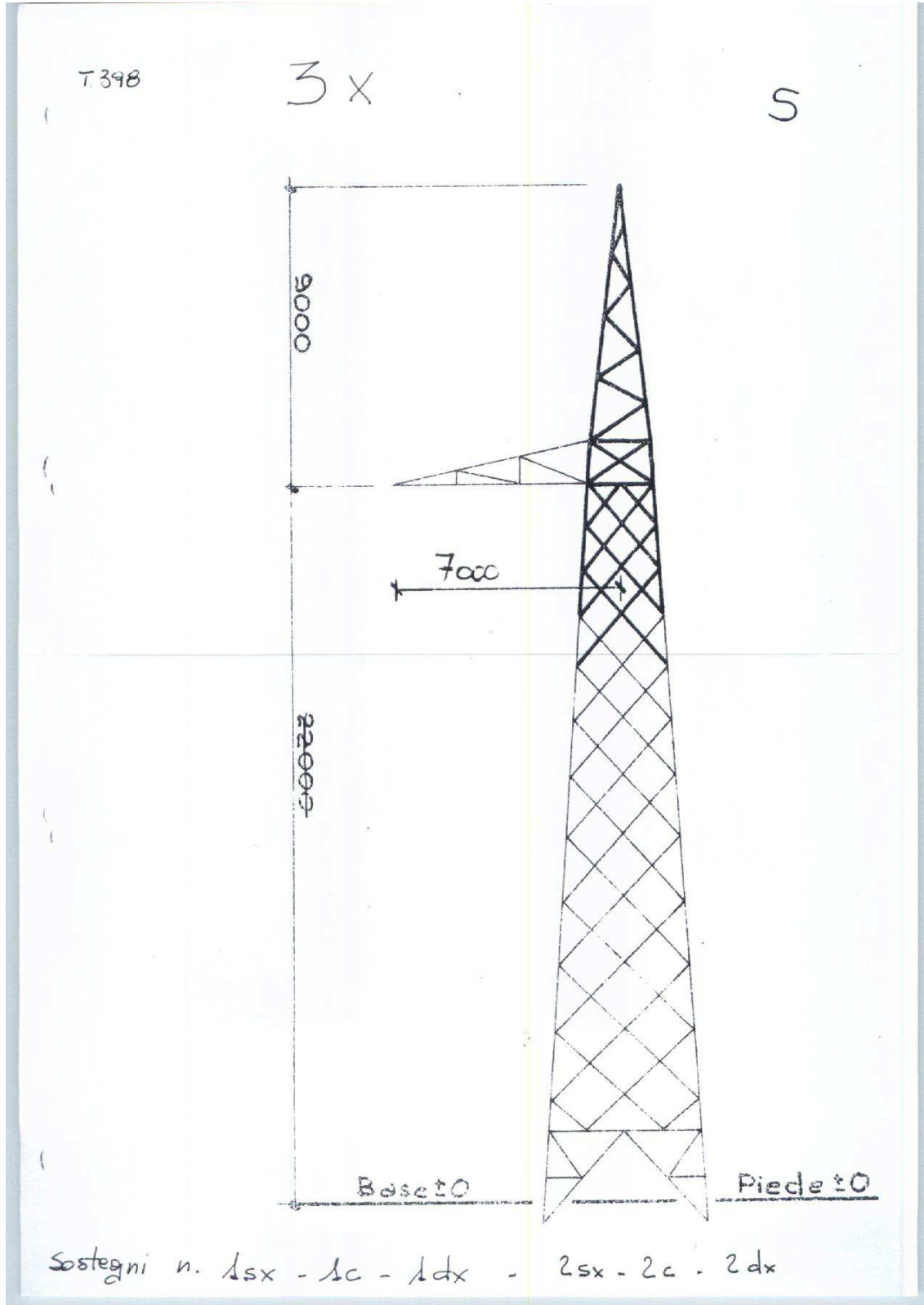
Si osserva in ogni caso che la scelta di alimentare gli impianti per l'energia e la trazione elettrica con linee in alta e media tensione in cavo anziché aeree, permette di sanare in maniera relativamente semplice eventuali criticità che potrebbero emergere a seguito degli approfondimenti delle ulteriori fasi progettuali.

Infatti, se nel corso della progettazione definitiva ed esecutiva, dovesse emergere la presenza di recettori (futuri) con esposizione non conforme alla normativa vigente, sarà sufficiente prevedere una estensione della posa con schermo o aumentare localmente la profondità di interrimento dei cavi.

ALLEGATI

Per completezza, e a solo titolo informativo, si riportano nelle figure di seguito allegate, le caratteristiche geometriche e le correnti degli elettrodotti Terna presenti nella zona interessata degli interventi di progetto.

Le informazioni di seguito riportate sono state utilizzate per il calcolo del campo magnetico complessivo, laddove le opere di progetto sono prossime ad altre linee elettriche.



RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
 RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA

Chiusa S. Michele

Linea	Conduttore	Tensione	n° conduttori	Corrente	Sost. Inizio Tratto	Sost. Fine Tratto	DPA lato Sx	DPA lato Dx	Interferenza	Linea interferente
398	AA32.3	380 kV	2	1536 A	63 /	- 67 /	(37,5 m)	(35,0 m)	incrocio	T 580
589	AA31.5/1	132 kV	1	675 A	19 /	- 21 /	18,0 m	19,0 m		
	AA31.5/1	132 kV	1	675 A	21 /	- 22 /	(18,0 m)	(19,0 m)	incrocio	T 398
	AA31.5/1	132 kV	1	675 A	22 /	- 24 /	18,5 m	19,5 m		
	AA31.5/1	132 kV	1	675 A	24 /	- 25 /	(18,5 m)	(19,5 m)	incrocio	15 kV
	AA31.5/1	132 kV	1	675 A	25 /	- 26 /	(18,5 m)	(19,5 m)	incrocio	R.F.I 66 kV x2

Mompantero

Linea	Conduttore	Tensione	n° conduttori	Corrente	Sost. Inizio Tratto	Sost. Fine Tratto	DPA lato Sx	DPA lato Dx	Interferenza	Linea interferente
398	AA32.3	380 kV	2	1536 A	2 /C	- /	72,0 m	78,0 m		
	AA32.3	380 kV	2		2 /DX	- 3 /				
	AA32.3	380 kV	2		2 /SX	- /				
	AA32.3	380 kV	2		3 /	- 21 /			43,0 m	43,0 m
580	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	10 /	- 12 /	19,0 m	19,0 m		

Sant' Antonino di Susa

Susa

Linea	Conduttore	Tensione	n° conduttori	Corrente	Sost. Inizio Tratto	Sost. Fine Tratto	DPA lato Sx	DPA lato Dx	Interferenza	Linea interferente
580	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	12 /	- 9999 /SUSA	19,0 m	19,0 m		
581	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	0 /SUSA	- 9 /MOMP	21,0 m	21,0 m		
585	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	1 /MOMP	- 11 /	19,0 m	19,0 m		
	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	11 /	- 12 /	(14,0 m)	(15,0 m)	incrocio	15 kV (4744)
	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	12 /	- 15 /	14,0 m	15,0 m		
	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	15 /	- 16 /	(14,0 m)	(15,0 m)	incrocio	15 kV (4581)
	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	16 /	- 17 /	14,0 m	15,0 m		
	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	17 /	- 18 /	(14,0 m)	(15,0 m)	incrocio	15 kV
	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	18 /	- 20 /	14,0 m	15,0 m		

Vaie

Linea	Conduttore	Tensione	n° conduttori	Corrente	Sost. Inizio Tratto	Sost. Fine Tratto	DPA lato Sx	DPA lato Dx	Interferenza	Linea interferente
398	AA32.3	380 kV	2	1536 A	57 /	- 62 /	43,0 m	43,0 m		
	AA32.3	380 kV	2	1536 A	62 /	- 63 /	(35 m)	(38 m)	incrocio	T 589

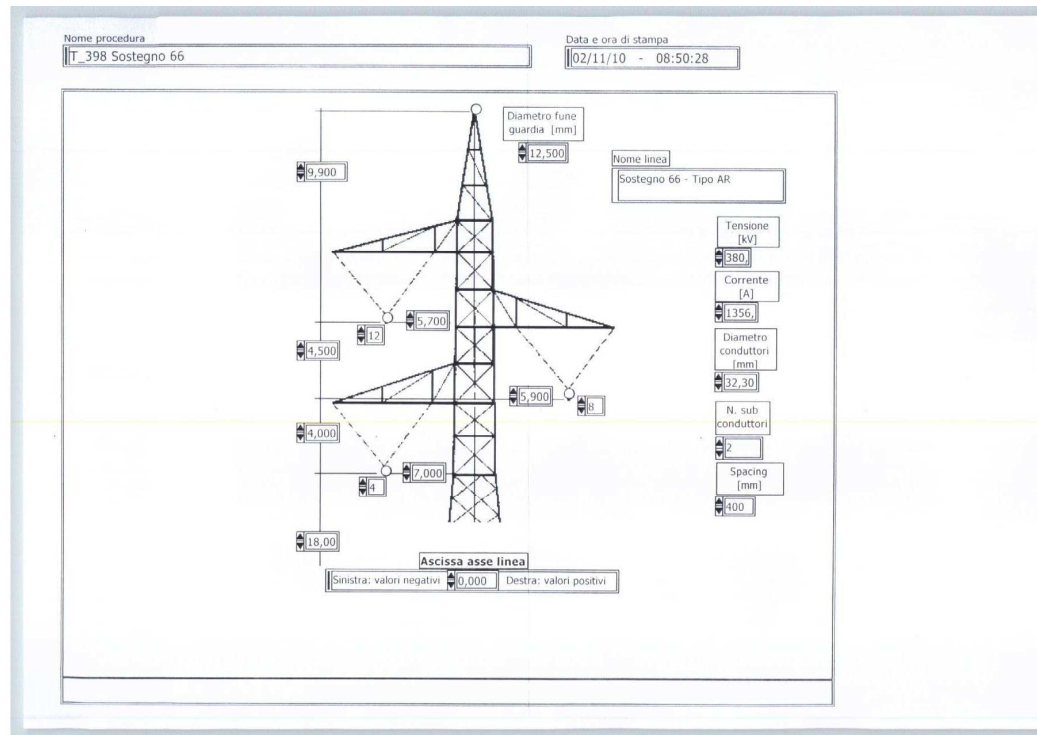
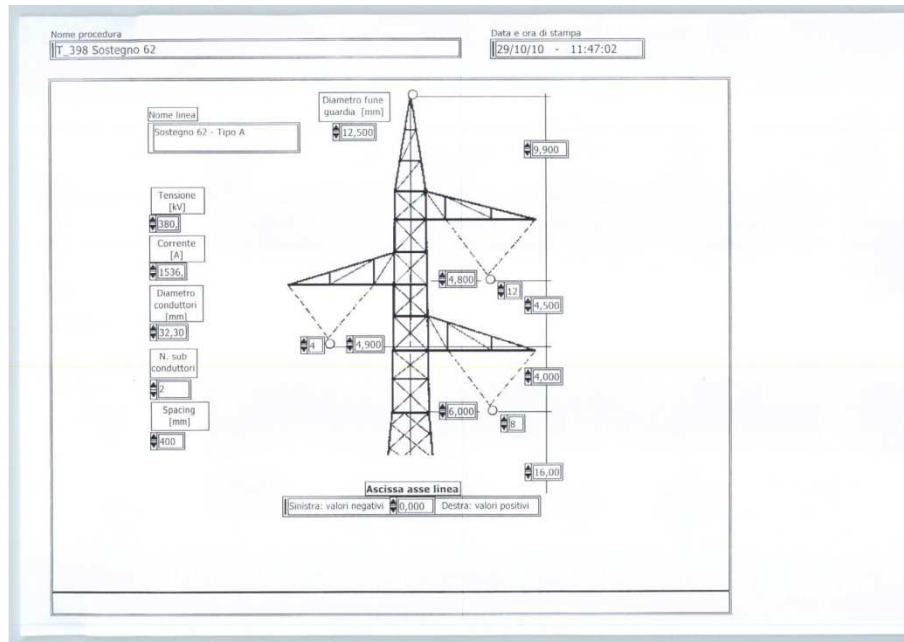
Venaus

Linea	Conduttore	Tensione	n° conduttori	Corrente	Sost. Inizio Tratto	Sost. Fine Tratto	DPA lato Sx	DPA lato Dx	Interferenza	Linea interferente
398	AA32.3	380 kV	2	1536	0 /VENA	- 1 /SX	(70,0 m)	(75,0 m)		
	AA32.3	380 kV	2			- 1 /DX				
	AA32.3	380 kV	2			- 1 /C				
399	AA32.3	380 kV	2	1536	0 /VENA	- 1 /	42,5 m	42,5 m		
	AA32.3	380 kV	2	1536	1 /	- 2 /	(42,5 m)	(42,5 m)	incrocio	T 580
	AA32.3	380 kV	2	1536	2 /	- 5 /	42,5 m	42,5 m		
503	AA22.8/1	132 kV	1	442	0 /VENA	- 6 /				
580	AA22.8/1	132 kV	1	442	0 /VENA	- 1 /	(19,0 m)	(19,0 m)	incrocio	15 kV (Moncenisio)
	AA22.8/1	132 kV	1	442	1 /	- 2 /	(14,0 m)	(15,0 m)	incrocio	T 399 - 15 kV (Moncenisio)
	AA22.8/1	132 kV	1	442	2 /	- 3 /	(14,0 m)	(15,0 m)	incrocio	T 398
	AA22.8/1	132 kV	1	442	3 /	- 9 /	14,0 m	15,0 m		
	AA22.8/1	132 kV	1	442	9 /	- 10 /	(14,0 m)	(15,0 m)	incrocio	15 kV (237/4721)

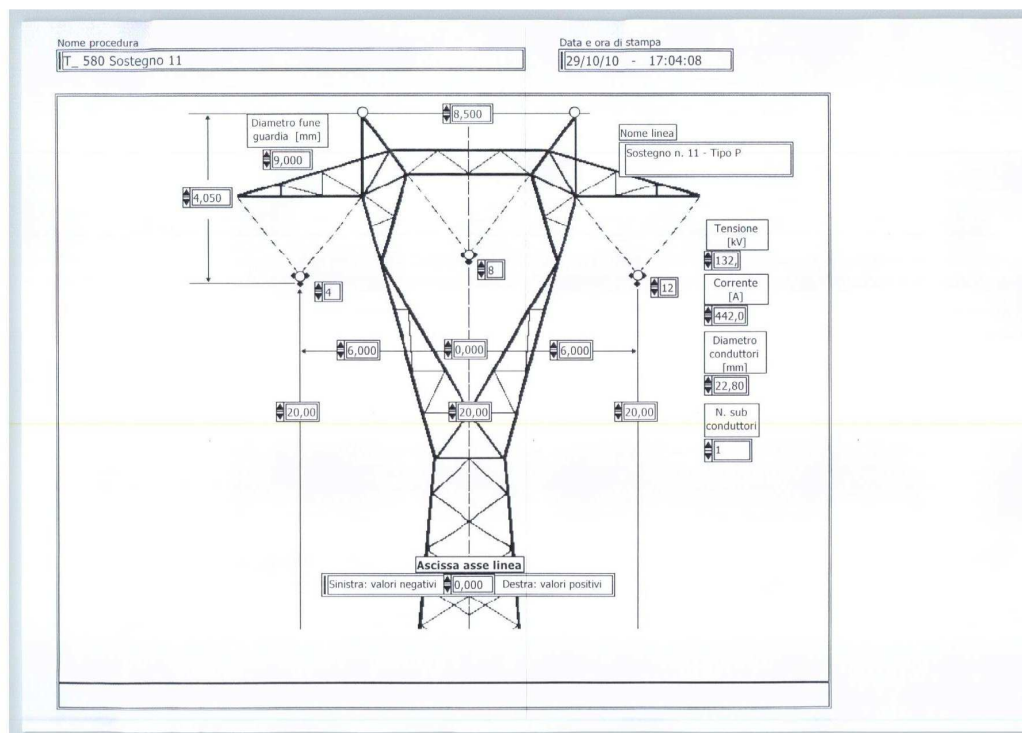
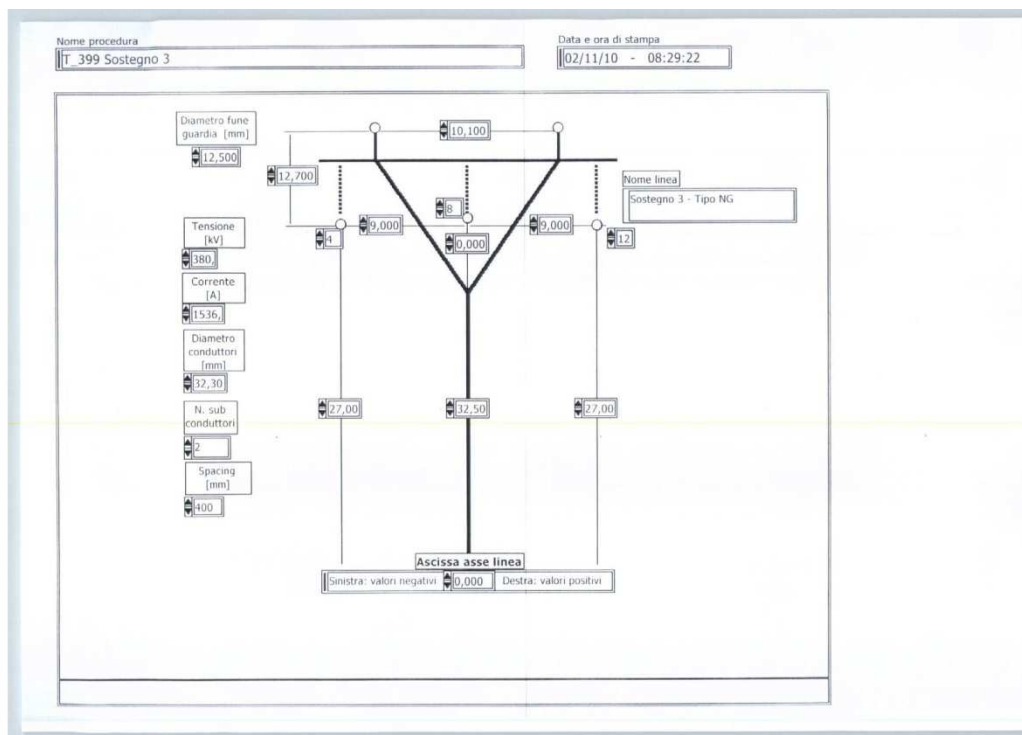
Villarfioccardo

Linea	Conduttore	Tensione	n° conduttori	Corrente	Sost. Inizio Tratto	Sost. Fine Tratto	DPA lato Sx	DPA lato Dx	Interferenza	Linea interferente
582	AA22.8/1	132 kV	1	442 A	36 /	- 41 /	15,0 m	16,0 m		

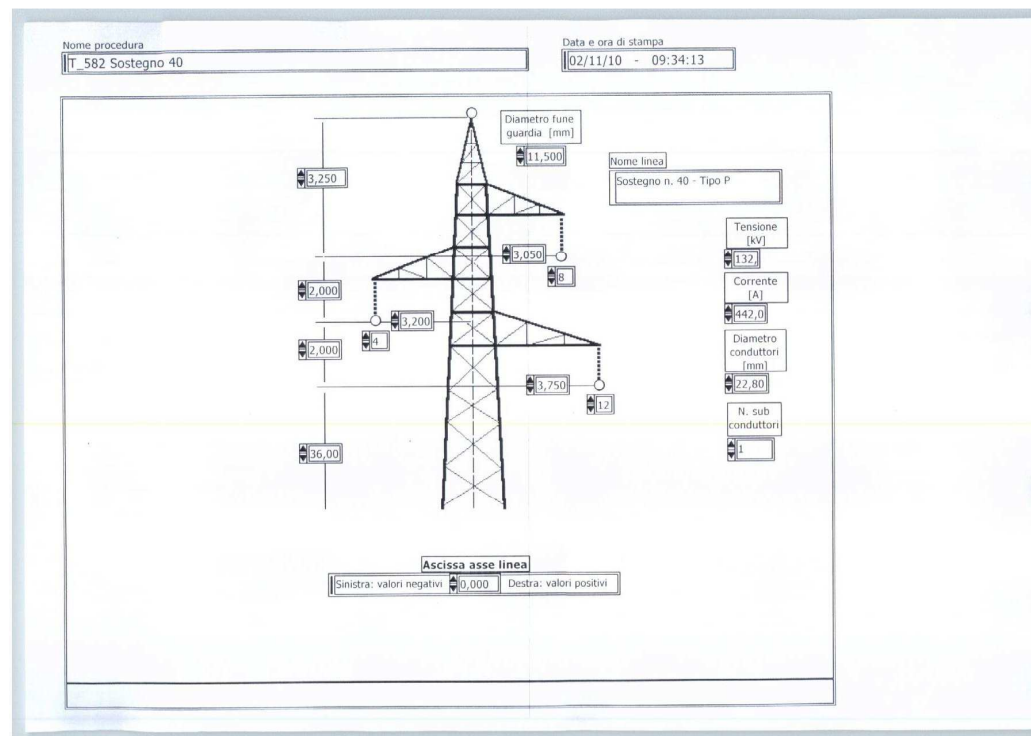
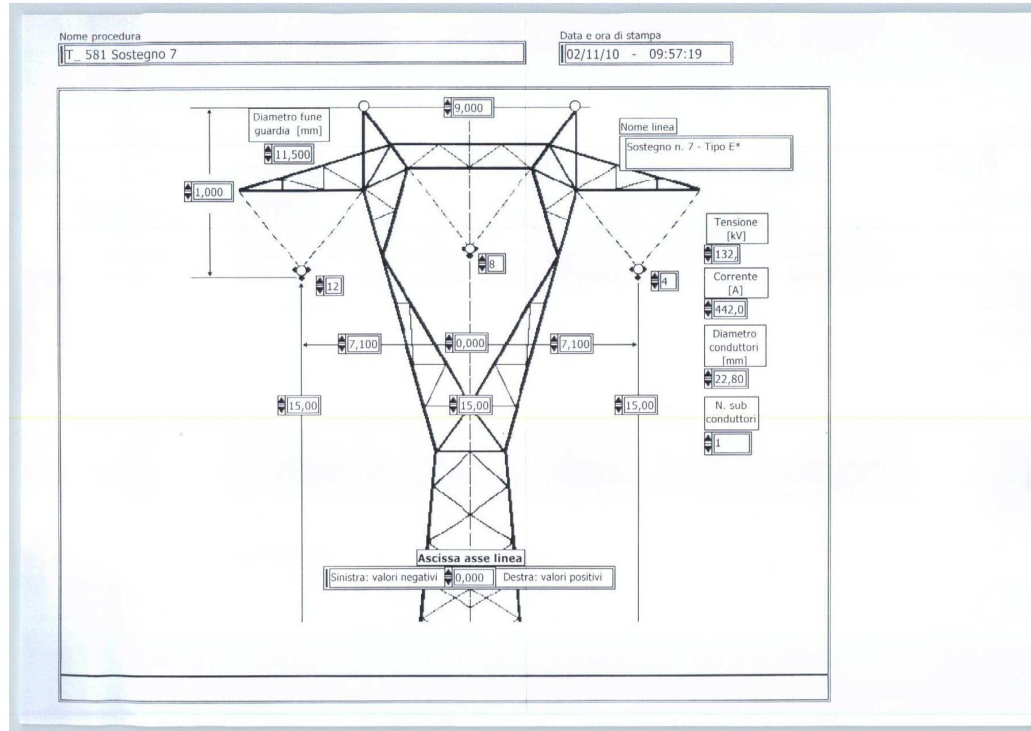
RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA



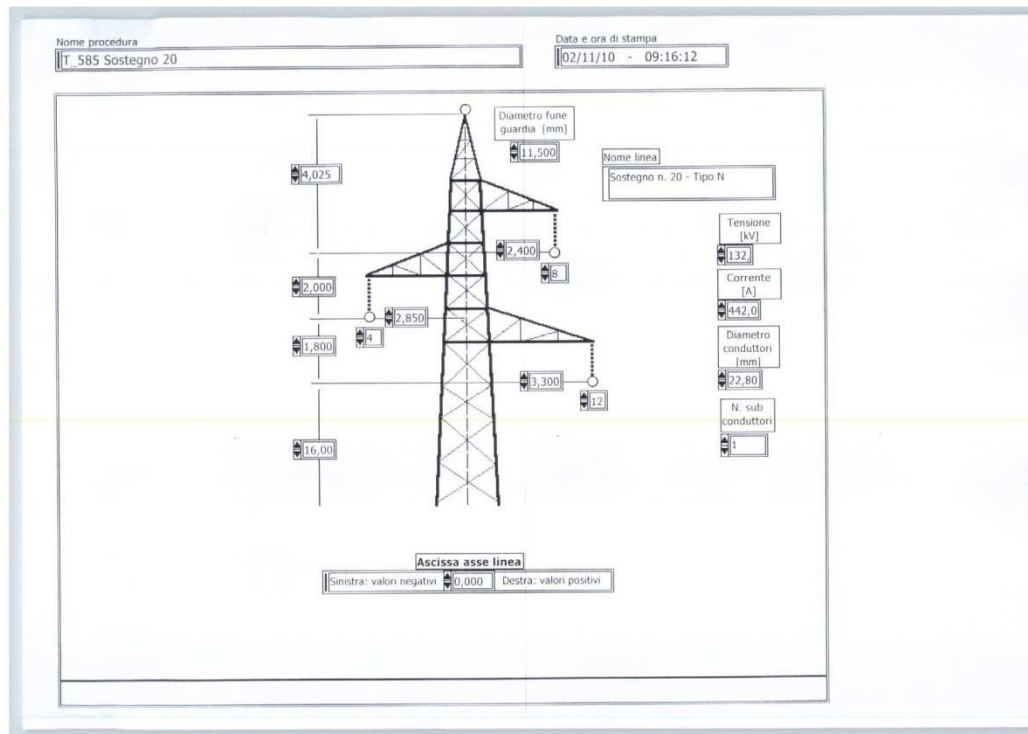
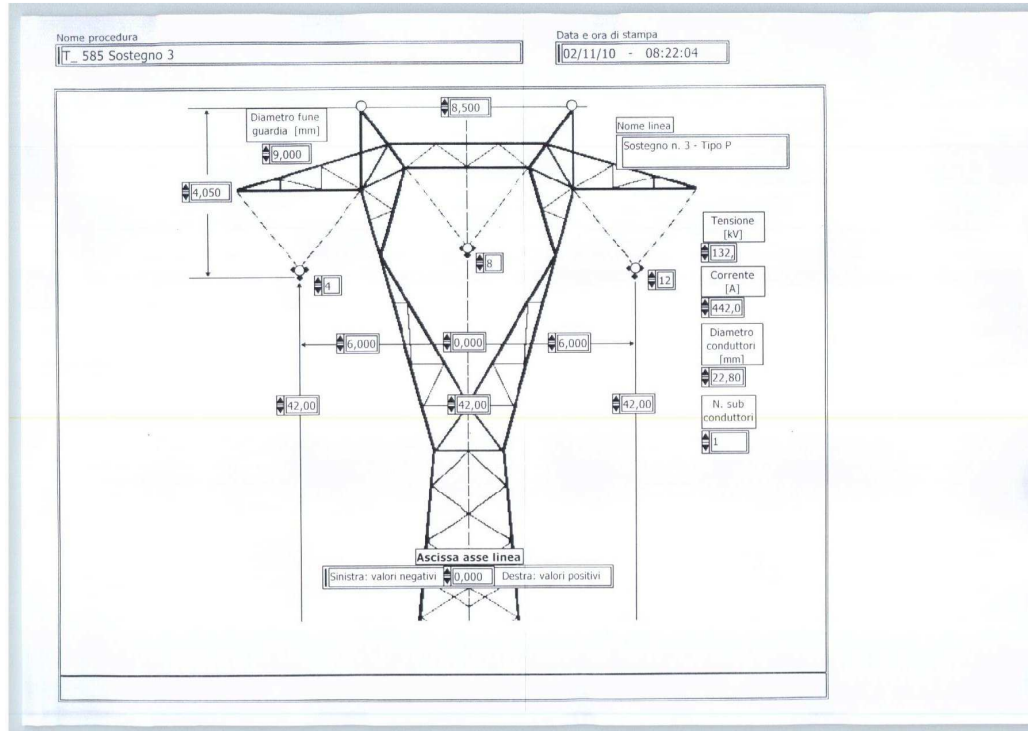
RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
 RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA



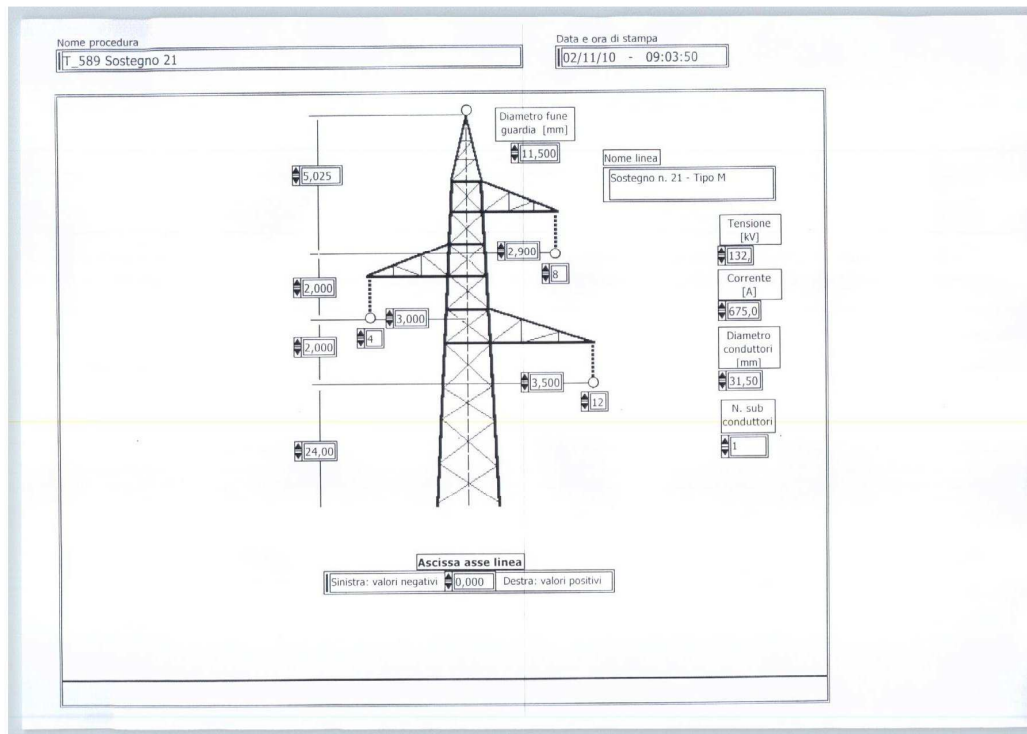
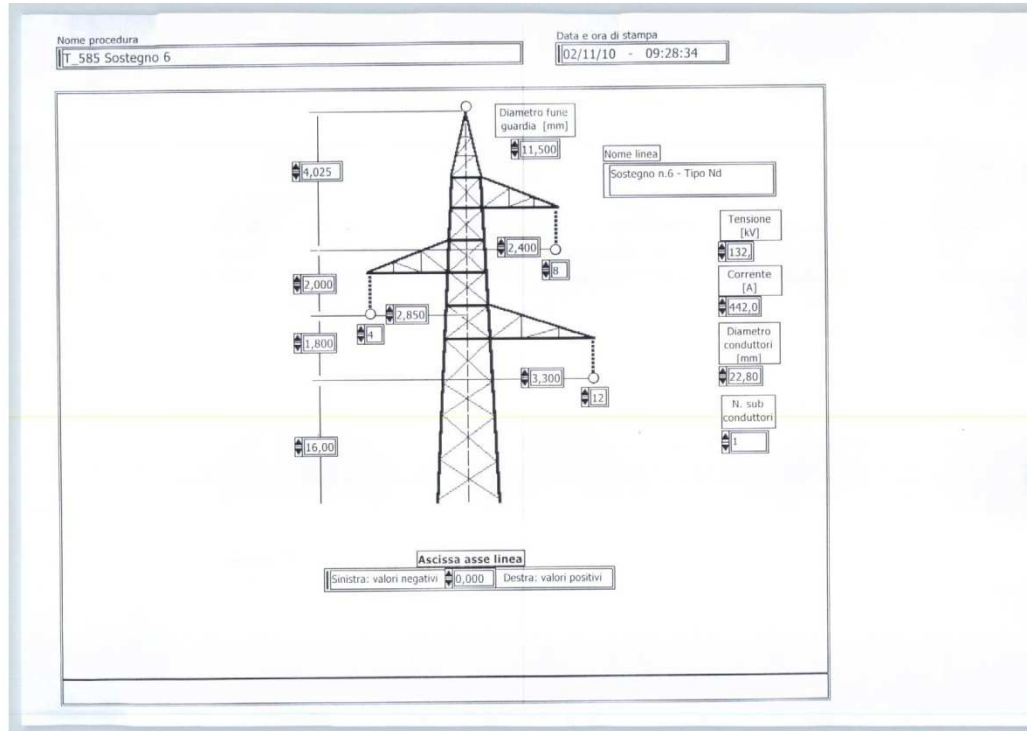
RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA



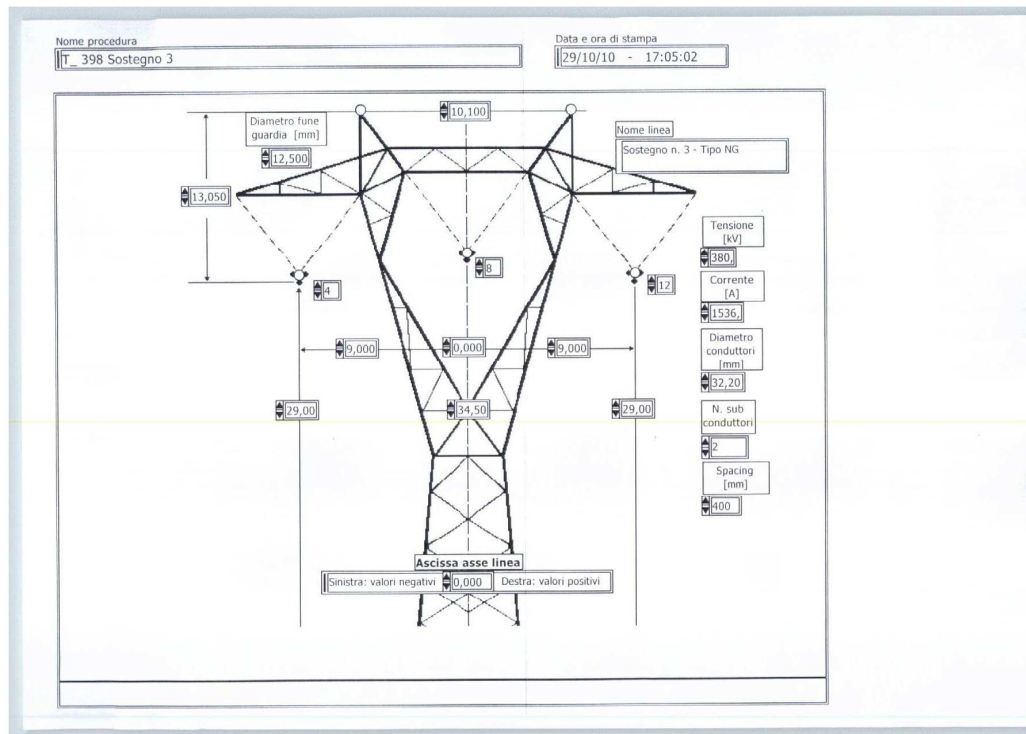
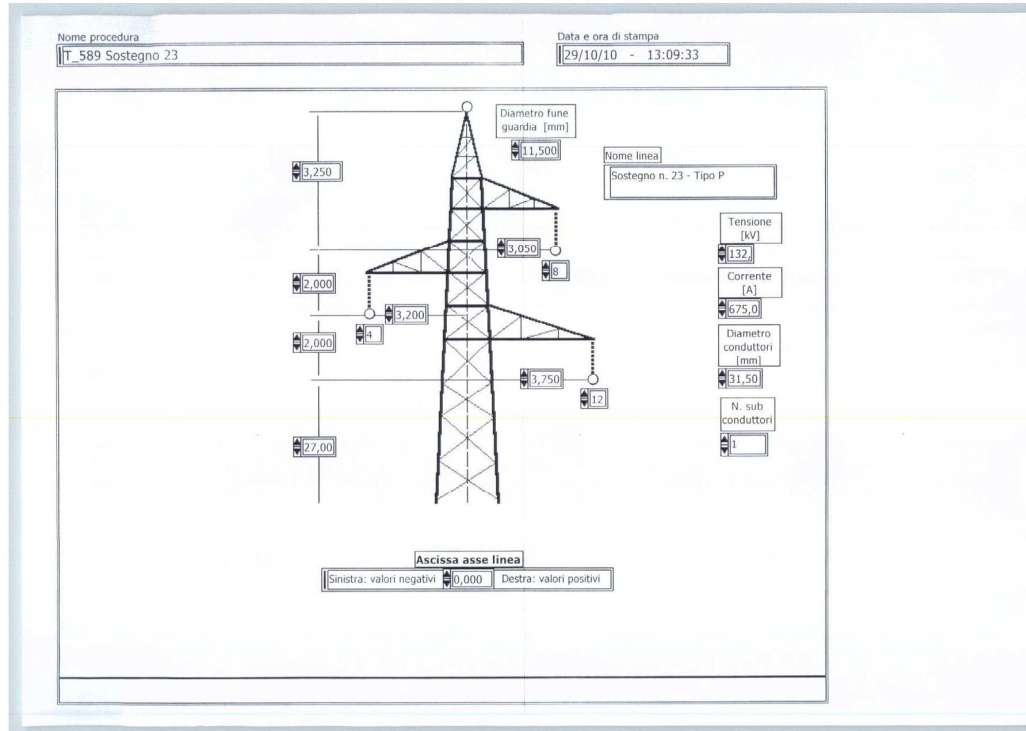
RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
 RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA



RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
 RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA



RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
 RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA



RAPPORT RELATIF AUX SIMULATIONS CHAMPS MAGNETIQUE LIGNE EN CABLE 132KV VENAUS-SUSA
RELAZIONE RELATIVA ALLE SIMULAZIONI CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 132KV VENAUS-SUSA

