



MICHELIN (CUNEO)

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI (CEM)



PROJECT TEAM		
Engineering Department	Prepared	Verified
Prog. EL	A. Garavaglia / E. Podestà	A. Crippa
Prog. CI	N. Carrieri / R. Calabrò	A. Citterio

REV.	STATO	DESCRIZIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
0	FUS	PRIMA EMISSIONE	05/08/2021	Project Team	INGE	V. Neri

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	DESCRIZIONE GENERALE.....	3
3	RIFERIMENTI.....	5
4	INTRODUZIONE.....	7
5	LAYOUT.....	7
6	SCENARI DI CALCOLO.....	10
7	MODELLO MAGIC®.....	11
7.1	TRASFORMATORE ELEVATORE 132/11 kV TR – QUADRO DI MEDIA TENSIONE QMT E LINEE MT COGE 1-QMT, COGE 2-QMT E QMT-TE.....	11
7.2	MONTANTE IBRIDO 132kV (MTS) E SOVRASTANTE LINEA AEREA.....	15
7.3	CIRCUITO TE-MTS.....	20
8	GRAFICI INDUZIONE MAGNETICA.....	22
9	CONCLUSIONI.....	24
10	ALLEGATI.....	25

1 INTRODUZIONE

Il presente documento si propone di illustrare i calcoli relativi ai campi elettrici e magnetici relativi ai circuiti delle nuove linee in cavo di alta e di media tensione, nonché nell'intorno del trasformatore elevatore AT/MT, nell'ambito del progetto per il nuovo impianto di cogenerazione presso lo stabilimento Michelin Italiana S.p.A. di Cuneo.

2 DESCRIZIONE GENERALE

Con riferimento allo schema elettrico unifilare generale e alla planimetria generale n°C330PLKC003 allegati alla presente, il progetto prevede l'installazione di:

- n°1 cavidotto interrato di collegamento tra i generatori sincroni (COGE 1, COGE 2) e il quadro di media tensione QMT;
- n°1 cavidotto interrato di collegamento tra il quadro di media tensione QMT e i terminali lato avvolgimento di media tensione del trasformatore elevatore TR;
- n°1 trasformatore elevatore TR avente le seguenti caratteristiche:
 - o rapporto di trasformazione nominale 132 +/-12x1,25% / 11 kV
 - o potenza nominale 24 / 30 MVA ONAN/ONAF
 - o Vcc 10%
 - o gruppo di collegamento e indice orario YNd1
- n°1 cavidotto ad alta tensione di collegamento tra i terminali lato avvolgimento di alta tensione del trasformatore elevatore TR e il montante ibrido (MTS) nella stazione elettrica 132 kV di Michelin Italiana S.p.A.;
- n°1 montante ibrido 132 kV ad isolamento misto (MTS – Mixed Technology Switchgear), comprendente sia Moduli Compatti Integrati (MCI) con isolamento in gas esafluoruro di zolfo (SF₆) sia apparecchiature con isolamento in aria (sezionatori tripolari con lame di terra, scaricatori di sovratensione).

Le caratteristiche elettriche dei cavidotti sono riportate nella tabella seguente.

Collegamento	Tensione di esercizio	Lunghezza collegamento	Formazione	Corrente di impiego massima
COGE 1-QMT	11 kV	50 metri	3x2x(1x300) mm ² Cu	788 A
COGE 2-QMT	11 kV	50 metri	3x2x(1x300) mm ² Cu	788 A
QMT-TE	11 kV	100 metri	3x3x(1x500) mm ² Cu	1576 A
TE-MTS	132 kV	705 metri 10 metri	3x(1x400 mm ²) Cu / Al Corda acciaio 31.5 mm ²	135 A

In particolare, si precisa quanto segue relativamente a ciascun collegamento.

COGE 1-QMT

- Dorsale MT tensione nominale $U_0/U = 8,7/15$ kV, $3 \times 2 \times (1 \times 300)$ mm² Cu in uscita dal Quadro Generale QMT verso i cogeneratori, ciascuna con diametro esterno cavi 4,08 cm e corrente massima 788 A (equamente riparta tra le 2 terne di ogni dorsale), posa dei cavi a trifoglio accorpato e passaggio interrato a profondità minima 0,8 m.

COGE 2-QMT

- Dorsale MT tensione nominale $U_0/U = 8,7/15$ kV, $3 \times 2 \times (1 \times 300)$ mm² Cu in uscita dal Quadro Generale QMT verso i cogeneratori, ciascuna con diametro esterno cavi 4,08 cm e corrente massima 788 A (equamente riparta tra le 2 terne di ogni dorsale), posa dei cavi a trifoglio accorpato e passaggio interrato a profondità minima 0,8 m.

QMT-TE

- Nr. 1 dorsale MT $3 \times 3 \times (1 \times 500)$ mm² Cu con corrente massima 1576 A (equamente ripartita sulle 3 terne) e diametro esterno cavi 4,72 cm, in uscita dal trasformatore elevatore 132/11 kV TR (lato MT) e in arrivo al Quadro di Media Tensione QMT, con posa dei cavi in piano nel tratto in discesa dal trasformatore e a trifoglio accorpato in corrugato (una terna RST per ogni corrugato) a profondità minima 0,8 m dal piano di calpestio, nel tratto successivo.

TE-MTS

- La linea in alta tensione interrata TE-MTS e il collegamento con la linea aerea sono stati valutati per una corrente massima 135 A, pari alla corrente nominale lato AT del trasformatore elevatore 132/11 kV TR e verranno trattati nei paragrafi dedicati seguenti.

Il Modulo Compatto Integrato (MCI) nell'ultimo tratto di derivazione è considerato come sorgente ininfluenza ai fini del calcolo dell'induzione magnetica complessiva.

Per il tratto aereo, cautelativamente, sono state considerate le seguenti caratteristiche:

- Posa dei cavi in piano, una sola terna;
- Interasse cavi pari a 3m;
- Altezza cavi 10 m, costante e pari al franco minimo della linea aerea.

Tutti i cavi sono previsti ad isolamento solido di tipo estruso.

Nelle condizioni di normale esercizio, la corrente di impiego massima del circuito rappresentato da ciascun cavidotto è stata calcolata considerando le seguenti caratteristiche nominali dei generatori sincroni COGE 1 e COGE 2:

- potenza apparente nominale	15 MVA
- potenza attiva nominale	12 MW
- fattore di potenza nominale	0,8
- tensione nominale	11 kV
- frequenza nominale	50 Hz
- corrente nominale	788 A

In pratica, i calcoli sono stati eseguiti considerando la situazione più gravosa, ovvero quella che prevede il funzionamento di entrambi i gruppi di generazione alla potenza attiva nominale e al fattore di potenza nominale, trasferendo al quadro QMT e quindi al trasformatore elevatore 132/11 kV TR la potenza di 30 MVA (corrispondenti a 1576 A all'avvolgimento secondario 11 kV e a 135 A all'avvolgimento primario 132 kV).

Per quanto concerne il collegamento TE-MTS, la sezione del cavo da posare in formazione 3x(1x400) mm² è da intendersi preliminare, in quanto sarà oggetto di calcolo e definizione da parte del fornitore del cavo stesso nel corso della progettazione esecutiva, in ragione della necessità di garantire la corrente di impiego massima di 135 A in ogni condizione di esercizio dei gruppi di generazione nelle condizioni di posa previste per i cavi (si vedano i paragrafi successivi), e della corrente di cortocircuito passante che dovranno essere in grado di sostenere senza danneggiamenti termici (nel caso in oggetto di connessione alla rete a 132 kV, il valore è pari a 31,5 kA).

3 RIFERIMENTI

Scopo di questo paragrafo è quello di indicare le normative di riferimento utilizzate per definire la fascia di rispetto e la distanza di prima approssimazione per il collegamento in oggetto.

La legge n°36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi.

La presente legge ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, la presente legge si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione. A tal proposito, l'articolo 3 definisce:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Il DPCM 8 luglio 2003 recepisce le indicazioni contenute nella legge 36/2001 e fissa i limiti di esposizione, di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati dagli elettrodotti.

Nello specifico vengono fissati a 5 kV/m e a 100 μ T i limiti di esposizione rispettivamente per il campo elettrico e per l'induzione magnetica, mentre viene fissato a 10 μ T (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle condizioni normali di esercizio) il valore di attenzione per l'induzione magnetica nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere.

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza delle suddette aree, viene fissato a 3 μ T l'obiettivo di qualità per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Le norma CEI 211-6 indica le tecniche di misurazione da adottare per la misura dei campi magnetici, mentre il decreto 29 Maggio 2008 indica "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

A tal proposito la fascia di rispetto dei 3 μ T e la distanza di prima approssimazione indicate in questo documento sono state calcolate in accordo alla norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche".

Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Distanza di prima approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

In aggiunta, si è fatto riferimento ai seguenti documenti.

- **DM 29 Maggio 2008**, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- **Supplemento ordinario n.160 alla Gazzetta ufficiale 5 luglio 2008 n. 156**, Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti (allegato APAT);
- **Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea 1999/519/CE, 12 luglio 2009**, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz;
- **D.Lgs n. 159 del 01 agosto 2016**, "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.";
- **D.Lgs n. 81 del 9 aprile 2008**, "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", nello specifico: Titolo VIII Capo IV;
- **Guida CEI 106-11: (2006)**, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- **Guida CEI 106-12 (2006)**, "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT";

- **CEI 14-35 (2008)**, in merito alla valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza aventi una gamma di potenza compresa fra 5 kVA e 1000 kVA;
- **Norma CEI EN 61000-4**, Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4

4 INTRODUZIONE

Lo studio prevede l'individuazione delle aree sensibili e delle sorgenti principali di campo magnetico, per le quali è necessario effettuare una valutazione dell'induzione magnetica ed elettrica, secondo i valori limiti sopra citati (vedasi layout seguenti allegati) e prosegue con la modellizzazione dei dispositivi elettrici mediante software MAGIC® per la valutazione dell'induzione magnetica generata dagli stessi.

5 LAYOUT

In figura 1 si riporta la pianta con la disposizione delle seguenti apparecchiature elettriche oggetto di valutazione:

- Trasformatore elevatore 132/11 kV TR;
- Quadro di Media Tensione QMT;
- Linee MT COGE 1-QMT, COGE 2-QMT e QMT-TE.

I riferimenti Nord, Sud, Est e Ovest indicati nel presente documento sono puramente indicativi, utili solo alla presente analisi.

NORD

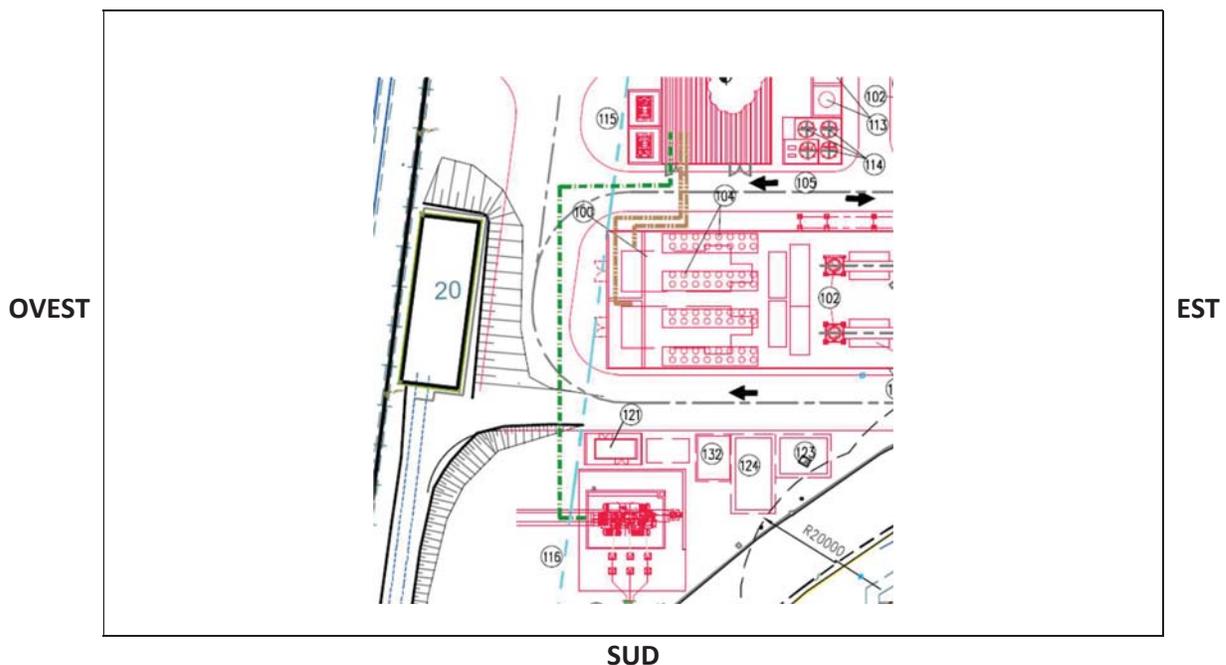


Figura 1

Nella seguente Figura 2 si riporta la pianta con lo stallo in alta tensione e il tratto di derivazione della linea AT interrata dalla linea aerea, a monte dell'impianto.

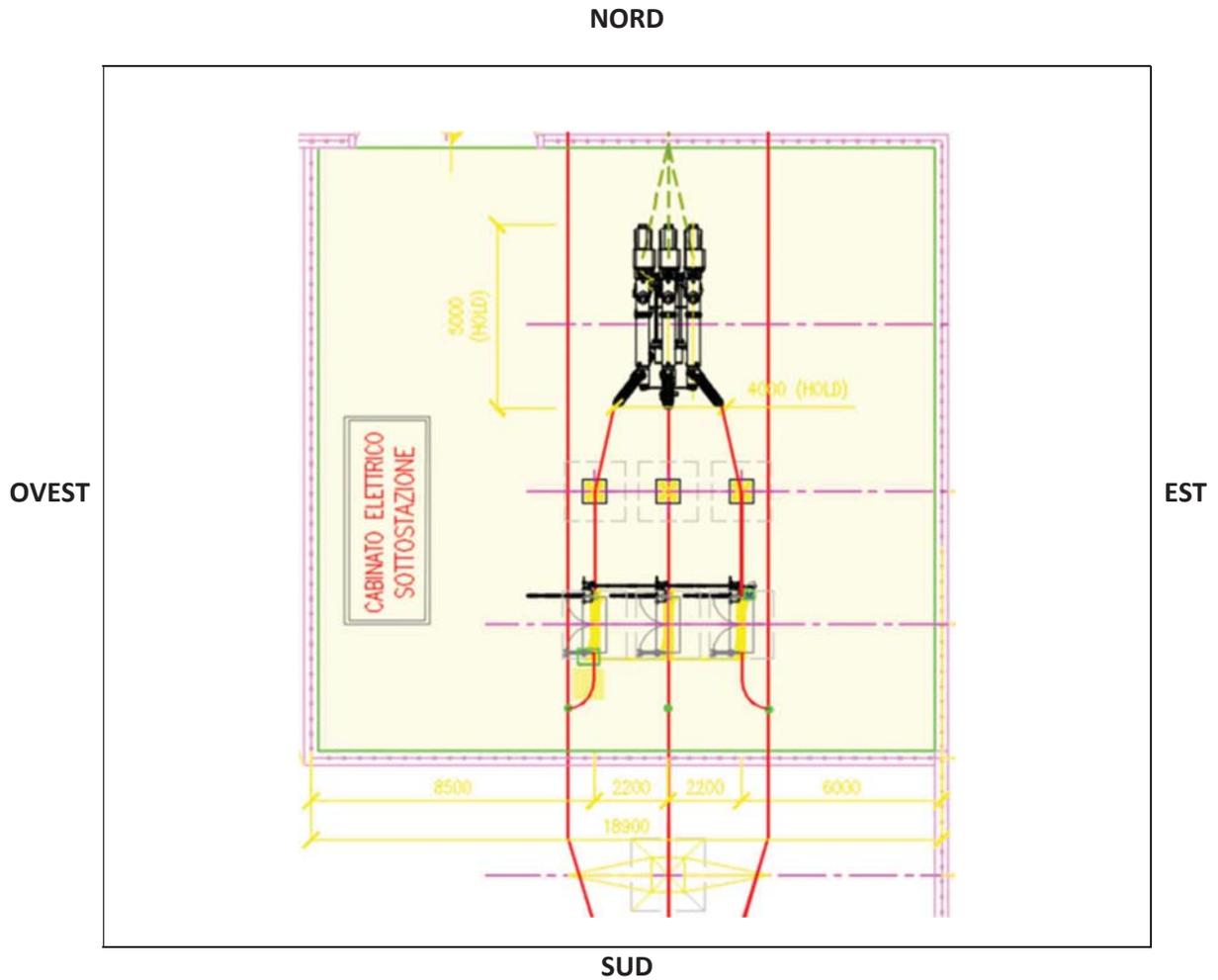


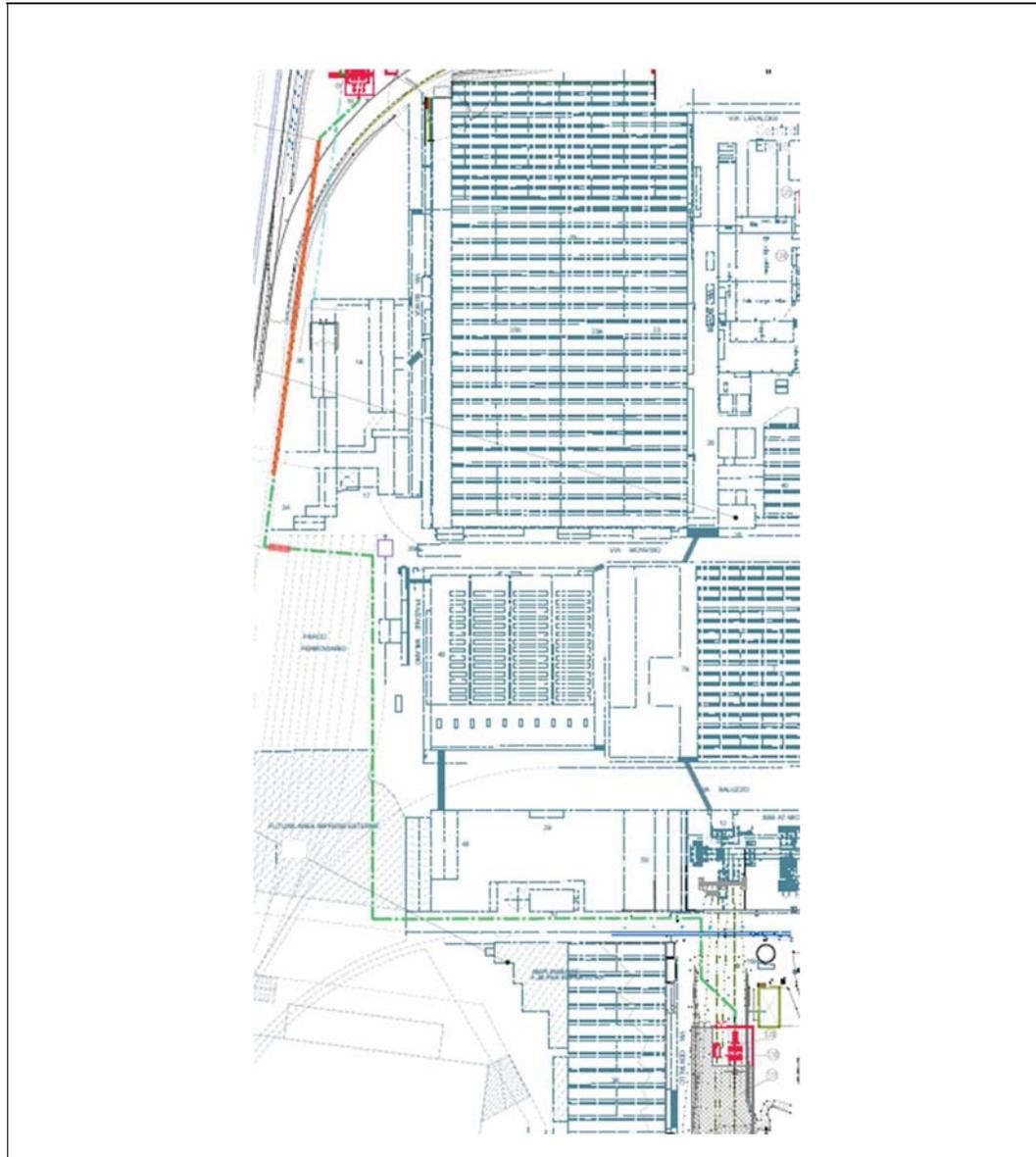
Figura 2

Nella seguente figura 3 si riporta la pianta con il percorso della linea interrata di Alta Tensione (in rosso/verde), relativamente al tratto interrato di collegamento tra il trasformatore elevatore TR e lo stallo AT (in figura 2).

NORD

OVEST

EST



SUD

Figura 3

6 SCENARI DI CALCOLO

Al fine di ottenere una dettagliata analisi della situazione reale, si considera il calcolo riferito alla quota del suolo per le profondità di posa indicate al paragrafo 2. Qualora i circuiti venissero installati ad una profondità maggiore, le fasce riportate sarebbero cautelative rispetto alla situazione reale.

In riferimento alla normativa vigente dovranno essere valutati i seguenti limiti:

○ Oltre il confine di proprietà

- **100 μ T esposizione istantanea**, valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 3;
- **3 μ T obiettivo di qualità** imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 4 nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz negli ambienti ad esposizione prolungata di persone (superiore alle quattro ore giornaliere).

○ All'interno della sottostazione e della stessa proprietà

I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità fissati dal DPCM 8 luglio 2003 non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali. Non risultano esistenti aree accessibili da popolazione all'interno della proprietà.

Le aree dove sono presenti le nuove infrastrutture elettriche di Alta e Media Tensione sono accessibili solamente a personale professionalmente esposto della sottostazione; in particolare all'interno degli edifici, in nessun locale, è prevista la presenza continuativa di persone.

Inoltre, non risultano esistenti aree/locali con presenza continuativa di persone e/o aree per l'infanzia posti nelle vicinanze delle apparecchiature elettriche oggetto della presente valutazione.

7 MODELLO MAGIC®

7.1 Trasformatore elevatore 132/11 kV TR – Quadro di Media Tensione QMT e Linee MT COGE 1-QMT, COGE 2-QMT e QMT-TE

In riferimento alla figura 1 (paragrafo 5), nelle seguenti figure 4 e 5 viene presentato il layout delle apparecchiature elettriche oggetto di valutazione, mediante il software di calcolo tridimensionale MAGIC®. Il software di simulazione MAGIC® è utilizzato per valutare l'induzione magnetica, generata dai componenti elettrici, presenti all'interno dei locali oggetto di analisi. Questo simulatore permette di effettuare valutazioni complesse che tengono in considerazione la tridimensionalità dei singoli dispositivi elettrici ed una sovrapposizione dei loro effetti in termini di induzione magnetica.

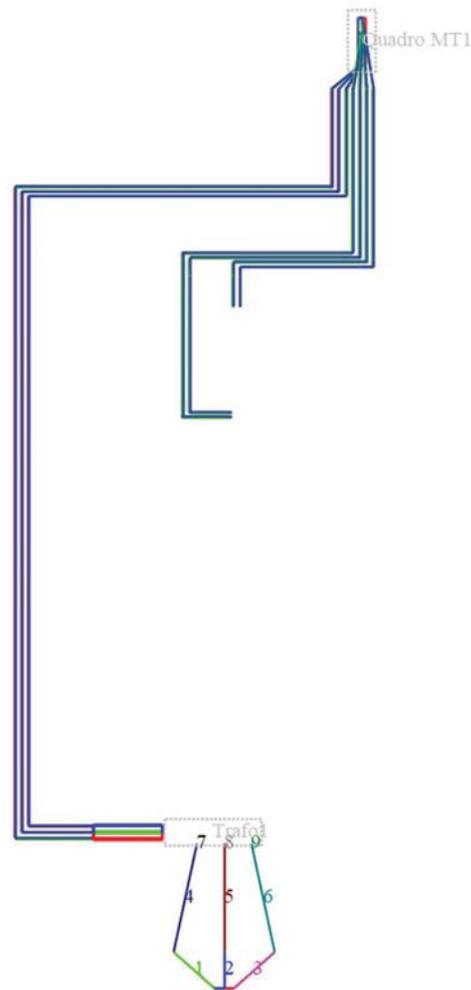


Figura 4 – vista in pianta

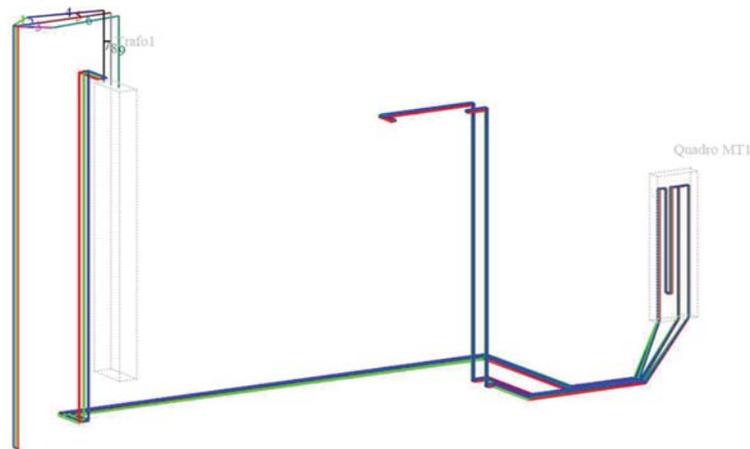


Figura 5 - Vista 3D

Di seguito vengono analizzati i valori di induzione magnetica generati dalla sottostazione, in assenza di opere di mitigazione.

Nelle successive figure 6 e 7, vengono presentate le curve isolivello che riportano i valori di induzione magnetica in μT , calcolati su piani XY (orizzontali) per le seguenti quote, riferite al piano di calpestio del piazzale:

- $z = 0$ m, corrispondente al piano di calpestio (Figura 6);
- $z = 1$ m dal piano di calpestio (Figura 7).

Campo elettrico

Per quanto concerne il campo elettrico, lo schermo metallico presente in ciascun cavo assolve alla funzione di confinarlo all'interno del cavo stesso. Risulta pertanto ampiamente rispettato, già a livello del suolo, il valore di 5 kV/m stabilito dal DPCM 8 luglio 2003 quale limite di esposizione per il campo elettrico.

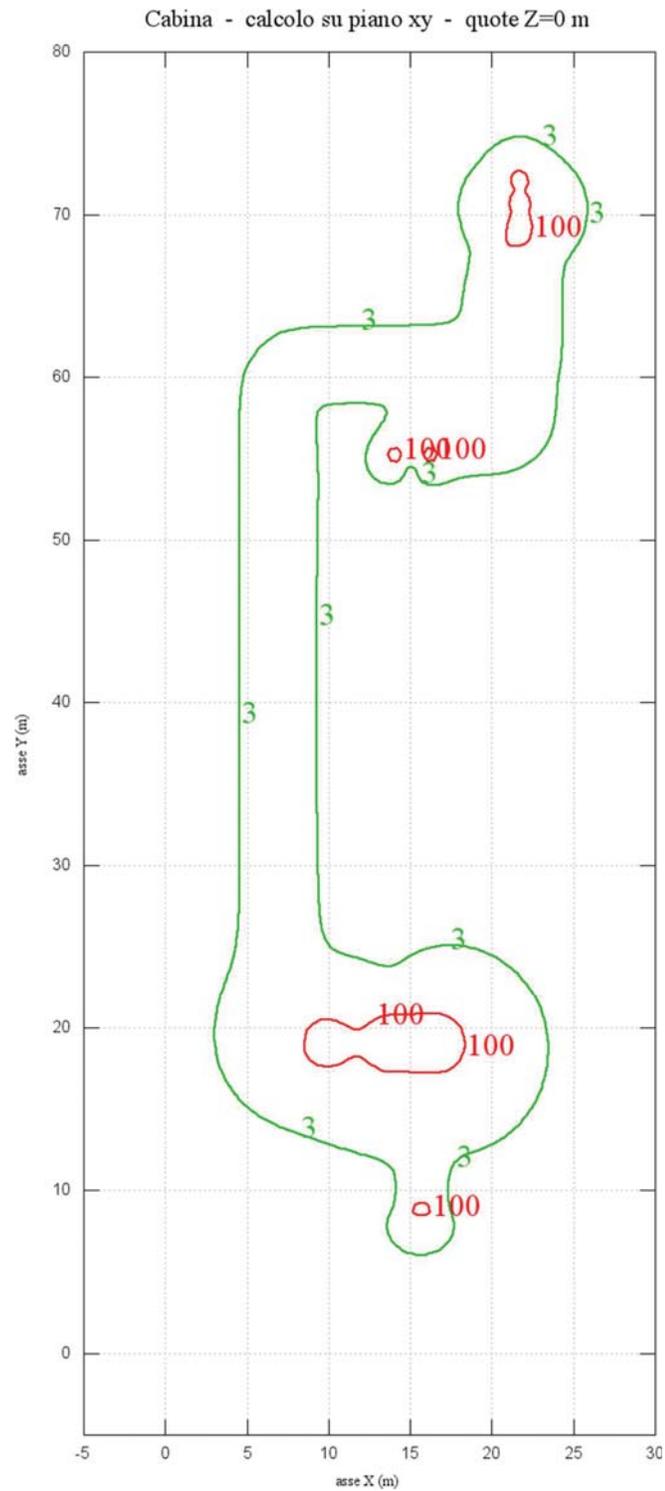


Figura 6
Curve isolivello d'induzione magnetica calcolate su un piano XY per z = 0 m

Cabina - calcolo su piano xy - quote Z=1 m

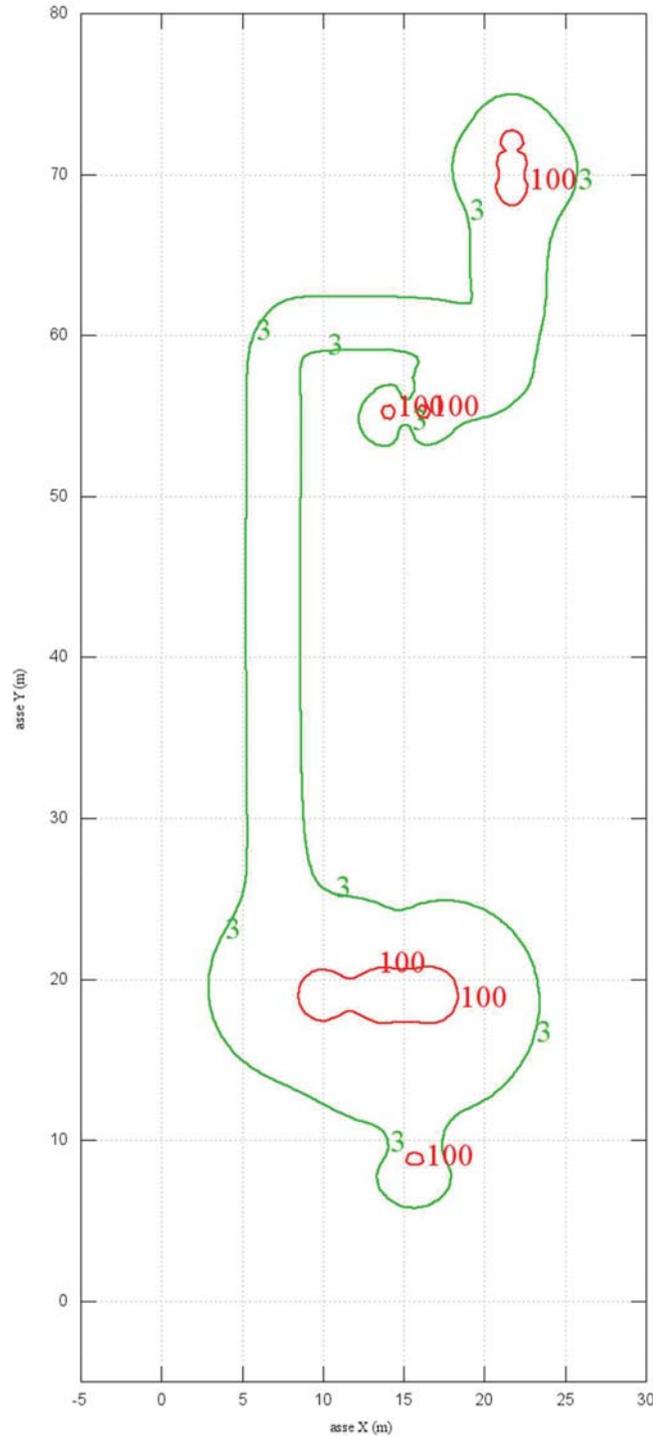


Figura 7

Curve isolivello d'induzione magnetica calcolate su un piano XY per z = 1 m

7.2 Montante ibrido 132kV (MTS) e sovrastante linea aerea

Il nuovo montante ibrido (MTS) sarà installato all'interno della nuova stazione elettrica che la Società Michelin Italiana S.p.A. farà realizzare da Terna Rete Italia S.p.A. per l'adeguamento dell'entra-esce 132 kV sulla linea RTN T.738 presso la sottostazione elettrica del proprio stabilimento.

Tale montante, altrimenti definibile ad isolamento misto (MTS – Mixed Technology Switchgear), comprenderà sia Moduli Compatti Integrati (MCI) con isolamento in gas esafluoruro di zolfo (SF₆) sia apparecchiature con isolamento in aria (sezionatori tripolari con lame di terra, scaricatori di sovratensione), secondo quanto riportato nella planimetria generale allegata. Un apposito cabinato sarà installato all'interno della recinzione in prossimità del montante ibrido. Tale cabinato costituisce un locale tecnico non presidiato; esso conterrà tutti i sistemi di protezione comando controllo alimentazione (SPCCA) relativi al montante ibrido, unitamente al sistema ausiliario comprendente l'illuminazione, le prese forza motrice, le vie cavi, l'impianto di messa a terra secondaria, etc.

Il progetto del nuovo montante ibrido è stato effettuato in ottemperanza alle norme CEI di riferimento e alle indicazioni contenute nel documento TERNA codifica INS GE G 01 "Guida Tecnica per la progettazione esecutiva, realizzazione, collaudo ed accettazione di SE di smistamento della RTN a tensione nominale 132÷220 kV di tipo AIS, MTS e GIS". Come conseguenza, non sarebbe necessaria la verifica di compatibilità elettromagnetica ai limiti del perimetro per la determinazione delle Distanze di Prima Approssimazione (DPA) dalle apparecchiature elettriche di stazione. La rispondenza a tali norme include infatti il rispetto delle DPA, oltre le quali i valori di campo elettrico e magnetico risultano di entità trascurabile. In aggiunta, l'accesso all'area della stazione elettrica sarà permesso solo a personale PAV/PES, per il tempo strettamente necessario alle attività di montaggio e avviamento in fase di costruzione, e di manutenzione ordinaria e straordinaria in fase di esercizio.

In riferimento alla figura 2 (paragrafo 5), nelle seguenti figure 8 e 9 viene presentato il layout delle apparecchiature elettriche oggetto di valutazione, mediante il software di calcolo tridimensionale MAGIC®. Il software di simulazione MAGIC® è utilizzato per valutare l'induzione magnetica, generata dai componenti elettrici, presenti all'interno dei locali oggetto di analisi. Questo simulatore permette di effettuare valutazioni complesse che tengono in considerazione la tridimensionalità dei singoli dispositivi elettrici ed una sovrapposizione dei loro effetti in termini di induzione magnetica.

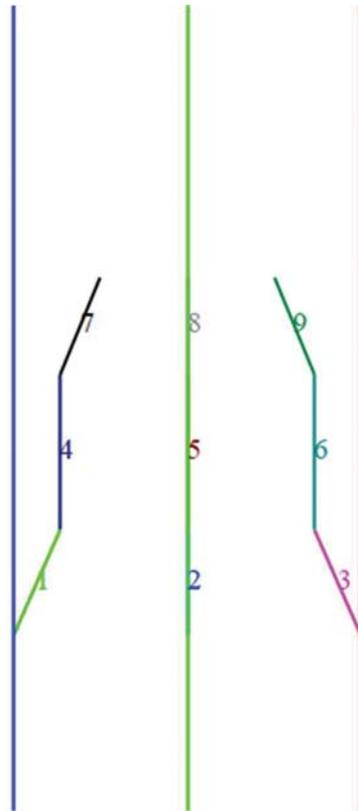


Figura 8 – Vista in pianta

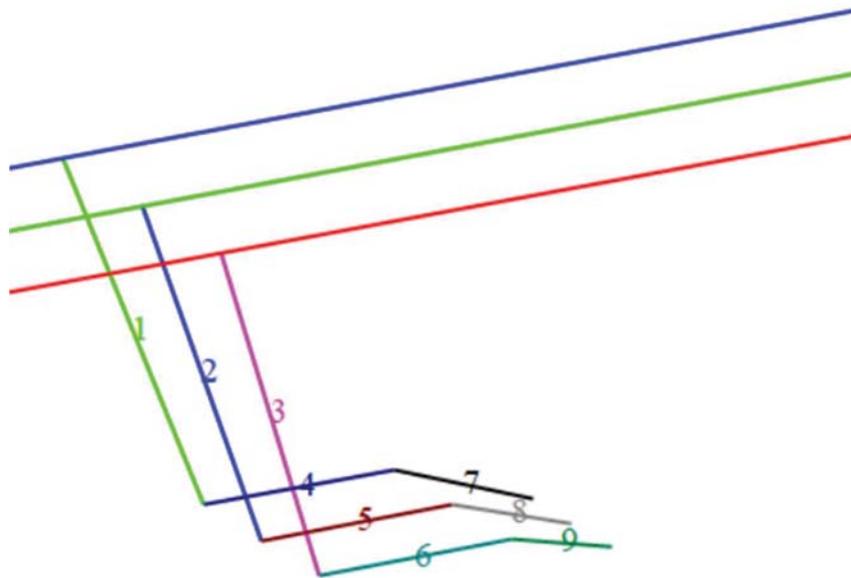


Figura 9 - Vista 3D

Di seguito vengono analizzati i valori di induzione magnetica generati dalla sottostazione, in assenza di opere di mitigazione.

Nelle successive figure 10 e 11 vengono presentate le curve isolivello che riportano i valori di induzione magnetica in μT , calcolati su piani XY (orizzontali) per le seguenti quote, riferite al piano di calpestio del piazzale:

- $z = 0$ m, corrispondente al piano di calpestio (Figura 10);
- $z = 1$ m dal piano di calpestio (Figura 11).

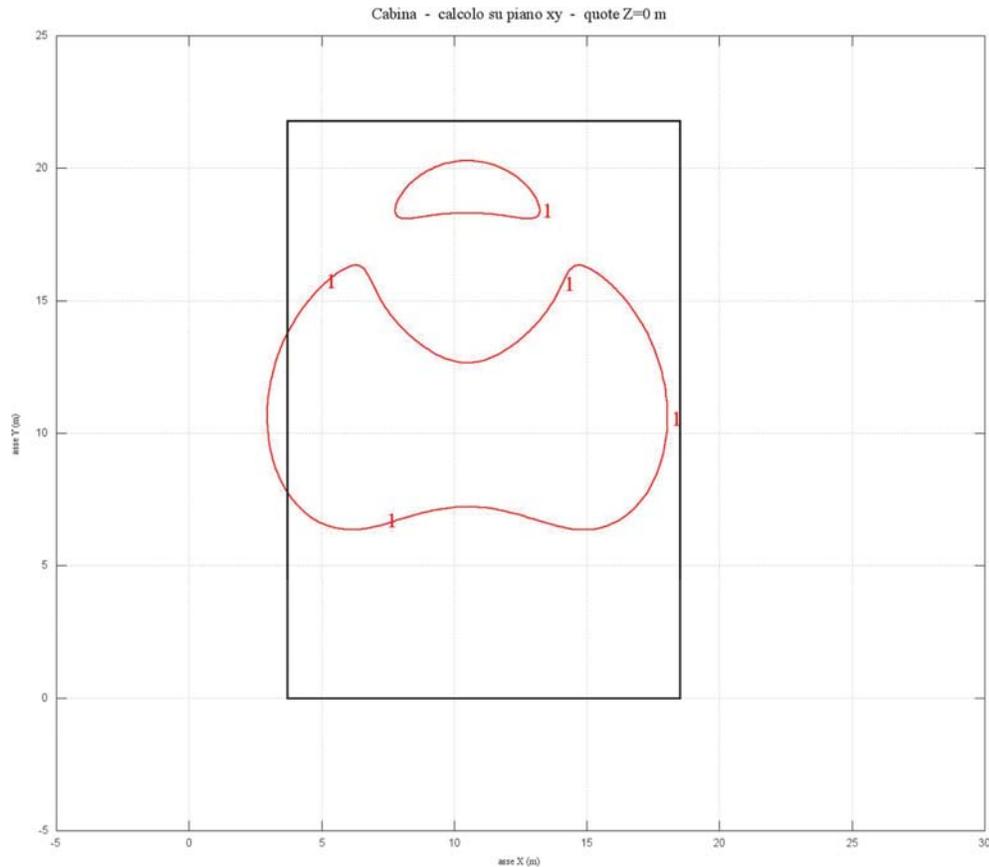


Figura 10 - Curve isolivello d'induzione magnetica calcolate su un piano XY per $z = 0$ m

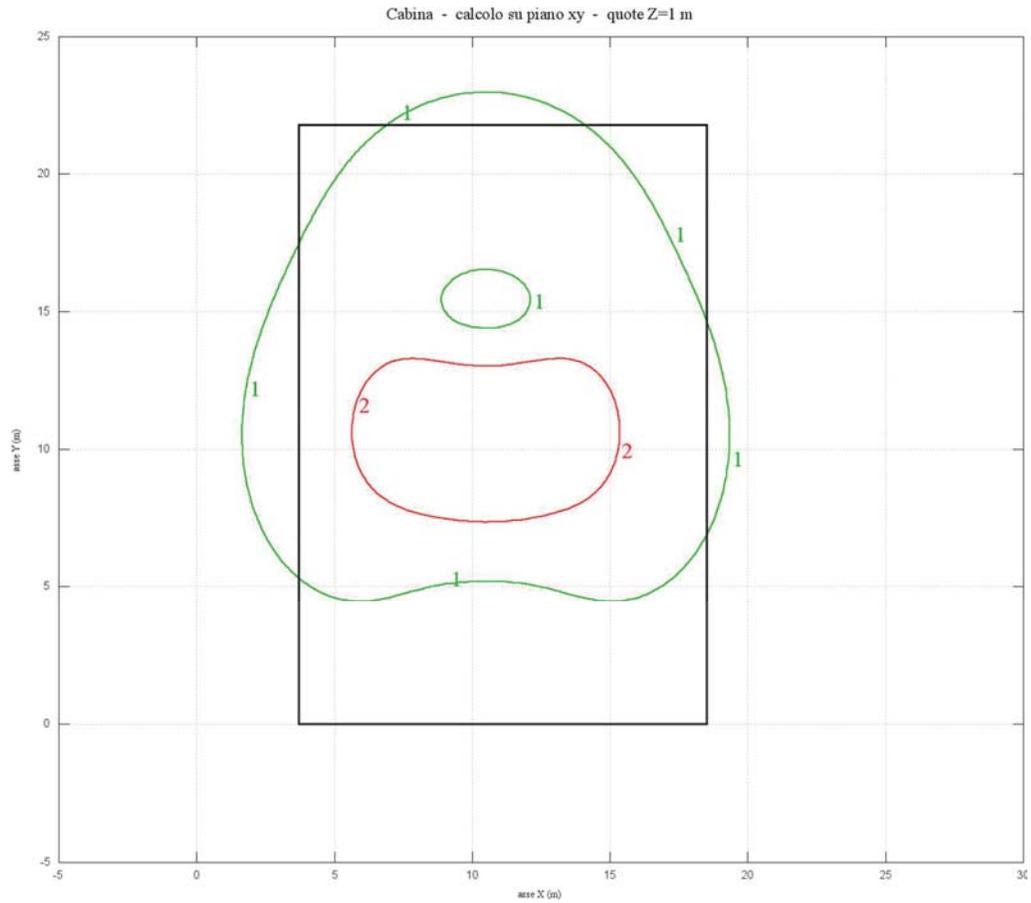
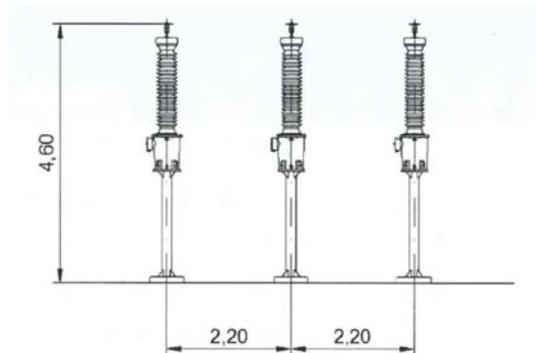


Figura 11 - Curve isolivello d'induzione magnetica calcolate su un piano XY per z = 1 m

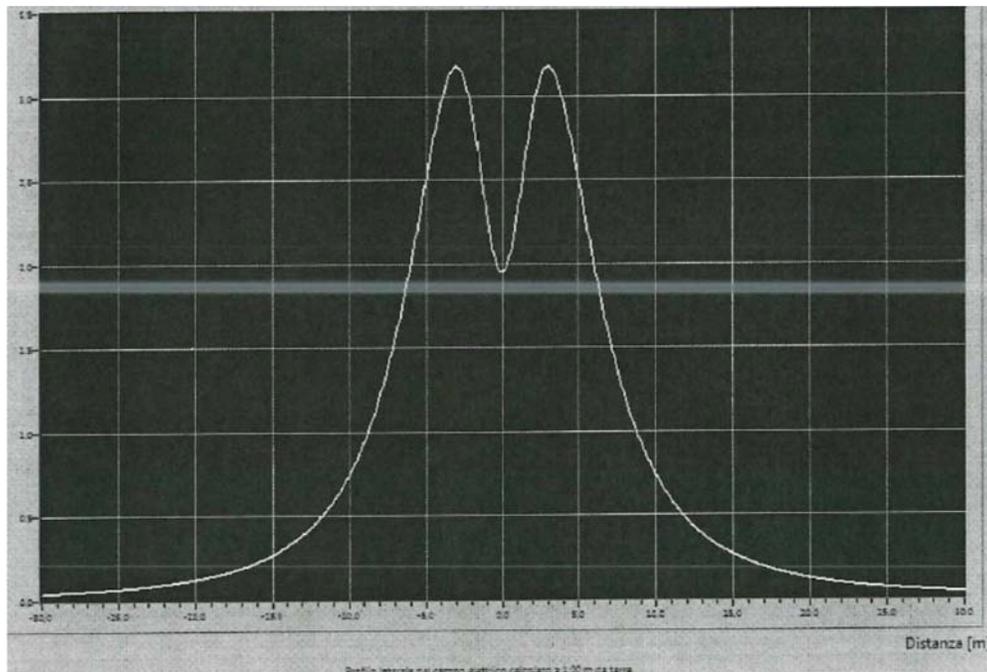
Campo elettrico

Per quanto concerne il Modulo Compatto Integrato (MCI) con isolamento in gas esafluoruro di zolfo (SF_6), il campo elettrico risulta confinato all'interno dell'involucro metallico.

Per quanto concerne sia i terminali tipo SF_6 /aria del Modulo Compatto Integrato sia le restanti apparecchiature con isolamento in aria costituenti il montante ibrido (sezionatori tripolari con lame di terra, scaricatori di sovratensione), nella figura sottostante è riportata la sezione del montante 132 kV con le dimensioni geometriche.



Il calcolo del campo elettrico, effettuato in accordo alla norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee aeree", permette di tracciare il seguente diagramma.



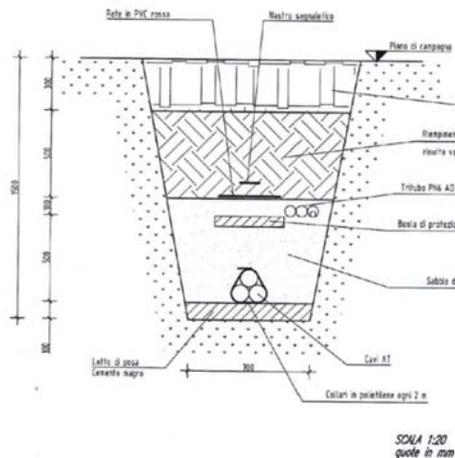
Come si può notare, in queste condizioni, a 1 metro da terra, il valore massimo del campo elettrico riscontrabile in corrispondenza dello stallo è pari a 3,1 kV/m.

7.3 Circuito TE-MTS

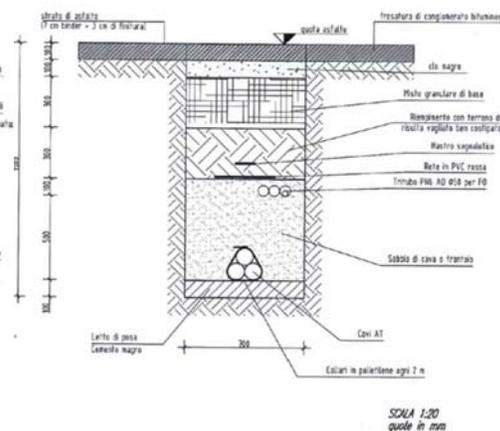
Le caratteristiche elettriche di dettaglio del circuito sono le seguenti: tensione nominale $U_0/U = 87/150$ kV; sezione e formazione $3 \times (1 \times 400)$ mm², diametro esterno 7,7 cm, conduttore in rame o alluminio, corrente di impiego massima 135 A.

Le sezioni tipiche di posa di riferimento lungo la totalità del circuito sono rappresentate nel disegno sotto riportato. La configurazione delle fasi prevista per questo tratto di circuito è del tipo RST.

TIPICO DI POSA IN TERRENO VEGETALE



TIPICO POSA SOTTO STRADA ASFALTATA

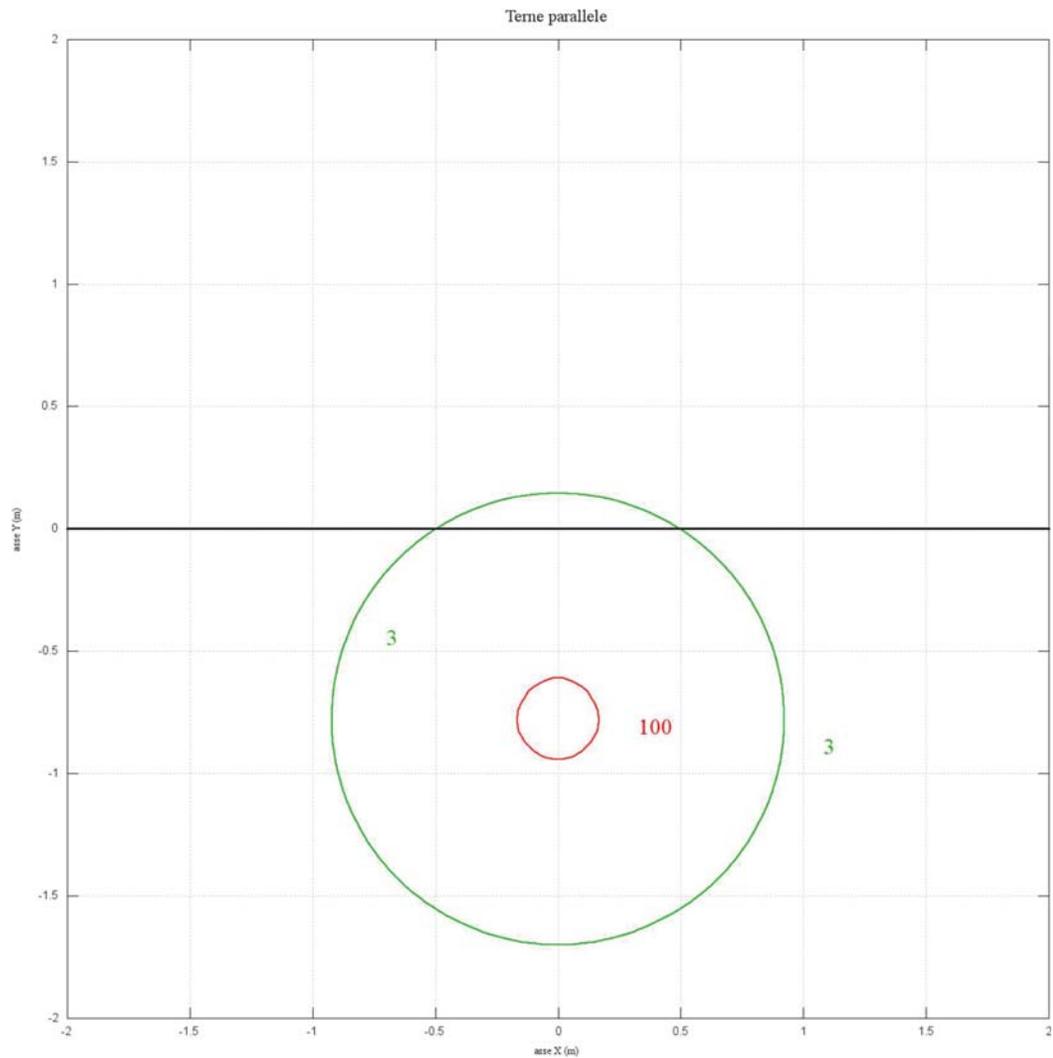


NOTA*: per la posa in TOC la profondità di interramento sarà superiore a quella considerata nelle simulazioni successive. Pertanto, a pari conformazione di posa e corrente, i valori di induzione magnetica al suolo saranno inferiori rispetto al caso con profondità 80cm.

In riferimento alla figura 3 (paragrafo 5), nella seguente figura 12 si riportano le curve isolivello generate dalla linea AT interrata su un piano ortogonale alla stessa. La linea orizzontale rappresenta il piano di calpestio.

Campo elettrico

Per quanto concerne il campo elettrico, lo schermo metallico presente in ciascun cavo assolve alla funzione di confinarlo all'interno del cavo stesso. Risulta pertanto ampiamente rispettato, già a livello del suolo, il valore di 5 kV/m stabilito dal DPCM 8 luglio 2003 quale limite di esposizione per il campo elettrico.



**Figura 12 - Curve isolivello d'induzione magnetica calcolate su un piano XY ortogonale alla
linea interrata**

8 GRAFICI INDUZIONE MAGNETICA

Di seguito sono riportati i grafici relativi all'induzione magnetica, con le distanze di rispetto, relativi a:

- **Figura 13** - Linee 11kV COGE 1 - QMT, COGE2 – QMT, QMT-TE – *SEZIONE A-A* – Interrate (z=0)
- **Figura 14** - Linee 11kV COGE 1 - QMT, COGE2 – QMT, – *SEZIONE B-B* – Interrate (z=0)
- **Figura 15** - Linea 11kV QMT-TE – *SEZIONE C-C* – Interrata (z=0)
- **Figura 16** - Linea 132kV TE – MTS – *SEZIONE D-D* interrata (z=0)
- **Figura 17** - Linea 132kV TE-MTS – collegamento a linea aerea (interrata (z=1))

con riferimento alle sezioni indicate nel seguente layout.

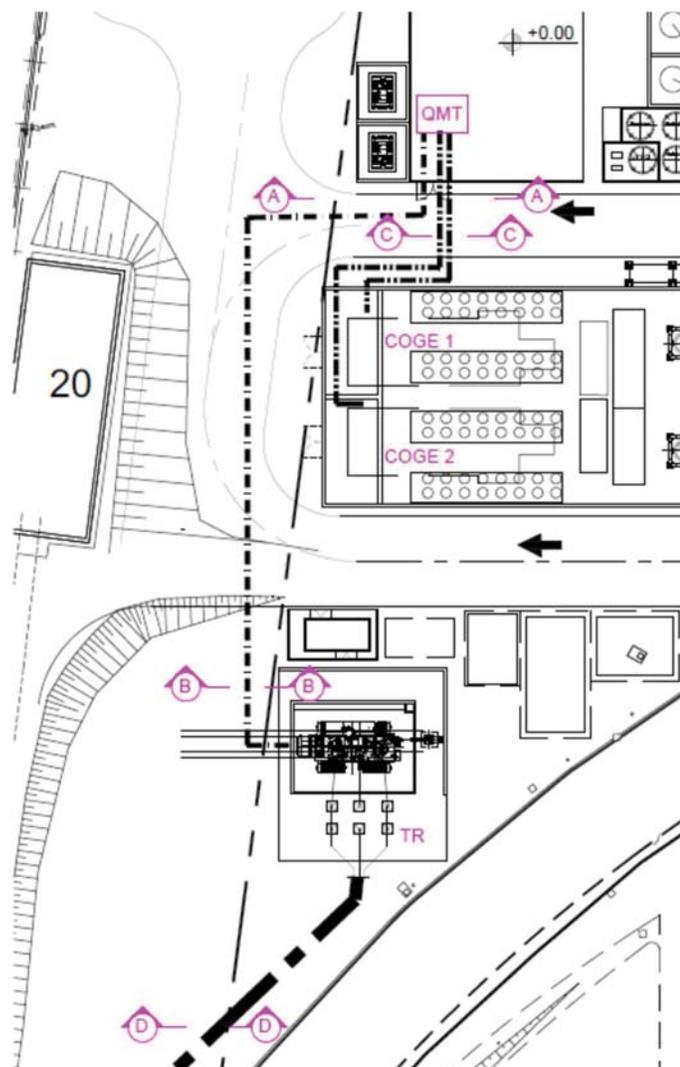


Figura 13

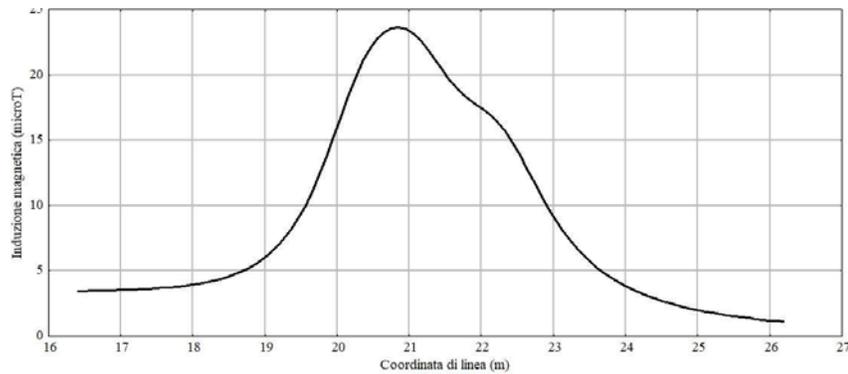


Figura 14

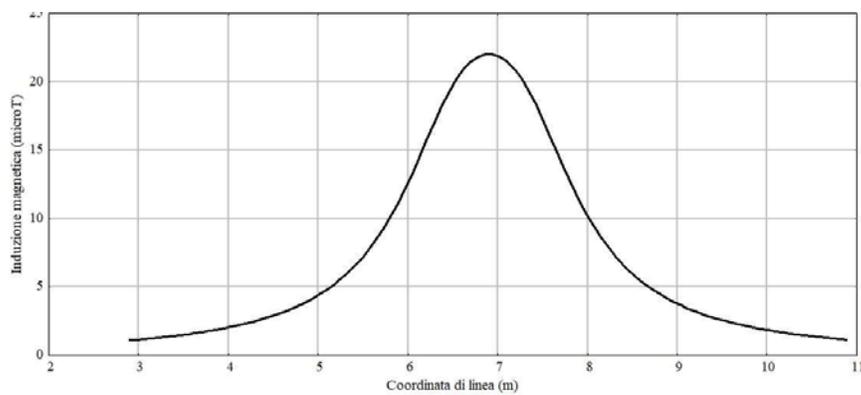


Figura 15

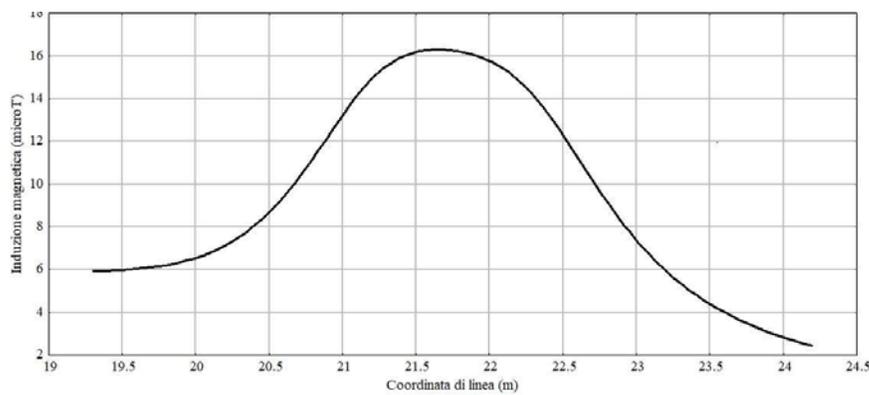


Figura 16

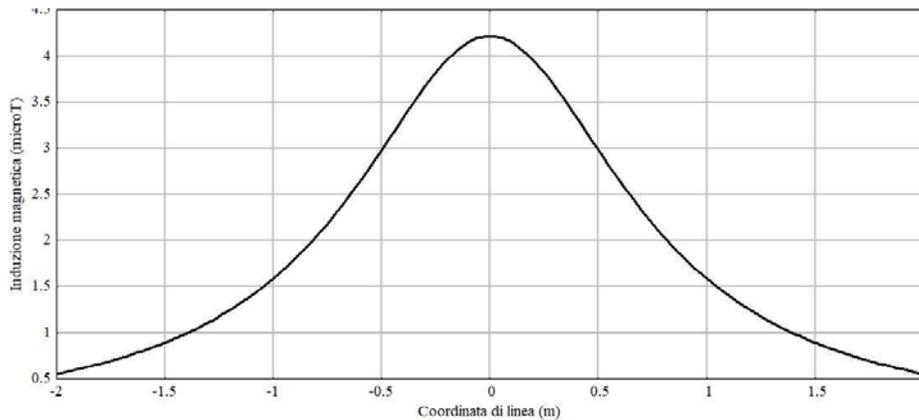
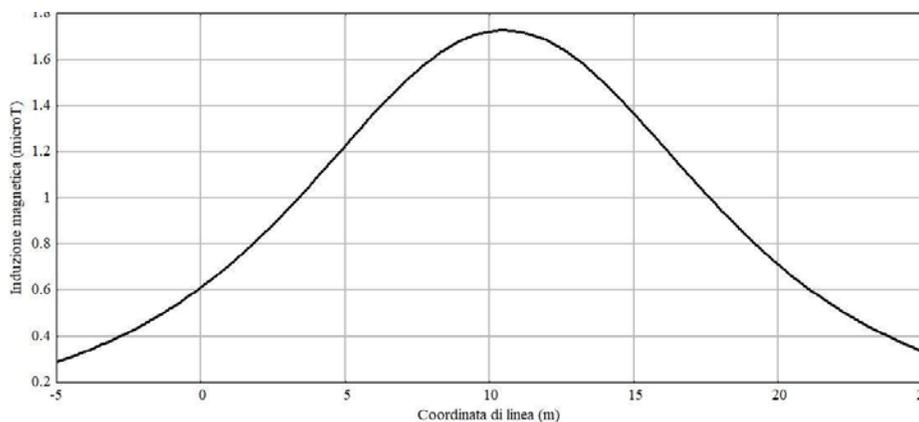


Figura 17



9 CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati delle simulazioni dell'induzione magnetica generata dalle nuove infrastrutture elettriche di alta e media tensione oggetto di valutazione, è possibile osservare quanto nel seguito descritto.

- Per quanto concerne i campi magnetici generati dai sistemi elettrici oggetto del presente documento, i valori di induzioni magnetica al suolo risultano sempre inferiori a $100 \mu\text{T}$, ad esclusione delle aree poste nelle immediate vicinanze delle apparecchiature, per le quali sarà permesso l'accesso solo a personale PAV/PES professionalmente esposti, per il tempo strettamente necessario alle attività di montaggio e avviamento in fase di costruzione, e di manutenzione ordinaria e straordinaria in fase di esercizio;

- La fascia $3\mu\text{T}$ non invade nessuna area con possibile presenza di ricettori sensibili (nel caso dello stabilimento in oggetto: luoghi adibiti a permanenza di persone non inferiore a quattro ore giornaliere).
- Analogamente, il valore del campo elettrico al suolo risulta sempre inferiore a 5 kV/m .

Risultano quindi rispettati i limiti di esposizione stabiliti dal DPCM 8 luglio 2003 per quanto concerne i campi magnetici e i campi elettrici.

Se verrà ritenuto necessario, si rimanda a misurazioni dei valori di induzione magnetici, dopo la messa in servizio dell'impianto ed eventuali azioni correttive e/o migliorative per minimizzare i valori di esposizione saranno proposte nel caso risultassero necessarie.

A valle di tali considerazioni, qualsiasi violazione dei vincoli precedentemente elencati o variazione di caratteristiche elettriche e/o geometriche potrebbe determinare una variazione dei risultati ottenuti dalle simulazioni.

10 ALLEGATI

I seguenti documenti sono da considerare allegati alla presente relazione di calcolo:

- C330PLKC003 Planimetria generale.
 - C330SU3E001 Schema elettrico unifilare generale.
 - C330IN3E001 Layout e sezioni stazione elettrica 132 kV.
 - Documento di validazione del software MAGIC®.
-