

ANALISI DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO

a seguito della realizzazione del nuovo insediamento produttivo
della ditta Mistral Italia Srl in Via Ferrari Moreni n. 13 a Sassuolo



MISTRAL ITALIA SRL

SEDE LEGALE: Via Niccolò Copernico n. 18 – 42124 Reggio Emilia (RE)
SITO INDAGATO: Viale Ferrari Moreni n. 11/13/15 – 41049 Sassuolo (MO)

APRILE 2026

PREMESSA

Il presente studio è finalizzato ad analizzare l'impatto elettromagnetico indotto dalla nuova cabina MT/BT a servizio del nuovo insediamento produttivo della ditta Mistral Italia Srl in Via Ferrari Moreni n. 13 a Sassuolo.

L'analisi consiste nel calcolo predittivo della Distanza di Prima Approssimazione (di seguito brevemente denominata DPA) generata dalla cabina secondaria di cui sopra ai fini del rispetto dell'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ per il campo magnetico come stabilito dal DPCM 08/07/2003.

INQUADRAMENTO GENERALE

La nuova cabina MT/BT verrà realizzata in prossimità del perimetro aziendale vicino al confine con Via Ferrari Moreni a Sassuolo. Se ne riporta localizzazione su foto aerea.



In particolare, all'interno della nuova cabina MT/BT, si rileva la presenza di:

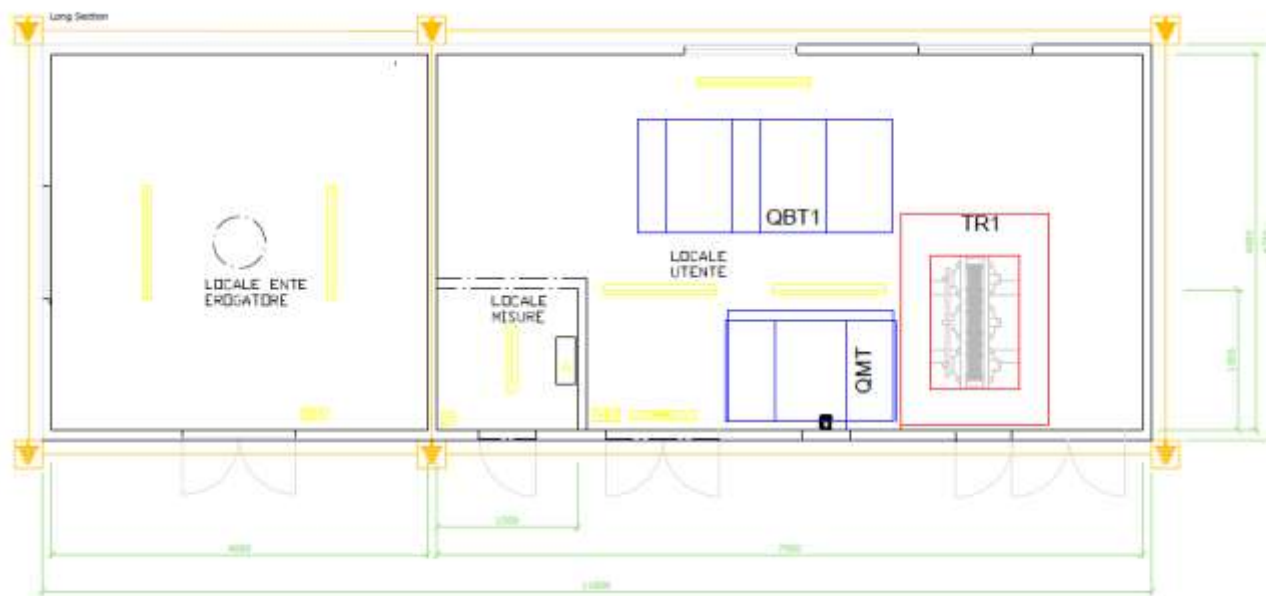
- 1 quadro di Media Tensione comprendente lo scomparto di arrivo della linea MT
- 1 trasformatore MT/BT da 1.250 kVA con tensione nominale di 15 kV / 400 V
- 1 quadro generale di Bassa Tensione con corrente nominale di 2.000 A

Sono inoltre presenti i seguenti collegamenti tra i componenti sopra indicati cioè:

- Linea di collegamento tra il punto di consegna della Media Tensione e lo scomparto di arrivo, realizzata mediante cavi tipo RG26H1M16 12/20 kV, sezione $1 \times 95 \text{ mm}^2$, lunghezza pari a circa 6 m
- Linea di collegamento tra lo scomparto di arrivo e il trasformatore MT/BT, realizzata mediante cavi tipo RG26H1M16 12/20 kV, sezione $1 \times 50 \text{ mm}^2$, lunghezza pari a circa 10 m.
- Linee interrato unipolari di collegamento dal quadro generale di Bassa Tensione allo stabilimento, con lunghezza massima stimata pari a 100 m:
 - o N. 1 linea da 160 A in cavo FG16R16 $3 \times 1 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$
 - o N. 3 linee da 250 A in cavo FG16R16 $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$
 - o N. 1 linea da 400 A in cavo FG16R16 $3 \times 2 \times 1 \times 150 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$
 - o N. 1 linea da 400 A in cavo FG16R16 $3 \times 2 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 240 \text{ mm}^2$

Per completezza si specifica che il collegamento tra il trasformatore MT/BT e il quadro generale di Bassa Tensione all'interno delle cabine elettriche prefabbricate è generalmente realizzato come parte integrante del sistema mediante sbarre o cavi di adeguata sezione, e pertanto non viene normalmente dettagliato.

Si riporta nel seguito la planimetria di riferimento della nuova cabina MT/BT.



QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La normativa quadro in materia di campi elettromagnetici è la Legge 36/2001. Essa è volta a:

- assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell'articolo 32 della Costituzione;
- promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine e attivare misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione di cui all'articolo 174, paragrafo 2, del trattato istitutivo dell'Unione Europea;
- assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio e promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

In seguito all'uscita dei Decreti applicativi alla Legge 36/2001 si sono delineati i seguenti scenari di riferimento.

- Per quanto riguarda l'*esposizione professionale* si rimanda al Decreto Legislativo 159/2016, Attuazione della Direttiva 2013/35/UE, che contiene le disposizioni riguardanti la protezione dai rischi dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

I limiti alla frequenza di rete (50 Hz) sono tendenzialmente molto maggiori rispetto a quelli fissati per la popolazione. Fanno eccezione i lavoratori sensibili al rischio CEM elencati nella seguente tabella, che rappresenta un elenco indicativo non esaustivo:

SOGGETTI CHE HANNO DICHIARATO DI ESSERE PORTATORI DI			
schegge o frammenti metallici	valvole cardiache	defibrillatori impiantati	clip vascolari
espansori mammari	stent	pacemaker cardiaci	protesi peniene
altre protesi	neurostimolatori, elettrodi impiantati nel cervello o subdurali	altri tipi di stimolatori o apparecchiature elettriche o elettroniche di qualsiasi tipo	distrattori della colonna vertebrale
corpi intrauterini (es. diaframma o spirale) se metallici o con componenti metalliche	corpi metallici nelle orecchie o impianti per l'udito	derivazioni spinali o ventricolari, cateteri cardiaci, protesi metalliche di qualsiasi tipo, viti, chiodi, ecc	pompe di infusione di insulina o altri farmaci
SOGGETTI IN STATO DI GRAVIDANZA (che hanno informato il datore di lavoro della loro condizione)			
SOGGETTI CON PATOLOGIE DEL SISTEMA NERVOSO CENTRALE, in particolare soggetti epilettici			
SOGGETTI CON INFARTO DEL MIOCARDIO RECENTE E CON PATOLOGIE DEL SISTEMA CARDIOVASCOLARE			

Per tali lavoratori, in linea con quanto indicato ai Decreti Legislativi 81/2008 e 159/2016, è necessaria una specifica valutazione al fine di formulare un giudizio di idoneità alla mansione specifica e prevenire un'esposizione a livelli di campi elettrici e magnetici potenzialmente pericolosi. Dunque, i lavoratori sensibili al rischio CEM sono adeguatamente tutelati mediante la verifica del rispetto dei più restrittivi limiti per la popolazione secondo DPCM 08/07/2003 sia per le basse frequenze sia per le alte frequenze.

- Per quanto riguarda l'*esposizione della popolazione* si rimanda al DPCM 08/07/2003 che definisce i più cautelativi limiti per la protezione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti. Si tratta di Limiti di Esposizione per il campo elettrico e magnetico e Valori di Attenzione e Obiettivi di Qualità per il campo magnetico.

I Limiti di Esposizione del campo elettrico e del campo magnetico sono considerati come valori efficaci per la protezione da possibili effetti a breve termine.

Il Valore di Attenzione e l'Obiettivo di Qualità per il campo magnetico sono invece da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nei luoghi tutelati. Rientrano fra i luoghi tutelati: le aree di gioco per l'infanzia, gli ambienti abitativi, gli ambienti scolastici e i luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere. In particolare, il Valore di Attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'Obiettivo di Qualità si riferisce alla progettazione di nuove linee elettriche in prossimità di luoghi tutelati esistenti oppure alla progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Per quanto riguarda la frequenza di rete (50 Hz), i limiti di riferimento sono i seguenti:

Limite di Esposizione	Campo magnetico	100 μ T
	Campo elettrico	5000 V/m
Valore di Attenzione per il campo magnetico		10 μ T
Obiettivo di Qualità per il campo magnetico		3 μ T

L'intensità del campo elettrico associato ad un elettrodotto dipende dalla sua tensione di esercizio, dalla disposizione dei conduttori nello spazio nonché dalla distanza da essi in cui il campo viene valutato. Infatti, il campo decresce abbastanza rapidamente man mano che ci si allontana dalle linee elettriche ed è schermato anche da oggetti non conduttori quali ad esempio pareti in muratura o vegetazione ad alto fusto.

L'intensità del campo magnetico è invece direttamente proporzionale al valore di corrente che percorre i conduttori e dipende dalla loro disposizione nello spazio nonché dalla distanza da essi in cui il campo viene valutato. Tuttavia, il campo magnetico non risulta essere schermato da oggetti non conduttori quali ad esempio pareti in muratura o vegetazione ad alto fusto. È proprio per questo motivo che la normativa di riferimento tende ad essere molto più stringente per il campo magnetico piuttosto che per quello elettrico. Le caratteristiche delle grandezze in gioco sono tali per cui nelle zone in cui si ha il rispetto dei limiti vigenti per il campo magnetico si ha anche il rispetto dei limiti vigenti per il campo elettrico.

Inoltre, essendo i limiti per la tutela della popolazione (e dei lavoratori sensibili al rischio CEM) più restrittivi rispetto ai limiti per la tutela dei lavoratori, si può assumere che i limiti per la tutela dei lavoratori siano rispettati qualora si dimostri che è verificato il rispetto dei limiti per la tutela della popolazione (e dei lavoratori sensibili al rischio CEM).

Il DPCM 08/07/2003, in particolare, ha introdotto la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto come definito al DM 29/05/2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Dette fasce comprendono tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore rappresentativo del campo magnetico può essere maggiore o uguale all'Obiettivo di Qualità.

È al di fuori di queste fasce che è permessa la permanenza prolungata di persone ai fini della tutela della popolazione.

VALUTAZIONE DELLA DPA

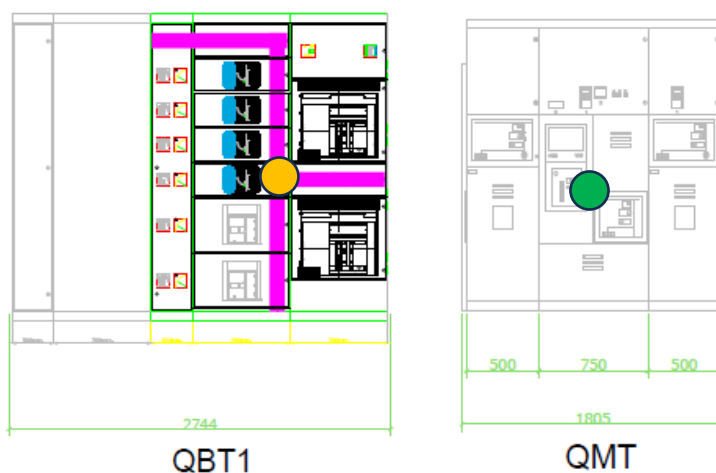
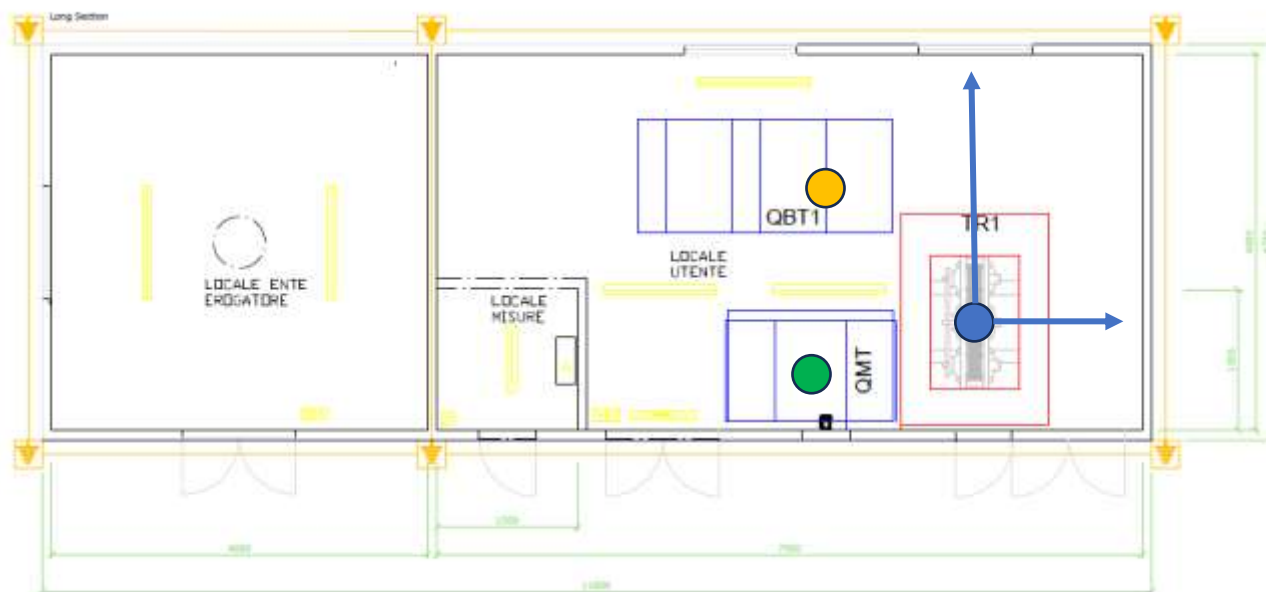
Per effettuare la valutazione previsionale è stato utilizzato il **SOFTWARE MAGIC – MAGNETIC INDUCTION CALCULATION versione 1.08**. Trattasi di uno strumento per l'analisi di impatto ambientale dei campi magnetici e per la determinazione delle fasce di rispetto per linee e cabine elettriche, secondo quanto previsto dalla Legge 36/2001 e dal Decreto Legislativo 81/2008.




Nuova cabina MT/BT

Ai fini del calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) della nuova cabina MT/BT sono stati considerati i principali componenti della cabina stessa, cioè il quadro di Media Tensione, il trasformatore MT/BT e il quadro generale di Bassa Tensione, in quanto determinanti per le condizioni di alimentazione e per le correnti massime disponibili.

Le linee non sono state modellate nella simulazione del campo magnetico indotto dalla nuova cabina MT/BT poiché il loro contributo al campo magnetico complessivo risulta localizzato e secondario rispetto alle sorgenti principali considerate nello studio. Di conseguenza, la loro presenza non influisce in modo significativo sulla definizione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).

Si riporta nel seguito la rappresentazione planimetrica della nuova cabina MT/BT con identificazione dell'asse cartesiano considerato ai fini della valutazione della DPA nonché delle coordinate di riferimento per quanto riguarda le componenti individuate.



-  Trasformatore MT/BT (0; 0 ;1)
-  Quadro generale di Bassa Tensione (-1,4; 1,2; 1)
-  Quadro di Media Tensione (-1,5; -0,5; 1)

*Un trasformatore MT/BT generalmente ha un'altezza media di 2 m, motivo per cui è stata individuata la quota $z = 1$ come quota baricentrica.
Discorso analogo per quanto riguarda un quadro elettrico generale di Bassa Tensione e un quadro di Media Tensione all'interno di una cabina MT/BT.*

Si riportano a questo punto le schermate del software Magic da cui si evincono tutti i dati di input considerati.

Individuazione dei componenti e dei dati per la visualizzazione dell'induzione magnetica sul piano

The screenshot shows the 'Magic - SESticking v1.0 - yCabine - simulazione (ipsumbr)' window. The 'Componenti in cabina' tab is active, displaying a grid of components: Traro MT/BT, Quadro MT, Quadro BT, Linea MT, Linea BT, and Conductor abitato. Below the grid, there are dropdown menus for selecting specific components (e.g., '1' for Traro MT/BT, '1' for Quadro MT, '1' for Quadro BT, '0' for Linea MT). A 'Conductor abitato' checkbox is also present.

At the bottom, the 'Induzione magnetica su un piano' section is visible, showing options for 'Piano di calcolo' (Piano XY, Piano XZ, Piano YZ), 'Coordinate piano' (x min, x max, y min, y max), 'Opzioni di visualizzazione' (Mappa 2D, Mappa 3D), and 'Curva isolivello' (3 μT).

Individuazione dei dati del quadro di Media Tensione

The screenshot shows the 'Componenti in cabina' tab with the 'Quadro MT1' sub-tab selected. The 'Dati Quadro' section contains the following input fields:

- Tipo quadro MT:
- Numero celle MT:
- Cella 1: Corrente [A]: ☒ Rileva corrente automaticamente
- Cella 2: Corrente [A]: ☒ Rileva corrente automaticamente

The 'Posizione quadro in cabina' section contains:

- Xp [m]:
- Yp [m]:
- Zp [m]:
- Piano su cui giace il quadro: ☒ XZ ☐ YZ
- ☐ Ruota di 180 gradi
- Sequenza delle fasi: ☒ RST ☐ TSR

Individuazione dei dati del trasformatore MT/BT

Componenti in cabina Quadro MT1 **Trafo MT/BT1** Quadro BT1

Dati trasformatore

Potenza nominale [kVA] Fattore di carico % Corrente [A] Fase (deg) ☐ A secco ☒ In olio (unif. ENEL)

Uscita cavi BT

☐ Cavi BT verso l'alto ☒ Cavi BT verso il basso ☐ Non considerare l'effetto dei cavi BT in uscita

☒ Uscite BT lato anteriore ☐ Uscite BT centrali ☐ Uscite BT lato posteriore

Lunghezza conduttori h [m] Distanza minore d [m] Distanza maggiore D [m] Quota terminali q [m]

Entrata cavi MT

Terminali_MT_in_alto_dietro_alle_uscite_BT

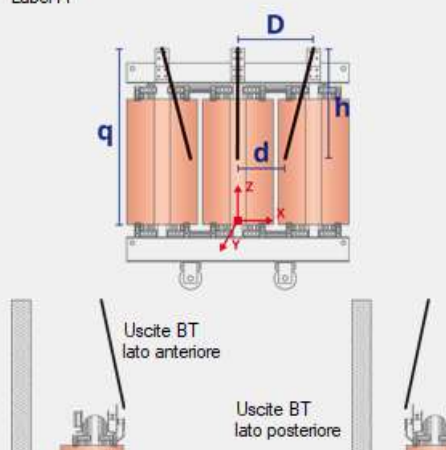
Posizione trasformatore in cabina

Xp [m] Piano su cui e' allineato il trasformatore ☒ XZ ☐ YZ ☐ Ruota di 180 gradi

Yp [m] Sequenza delle fasi ☒ RST ☐ TSR

Zp [m]

Label11



Uscite BT lato anteriore

Uscite BT lato posteriore

Individuazione dei dati del quadro generale di Bassa Tensione

Componenti in cabina Quadro MT1 **Trafo MT/BT1** **Quadro BT1**

Caratteristiche quadro BT

Tipo quadro BT Posizione quadro in cabina

Numero celle

Xp [m] Piano su cui giace il quadro ☒ XZ ☐ YZ ☐ Ruota di 180 gradi

Yp [m] Sequenza delle fasi ☒ RST ☐ TSR

Zp [m]

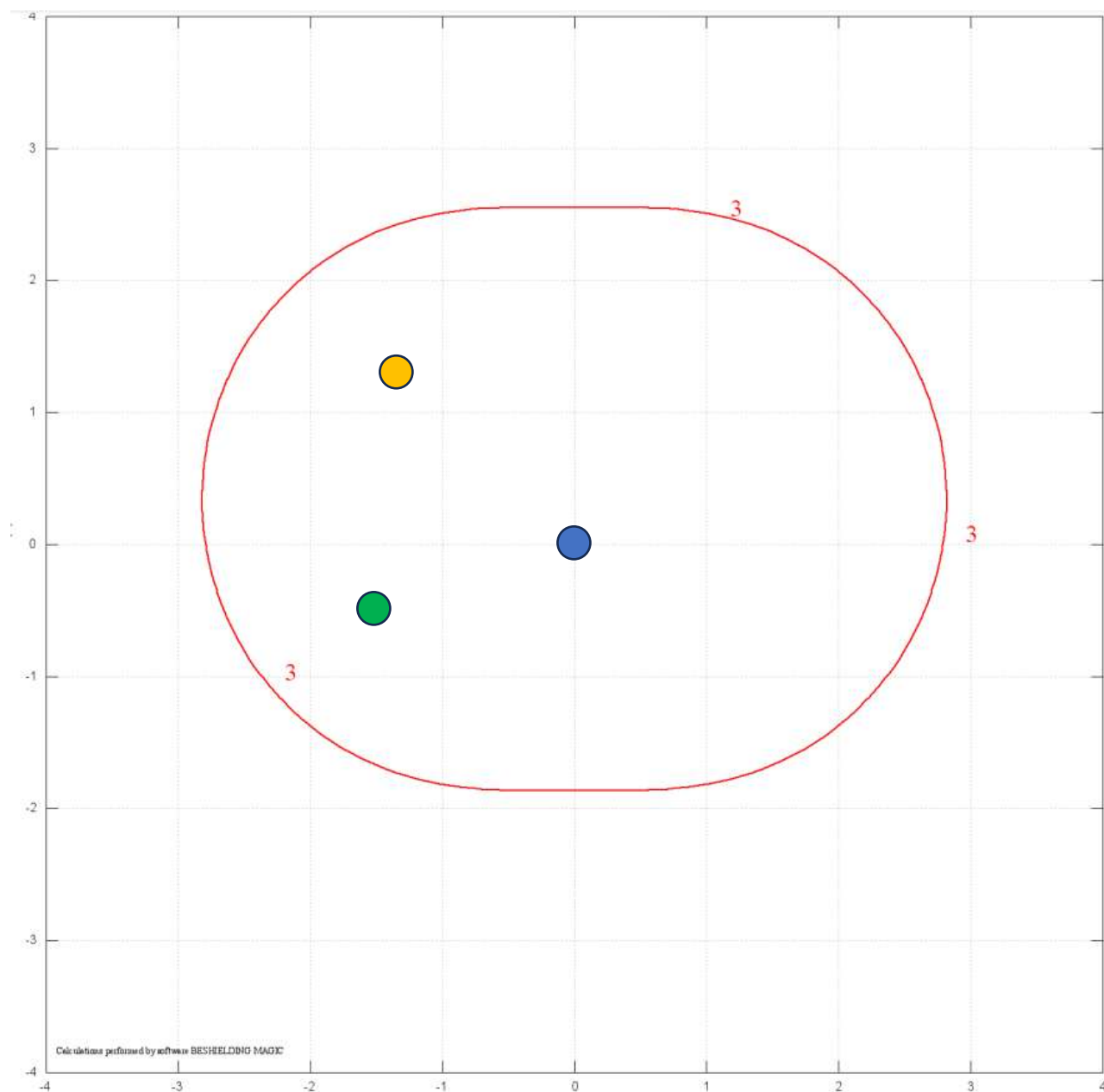
Armadio 1 **Armadio 2** Armadio 3 Armadio 4 Armadio 5 Armadio 6

Anivo cavi BT ☐ Dall'alto ☒ Dal basso

Corrente in ingresso nelle sbarre (A) ☒ Rileva automaticamente

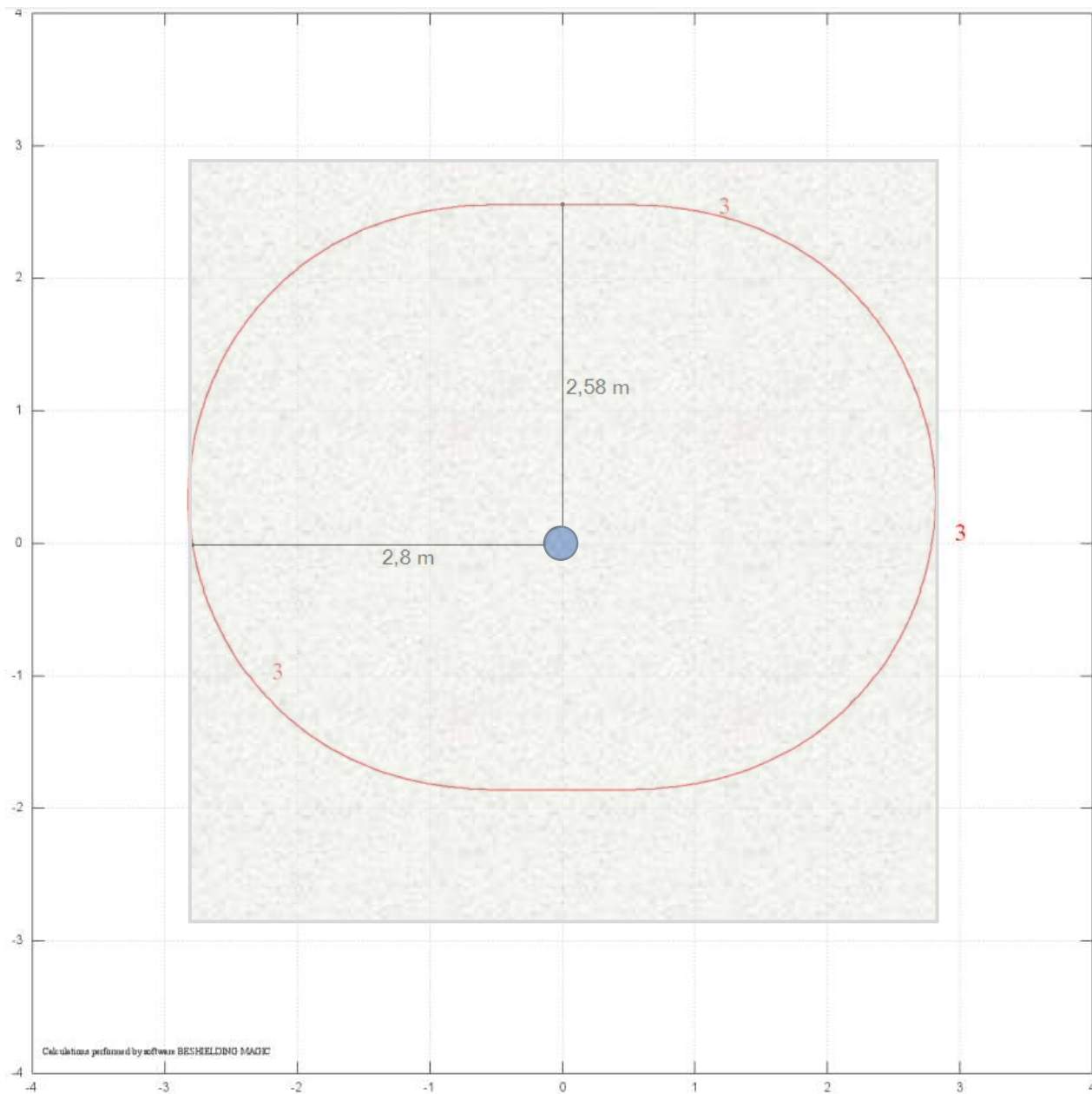
Numero di interruttori BT

Si riporta infine la curva di isolivello dei 3 μT (assunta come più cautelativa) generata sulla base dei dati di input alla quota $z = 1$ cioè il baricentro del corpo umano.



Per semplicità rappresentativa e in favor di un approccio puramente cautelativo, si è scelto di individuare una DPA che vada a circoscrivere al proprio interno la DPA ellittica simulata con il software. Tale approccio consente di definire in modo semplice un'area di riferimento univoca, pur comportando cautelativamente l'inclusione di porzioni di spazio in cui i valori del campo magnetico risultano inferiori alla soglia di $3 \mu\text{T}$.

A partire dal baricentro del trasformatore della cabina MT/BT si può considerare una DPA massima di 2,8 m in tutte le direzioni.



Nuove linee interrate BT in ingresso allo stabilimento

Seppur la nuova cabina MT/BT sia la principale protagonista del presente documento di analisi di impatto, si riporta nel seguito un approfondimento inerente alle linee interrate unipolari di collegamento dal quadro generale di Bassa Tensione allo stabilimento.

Nell'approccio adottato è stata considerata la posa in piano, come tipicamente avviene nel caso di impianti industriali in Bassa Tensione. Inoltre, si è scelto di porre l'attenzione sulla linea con le caratteristiche geometriche e di corrente più gravose (quella da 400 A), utilizzata come riferimento per una stima conservativa dei campi magnetici.

La simulazione è stata effettuata sia con riferimento alla quota $z=0$ cioè il baricentro della linea elettrica, sia con riferimento alla quota $z=0,7$ cioè il livello del piano campagna assumendo che tendenzialmente le linee BT vengono interrate ad almeno 0,7 m sottoterra.

Individuazione dei dati della terna di conduttori in piano a $z=0$

Induzione magnetica su un punto
Induzione magnetica su una linea
Induzione magnetica su un piano

Parametri

Intensità di corrente [A]
400

Lunghezza della linea L (m)
100

Distanza tra i conduttori d (m)
0,1

Piano di calcolo

☒ Piano XY
☐ Piano XZ
☐ Piano YZ

Discretizzazione

Num. punti lungo x
100

Num. punti lungo y
100

Coordinate piano

x min -4 x max 104

y min -4 y max 4

z 0,7

Opzioni di visualizzazione

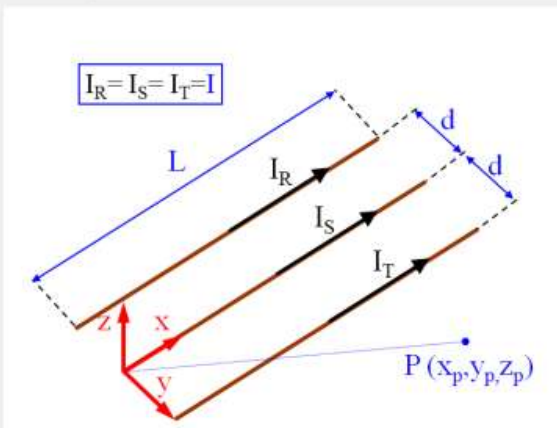
Mappa 2D Salva

Mappa 3D Salva

Curva isolivello

3 μT

OK Salva



Curva di isolivello dei 3 μT a $z=0$



Individuazione dei dati della terna di conduttori in piano a $z=0,7$

Induzione magnetica su un punto
Induzione magnetica su una linea
Induzione magnetica su un piano

Parametri

Intensità di corrente [A]
400

Lunghezza della linea L (m)
100

Distanza tra i conduttori d (m)
0,1

Piano di calcolo

☒ Piano XY
☐ Piano XZ
☐ Piano YZ

Discretizzazione

Num. punti lungo x
100

Num. punti lungo y
100

Coordinate piano

x min -4 x max 104

y min -4 y max 4

z 0

Opzioni di visualizzazione

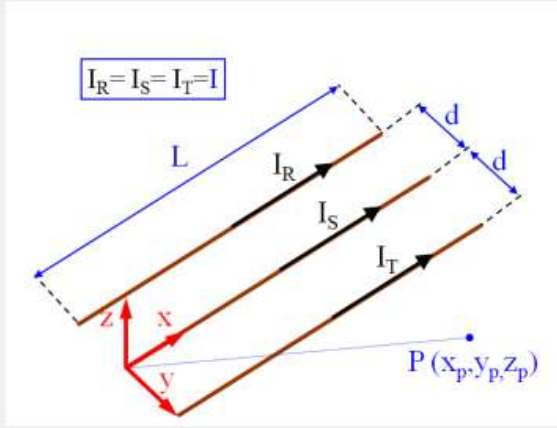
Mappa 2D Salva

Mappa 3D Salva

Curva isolivello

3 μT

OK Salva



Curva di isolivello dei 3 μT a $z=0,7$



Come si evince dai grafici di cui sopra, la situazione più gravosa è ovviamente quella inerente alla quota $z=0$ in prossimità della quale si ha una DPA massima pari a 2,4 m lateralmente rispetto alla linea per la totalità della lunghezza della stessa. Entro questa distanza non devono essere previste attività che comportino la permanenza prolungata della popolazione e dei lavoratori sensibili al rischio CEM.

