

**MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**



COMUNE DI TORINO



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA
Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo - Bologna**

PROGETTO DEFINITIVO		 INFRA.TO <i>infrastrutture per la mobilità</i>										INFRATRASPORTI.TO S.r.l.		
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA													
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Azzarone Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12287J	DEPOSITO OFFICINA REBAUDENGO – IMPIANTI NON DI SISTEMA IMPIANTO ELETTRICO – VALUTAZIONE PREVISIONALE DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI										SCALA	DATA	
		ELABORATO												REV. Int. Est.
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A1	D	IEL	DRB	R	009	0	0	-	21/02/2023

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 18

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	21/02/23	GBi	Faz	Faz	RCr
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 1</td> <td>CARTELLA</td> <td>14.5</td> <td>23</td> <td>MTL2T1A1D</td> <td>IELDRBR009</td> </tr> </table>						LOTTO 1	CARTELLA	14.5	23	MTL2T1A1D	IELDRBR009	STAZIONE APPALTANTE DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro				
LOTTO 1	CARTELLA	14.5	23	MTL2T1A1D	IELDRBR009											

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	DEFINIZIONI	4
3.	RIFERIMENTO NORMATIVO	8
3.1	Legge 22 Febbraio 2001, N. 36: Legge Quadro sulla Protezione dalle Esposizioni ai campi Elettrici, Magnetici ed Elettromagnetici	9
3.2	Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003 n.200	9
4.	VALUTAZIONE E ANALISI	11
4.1	DEFINIZIONI	11
4.2	DETERMINAZIONE "DPA" RETI MT (Distanza di Prima Approssimazione)	11
4.3	Determinazione Campi Elettromagnetici Locale Cabina di Trasformazione di Deposito – Livello -1	12
4.4	Determinazione Campi Elettromagnetici Locale Cabina di Trasformazione Area Gruppi elettrogeni – Livello 0	14
5.	CONCLUSIONI	16

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nell'ambito della progettazione Definitiva della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana, disciplinato dal Contratto tra la Città di Torino e la società Infratrasporti.TO s.r.l., ed ha per oggetto gli impianti elettrici e speciali inerenti al Deposito Officina Rebaudengo.

Forma oggetto della presente relazione di calcolo l'analisi del fenomeno dei campi elettromagnetici dovuti alla realizzazione di due cabine di trasformazione MT/bt che saranno poste a servizio del suddetto Deposito.

Nella presente relazione si confronterà il livello di esposizione delle persone con i limiti di esposizione dettati dalle Normative vigenti.

Al naturale livello di fondo elettromagnetico presente sulla terra, (le cui sorgenti principali sono la terra stessa, l'atmosfera ed il sole, che emette radiazione infrarossa, luce visibile e radiazione ultravioletta) si è poi aggiunto, al passo con il progresso tecnologico, un contributo sostanziale dovuto alle sorgenti legate alle attività umane.

L'uso crescente delle nuove tecnologie, nel campo delle radio telecomunicazioni, in aree pubbliche, come anche nuovi processi produttivi in ambiente industriale, ha infatti portato, negli ultimi decenni, ad un continuo aumento della presenza di sorgenti di campi elettromagnetici (CEM), rendendo la problematica dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori a tali agenti, di sempre maggiore attualità.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo
Piano di gestione della Progettazione	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

2. DEFINIZIONI

A questo scopo richiamiamo i concetti di rischio generico, rischio generico aggravato e rischio specifico come li definisce la medicina legale (cfr. "Medicina legale e delle assicurazioni", di Giorgio Canuto, Sergio Tovo, 1996, PICCIN):

- Il rischio generico si riferisce a quelle eventualità che incombono in eguale grado su tutti cittadini;
- Il rischio generico aggravato quando, pur potendo investire tutti i cittadini, è quantitativamente più elevato nell'espletamento di una determinata attività;
- Il rischio specifico è strettamente legato ad una specifica attività e solo i soggetti che svolgono tale attività ne sono esposti;
- Il rischio professionale per essere tale deve essere un rischio specifico o un rischio generico aggravato, non essendo sufficiente la semplice esposizione a un rischio generico per configurare il rischio professionale.

Per lo studio in esame si assumono le seguenti definizioni tratte dalla Legge 22 febbraio 2001 n.36: "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*".

Esposizione

È la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale.

Limite di esposizione

È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori.

Valore di attenzione

È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate.

Elettrodotta

È l'insieme delle linee elettriche propriamente dette, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici

È ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

Esposizione della popolazione

È ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, di tutte quelle persone che permangono nell'area senza esserne stati informati dell'esistenza.

Stazioni e sistemi o impianti radioelettrici

Sono uno o più trasmettitori, nonché ricevitori, o un Insieme di trasmettitori e ricevitori, ivi comprese le apparecchiature accessorie, necessari in una data postazione ad assicurare un servizio di radiodiffusione, radiocomunicazione o radioastronomia.

Impianto per telefonia mobile

È la stazione radio di terra del servizio di telefonia mobile, destinata al collegamento radio dei terminali mobili con la rete del servizio di telefonia mobile.

Impianto fisso per radiodiffusione

È la stazione di terra per il servizio di radiodiffusione televisiva o radiofonica.

Intensità del campo elettrico E

Il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si può pensare scomposto il vettore campo elettrico nel punto considerato, misurato in Volt al metro (V/m).

Intensità di induzione magnetica B

Il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si può pensare scomposto il vettore campo magnetico nel punto considerato, misurato in Tesla (T).

Frequenza f

Numero di cicli o periodi nell'unità di tempo.

L'unità di misura della frequenza nel sistema S.I. è l'Hertz (Hz): sono di uso frequente i multipli kilohertz (1 kHz = 10^3 Hz); megahertz (1 MHz = 10^6 Hz); gigahertz (1 GHz = 10^9 Hz).

Campi elettromagnetici

Campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

Corrente di contatto (I_c).

La corrente di contatto tra una persona e un oggetto è espressa in Ampere (A). Un conduttore che si trovi in un campo elettrico può essere caricato dal campo.

Densità di corrente (J).

È definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in Ampere per metro quadro (A/m^2).

Intensità di campo elettrico (E).

È una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).

Intensità di campo magnetico.

È una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (Nm).

Induzione magnetica.

È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione:

$$\frac{1A}{m} = 4\pi \times 10^{-7}T$$

Densità di potenza (S).

Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in Watt per metro quadro (W/m^2).

Assorbimento specifico di energia (SA)

Si definisce come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente direttiva esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).

Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in Watt per chilogrammo (W/kg).

Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino ad un'antenna. Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica, la corrente di contatto, il campo elettrico e magnetico, e la densità di potenza.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

3. RIFERIMENTO NORMATIVO

L'insieme di leggi e norme alle quali si fa riferimento nella valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici, è piuttosto complesso; la normativa, infatti, prende in considerazione ambiti applicativi diversi, sia per la tipologia degli esposti, che per i parametri caratteristici del campo elettromagnetico.

Una prima distinzione deve essere fatta sugli esposti: come già chiarito nelle definizioni al paragrafo precedente, si parla di esposizione professionale quando un soggetto per la specifica attività lavorativa è esposto a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, mentre, invece, si definisce genericamente esposizione della popolazione, ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, di tutte quelle persone che permangono in un'area, senza esserne stati informati dell'esistenza.

Un'ulteriore differenziazione viene operata considerando le diverse lunghezze d'onda e quindi le frequenze che caratterizzano i campi elettromagnetici, poiché diverse sono le sorgenti che generano le radiazioni non ionizzanti alle quali ci si riferisce parlando di inquinamento elettromagnetico.

Nel 2001 è stata pubblicata la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. A questa legge dovevano far seguito una serie di decreti attuativi, in parte già pubblicati, proprio per trattare in modo esauriente la molteplicità di casi ed applicazioni, e per definire gli specifici limiti di esposizione.

Nel 2003 sono stati pubblicati i due decreti:

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, n. 199: *"Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz"*.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, n. 200: *"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"*.

Di seguito si riportano le principali leggi che interessano i campi elettromagnetici relative all'esposizione della popolazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

3.1 Legge 22 Febbraio 2001, N. 36: Legge Quadro sulla Protezione dalle Esposizioni ai campi Elettrici, Magnetici ed Elettromagnetici

Tale legge ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti ad 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, promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine. Ha altresì lo scopo di attivare misure di cautela da adottare per assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio promuovendo 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.

Essa 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, si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione.

Le disposizioni di tale legge non si applicano nei casi di esposizione intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici.

3.2 Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003 n.200

Per quanto riguarda le frequenze per applicazioni a 50 Hz, si considerano i limiti del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, n. 200: *"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"*.

Nei casi non riconducibili ad elettrodotti, per frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999. Il decreto in esame determina quanto segue:

Limiti di esposizione e valori di attenzione

Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100µT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di $10\mu\text{T}$, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Obiettivi di qualità

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, è fissato l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$ per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Livelli esposizione e parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per elettrodotti

Le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di esposizione da adottare sono quelle indicate nella Guida CEI 211-6 del 2001-01 per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze tra 0 Hz a 10 kHz e nella Guida CEI 211-7 del 2001-01 per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze tra 10 kHz a 300 GHz.

Per la determinazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità e per la determinazione delle fasce di rispetto il sistema agenziale APAT-ARPA dovrà determinare le relative procedure di misura e valutazione, con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

La metodologia di calcolo suddetto prevista da APAT è stata approvata con il Decreto 29 maggio 2008 (SO n. 160 G.U. 5 luglio 2008 n. 156) "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

4. VALUTAZIONE E ANALISI

Fatte le premesse e le citazioni normative di cui sopra ci si concentra ora su quello che è lo scopo della presente Relazione Tecnica, ovvero quello di catalogare i livelli dei campi elettrici e magnetici generati dalle reti M.T. e dalle cabine di trasformazione MT/BT in esame, al fine di confrontare il livello di esposizione delle persone con le relative prescrizioni normative.

4.1 DEFINIZIONI

- Soggetto esposto: "popolazione" ovvero persone che permangono nell'area senza esserne stati informati dell'esistenza.
- Natura del campo elettromagnetico: "elettrdotto" ovvero l'insieme delle linee elettriche propriamente dette, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione (frequenza 50 Hz).
- Riferimenti applicabili:
 - D.P.C.M. 8 luglio 2003, n. 200: "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".
 - Decreto 29 maggio 2008 (SO n. 160 G.U. 5 luglio 2008 n. 156): "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

4.2 DETERMINAZIONE "DPA" RETI MT (Distanza di Prima Approssimazione)

Nel seguito si forniscono le informazioni relative alle linee MT previste nelle opere di progetto e destinate ad alimentare le nuove cabine di trasformazione oggetto di analisi:

- Tipologia linea: in cavidotto interrato e via cavi aerea
- Profondità di posa: $\geq 0,6$ m
- Tensione nominale del cavo: 18/30kV
- Tensione di esercizio MT: 22 kV
- Sezione nominale anima: 95 mm²
- Numero anime: 3 (cavo cordato ad elica)
- Rivestimento protettivo: guaina termoplastica speciale di qualità M16, colore rosso

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

- Emissioni in caso di incendio:... bassa emissione di fumi opachi e di gas tossici e corrosivi
- Portata di corrente:..... posa interrata 300 A
- Diametro esterno max:.....81 mm
- Diametro del conduttore: 11,5 mm
- Resistenza del conduttore a 20°C:.....0,193 Ω/km
- Peso:..... 10.810 Kg/km

Secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 (paragrafo 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree).

D'altronde le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, pertanto le linee MT in progetto, che saranno realizzate in cavo tripolare ad elica, non sono soggette al calcolo della "DPA" ai sensi del richiamato Decreto 29 maggio 2008.

4.3 Determinazione Campi Elettromagnetici Locale Cabina di Trasformazione di Deposito – Livello -1

Trasformatori

L'induzione magnetica (misurata in microTesla) in corrispondenza di un trasformatore MT/BT approssimativamente vale:

$$B = B_o \frac{U_{cc}}{6} \sqrt{\frac{S_n}{630} \left(\frac{3}{d}\right)^{2,8}}$$

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

Dove:

$B_o = 5 \mu\text{T}$ per i trasformatori a secco ($3 \mu\text{T}$ per quelli in olio)

U_{cc} è la tensione di cortocircuito del trasformatore

S_n la sua potenza nominale (in kVA)

d la distanza dal trasformatore stesso (in metri).

Quindi, fissando l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$ per il valore dell'induzione magnetica ed avendo nella cabina in esame trasformatori in resina di taglia 1.600 kVA, si ottiene una distanza $d = 4,25 \text{ m}$.

Linee di distribuzione in BT

Per i sistemi di distribuzione dell'energia realizzati con linee blindate in condotto prefabbricato da installare all'interno della cabina, si è considerato che il contributo sia dato dalla relazione:

$$B = 0,008 \times I \times \frac{1}{d^2}$$

Dove:

B = induzione magnetica (μT)

I = corrente (A)

d = distanza (m)

Per la linea blindata di tipo compatto da 2.500 A installata nella cabina in esame si ottiene quindi, fissando ancora l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$, una distanza $d = 2,58 \text{ m}$.

Visti i risultati di cui sopra e vista la configurazione delle aree limitrofe alla cabina MT/bt di Deposito dove sono presenti solamente le seguenti tipologie di ambienti o zone:

- locale con quadri elettrici di distribuzione in MT;
- corridoio area tecnologica;
- locale tecnico per centrale di ventilazione;
- binari di transito dei treni al piano sottostante;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

- parcheggio autoveicolare piano superiore;

si è definita l'area di inviluppo di tutte le fonti di emissione di campi elettromagnetici (trasformatori MT/BT e linee in condotto blindato prefabbricato) e si è proceduto con il calcolo di verifica del campo elettromagnetico su un perimetro esterno alla cabina che dista 8 m dall'area di inviluppo sopra definita (vedasi allegato "A").

Si segnala sin d'ora che nell'area esterna delimitata dal perimetro posto a 8 m dalla "zona di emissione" non sono presenti aree dove è prevista la permanenza di persone per un tempo maggiore di 4 ore.

Si riporta nel seguito il calcolo di verifica effettuato alla distanza di 8 metri:

- n°2 Trasformatori in resina da 1.600 kVA..... B = 0,51 µT cadauno
- n°2 Linee blindate di tipo compatto da 2.500 A B = 0,31 µT cadauna

In corrispondenza del perimetro posto a 8 m dagli apparati elettrici della cabina MT/bt di Deposito sopra descritti si ha quindi una sommatoria complessiva dei CEM pari a:

$$\sum = 0,51 + 0,51 + 0,31 + 0,31 = 1,64\mu T$$

4.4 Determinazione Campi Elettromagnetici Locale Cabina di Trasformazione Area Gruppi elettrogeni – Livello 0

La Cabina in oggetto risulta equipaggiata con n°1 trasformatore in resina da 1.600 kVA interconnesso con un gruppo elettrogeno a mezzo di linea blindata di tipo compatto da 2.500 A.

Visti i risultati ottenuti con la verifica di paragrafo 4.3 e vista la configurazione delle zone limitrofe alla cabina MT/bt dell'Area Gruppi Elettrogeni dove sono presenti solamente le seguenti tipologie di ambienti:

- N°3 Locali tecnici con Gruppi Elettrogeni;
- Locale con quadri elettrici di distribuzione in MT e BT;
- Locale tecnico con quadro di parallelo Gruppi Elettrogeni;
- Area tecnologica esterna;

anche per questa cabina si è definita l'area di inviluppo di tutte le fonti di emissione di campi elettromagnetici (trasformatore MT/BT e linea in condotto blindato prefabbricato) e si è

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

proceduto con il calcolo di verifica del campo elettromagnetico su un perimetro esterno alla cabina che dista 8 m dall'area di involucro sopra definita (vedasi allegato "B").

Si segnala sin d'ora che nell'area esterna al locale cabina delimitata dal perimetro posto a 8 m dalla "zona di emissione" non sono presenti aree dove è prevista la permanenza di persone per un tempo maggiore di 4 ore.

Si riporta nel seguito il calcolo di verifica effettuato alla distanza di 8 metri:

- n°1 Trasformatore in resina da 1.600 kVA..... B = 0,51 μ T
- n°1 Linea blindata di tipo compatto da 2.500 A B = 0,31 μ T

In corrispondenza del perimetro posto a 8 m dagli apparati elettrici della cabina MT/bt prevista nell'Area di Generazione sopra descritti si ha quindi una sommatoria complessiva dei CEM pari a:

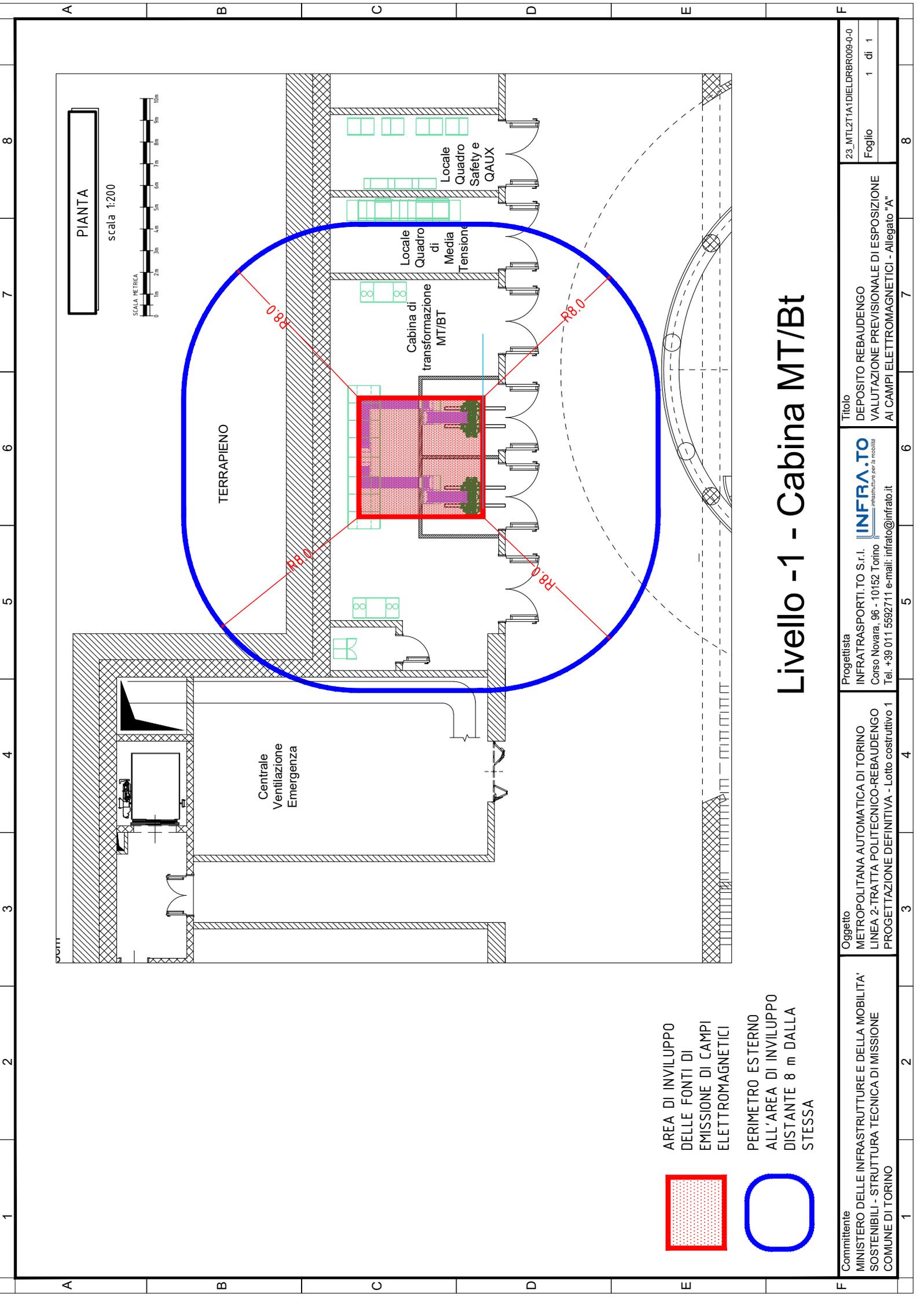
$$\Sigma = 0,51 + 0,31 = 1,64 \mu T$$

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2- Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1: Rebaudengo-Bologna
Impianti elettrici e speciali -Valutazione previsionale di esposizione ai campi elettromagnetici	23_MTL2T1A1DIELDRBR009-0-0.DOCX

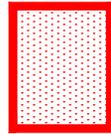
5. CONCLUSIONI

Le considerazioni fatte e i risultati forniti mostrano come non vi siano elementi di rischio o criticità nella progettazione delle opere previste in oggetto e indicate all'inizio del presente documento.

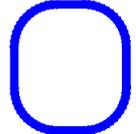
Si ricorda come comunque debbano essere effettuate valutazioni più accurate in sede di successiva valutazione dei rischi per lavoratori in accordo al D.M. 81/08 e D.Lgs. 257/2007.



AREA DI INVILUPPO
DELLE FONTI DI
EMISSIONE DI CAMPI
ELETTROMAGNETICI

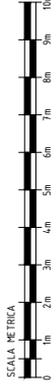


PERIMETRO ESTERNO
ALL'AREA DI INVILUPPO
DISTANTE 8 m DALLA
STESSA

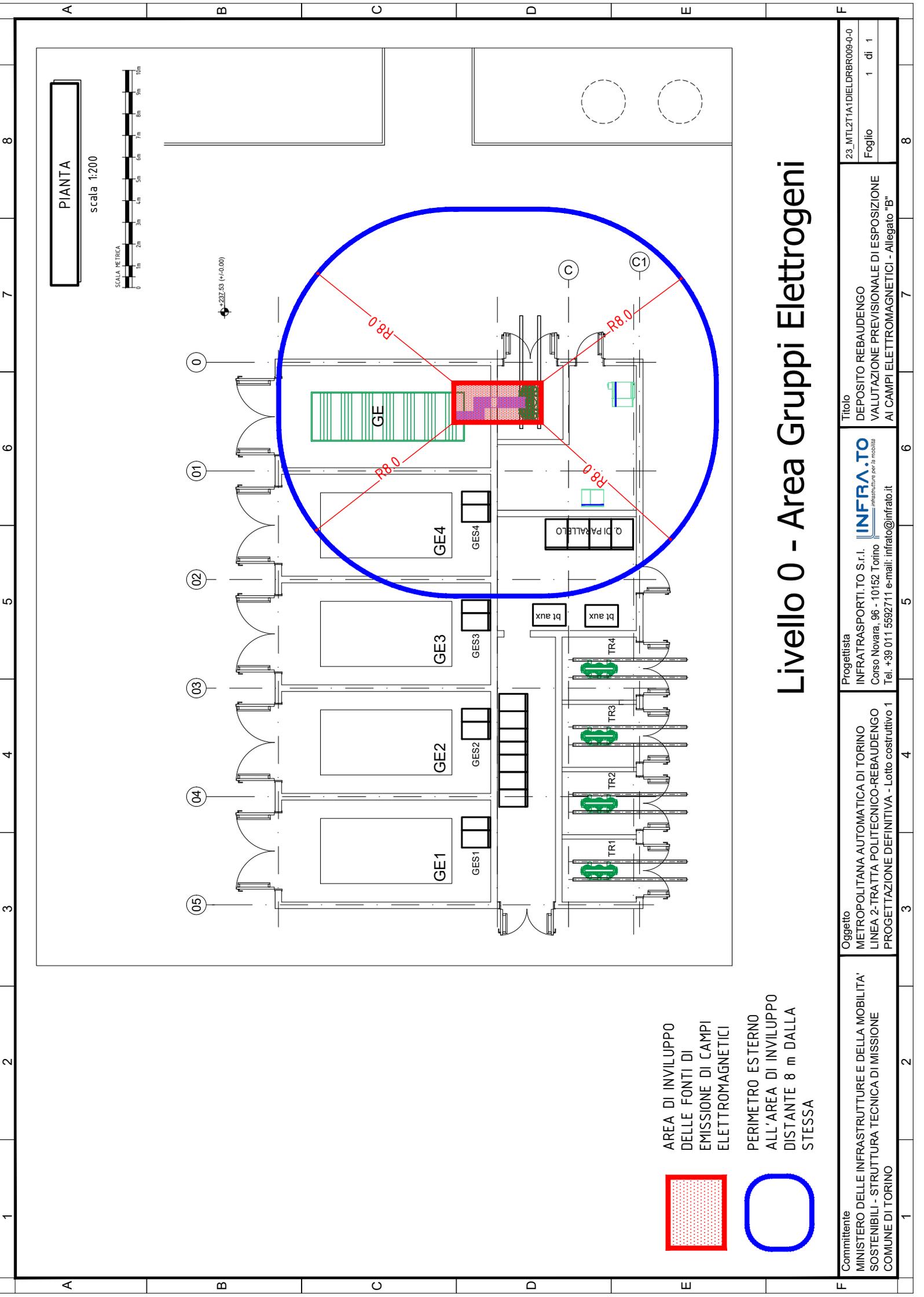


Livello -1 - Cabina MT/Bt

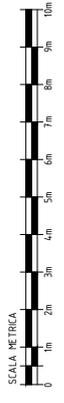
PIANTA
scala 1:200

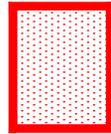


Committente MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA' SOSTENIBILI - STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE COMUNE DI TORINO	Oggetto METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO LINEA 2-TRATTA POLITECNICO-REBAUDENGO PROGETTAZIONE DEFINITIVA - Lotto costruttivo 1	Progettista INFRA TRASPORTI.TO S.r.l. Corso Novara, 96 - 10152 Torino Tel. +39 011 5592711 e-mail: infra@infra.to	Titolo DEPOSITO REBAUDENGO VALUTAZIONE PREVISIONALE DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI - Allegato "A"	23_MTL2T1A1DIELDRB009-0-0
				Foglio 1 di 1

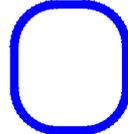


PIANTA
scala 1:200





 AREA DI INVILUPPO
 DELLE FONTI DI
 EMISSIONE DI CAMPI
 ELETTROMAGNETICI



 PERIMETRO ESTERNO
 ALL'AREA DI INVILUPPO
 DISTANTE 8 m DALLA
 STESSA

Livello 0 - Area Gruppi Elettrogeni

Committente MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA' SOSTENIBILI - STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE COMUNE DI TORINO	Oggetto METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO LINEA 2-TRATTA POLITECNICO-REBAUDENGO PROGETTAZIONE DEFINITIVA - Lotto costruttivo 1	Progettista INFRA TRASPORTI.TO S.r.l. Corso Novara, 96 - 10152 Torino Tel. +39 011 5592711 e-mail: inftrato@inftrato.it	INFRA.TO <small>infrastrutture per la mobilità</small>	Titolo DEPOSITO REBAUDENGO VALUTAZIONE PREVISIONALE DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI - Allegato "B"	23_MTL2T1A1DIELDRB009-0-0 Foglio 1 di 1
---	---	---	--	---	--