



## AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

### – RIQUALIFICAZIONE SEDE STORICA INGEGNERIA – CABINA ELETTRICA VIALE RISORGIMENTO 2 – BOLOGNA

PROPRIETA' EDIFICIO

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA

CODICE EDIFICIO N.  
331

CODICE PROGETTO N.  
J39E19002160006

TICKET N.  
38904

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'  
ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
ARCH. BATTISTA TORTORELLA

DIRETTORE DEI LAVORI  
PER. IND. GIUSEPPE CORRADO

#### PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO ARCHITETTONICO

ARCH. GIANFRANCO ROMANO

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

PER. IND. LUCA LODI

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

ING. CESARE CRISTIANI

PROGETTO OPERE STRUTTURALI

/

COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE

ARCH. GIANFRANCO ROMANO

COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
IN FASE DI ESECUZIONE

ARCH. GIANFRANCO ROMANO

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE:

FATTIBILITA'  
TECNICA  
ECONOMICA

☐

DEFINITIVO

☐

ESECUTIVO

☒

AS-BUILT

☐

OGGETTO TAVOLA

RELAZIONE GENERALE

SCALA

-

N° PROGRESSIVO ELENCO ELABORATI

DATA

TAVOLA N°

REV.

DATA

EL.GE.01

# **Relazione Generale**

## **1. GENERALITÀ**

Il presente documento tratta la riqualificazione degli impianti elettrici al servizio della Scuola di Ingegneria e Architettura di viale Risorgimento 2 Bologna di proprietà dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.

Tutte le opere in seguito descritte, dovranno essere realizzate secondo le indicazioni generali contenute disciplinare tecnico, nel rispetto scrupoloso delle norme CEI di riferimento e delle Leggi vigenti, secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni normative.

Lo scopo dell'intervento è quello di intervenire su parti dell'impianto esistente, integrando/modificando lo stesso con:

- l'installazione di una nuova cabina elettrica di trasformazione MT/BT (U05 Edificio Storico), del relativo Quadro Generale di Bassa Tensione con adeguamento della rete cavi e canalizzazioni per l'alimentazione delle utenze;
- l'adeguamento della cabina elettrica di trasformazione MT/BT (U06 Nuove Aule), al fine dell'ottenimento della Dichiarazione di Adeguatezza (DIDA) alla normativa CEI\_016;
- l'installazione di un gruppo elettrogeno a servizio del Centro di Calcolo e l'adeguamento della distribuzione e dei quadri relativi per consentire il funzionamento del centro di calcolo anche in condizione di mancanza rete;
- l'installazione di un sistema di telecontrollo e supervisione relativamente alle due cabine di trasformazione ed al nuovo gruppo elettrogeno.

## **2. CONSISTENZA DEI LAVORI**

### **2.1. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI**

Gli impianti elettrici oggetto del presente documento sono stati progettati per recepire le esigenze della struttura in oggetto, inquadrando il tutto in un'ottica generale che permetta di raggiungere i seguenti obiettivi:

- soddisfare le esigenze operative degli operatori;
- ottenere impianti di distribuzione dell'energia affidabili e flessibili, in grado di seguire le evoluzioni tecnologiche;
- avere impianti ed apparecchiature ridondanti per permettere futuri ampliamenti;
- fornire apparecchiature e sistemi impiantistici di facile esercizio e manutenzione;
- garantire livelli ottimali di funzionamento degli impianti di sicurezza e supervisione.

### **3. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI**

#### **3.1. CABINA MTBT**

Si prevede la realizzazione di una nuova cabina di trasformazione a servizio dell'edificio Storico in sostituzione di quella esistente; per la realizzazione dell'intervento sarà utilizzato il locale attiguo attualmente adibito a laboratorio previa esecuzione delle opere edili necessarie.

La nuova cabina prevede l'installazione di un quadro MT con singolo sistema di sbarre, esenti da manutenzione, completamente assemblato in fabbrica e certificato. Il quadro dovrà essere in esecuzione tripolare blindato con isolamento in gas, conforme alle IEC 62271-200; realizzato da celle singole o esecuzione a blocchi per realizzare la configurazione di progetto.

Il quadro dovrà essere classificato secondo IEC / VDE come "sigillato ermeticamente sotto pressione" (sealed pressure systems). L'ermeticità dovrà essere garantita a vita. I trasformatori di corrente e i trasformatori di tensione si trovano al di fuori del contenitore in gas.

I cavi MT verranno collegati alle celle dal fronte quadro. Le terminazioni saranno disposte orizzontalmente, alla stessa altezza e facilmente accessibili.

#### **3.2. TRASFORMATORI DI POTENZA**

Si prevede l'installazione di due trasformatori di potenza a basse perdite isolati in resina con una potenza di 500KVA cadauno; al fine di limitare l'incremento della Icc sui quadri esistenti, si prevede l'installazione di trasformatori inglobati in resina con  $V_{cc} = 8\%$ , tensione primaria 15 Kv, secondaria 400V - classe ambientale : E 1 - classe climatica : C 1 - classe di comportamento al fuoco : F 1.

I trasformatori verranno installati all'interno di box in rete metallica; al fine di migliorare lo smaltimento del calore questi saranno dotati di ventilatori tangenziali comandati dalla centralina di temperatura dei singoli trasformatori.

I trasformatori dovranno essere marcati " CE " in accordo alla direttiva CE n. 89/336 ed al DL. n. 476 del 04/12/1992.

Il costruttore dovrà dichiarare in sede di offerta di avere eseguito presso laboratori ufficiali le relative prove.

Per l'alimentazione del nuovo sistema di climatizzazione del complesso si prevede l'installazione di un trasformatore dedicato con una potenza di 1000 KVA, anche questo inglobati in resina con  $V_{cc} = 6\%$ , tensione primaria 15 Kv, secondaria 400V - classe ambientale : E 1 - classe climatica : C 1 - classe di comportamento al fuoco : F 1.

#### **3.3. IMPIANTO ESTRAZIONE ARIA CABINA**

La ventilazione forzata della cabina è attivata da un termostato ambiente, questa viene realizzata con l'utilizzo di apposito ventilatore in grado di effettuare i ricambi d'aria necessari al mantenimento

di una temperatura ambiente tale da consentire il raffreddamento dei trasformatori, il dimensionamento viene eseguito secondo quanto specificato nel capitolato prestazionale.

### **3.4. ADEGUAMENTO CABINA ESISTENTE A CEI 0-16**

Si prevede l'adeguamento delle protezioni della cabina esistente denominata "Cabina nuove aule" per adeguare la stessa a quanto indicato nella norma CEI 0-16; si rende quindi necessaria la sostituzione dell'interruttore e l'inserimento delle adeguate protezioni.

## **4. QUADRI ELETTRICI**

Dovranno essere forniti ed installati il quadro generale di bassa tensione per il parallelo dei trasformatori ed quadri di distribuzione secondaria relativi al Centro di Calcolo, rispondenti alle norme CEI 17-13, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

I quadri saranno fissati a pavimento e/o a parete in posizioni protette come indicato negli elaborati di progetto, utilizzando staffe e i dispositivi di fissaggio necessari ed adeguati all'uso.

Tutti gli staffaggi saranno in acciaio zincato o trattati con vernici contro la corrosione.

Sui tutti quadri dovranno essere poste targhe di identificazione con riportate oltre al costruttore le caratteristiche dello stesso.

Nel caso in cui i circuiti di comando sono inclusi all'interno del quadro di distribuzione, questi saranno contrassegnati con indicazione chiara della funzione, fonte di alimentazione e istruzioni di isolamento del circuito. I circuiti ausiliari saranno dotati di interruttori/sezionatori chiaramente identificati, per isolare il circuito di comando all'interno del quadro.

Tutti i quadri saranno dotati di schema con l'indicazione di tutti i circuiti, lo schema dovrà essere contenuto in apposita tasca di PVC fissata all'interno dello stesso.

Tutti i quadri presentano un grado di protezione a montaggi ultimati non inferiore quanto indicato negli elaborati di progetto

Al fine di limitare i costi dell'intervento sono stati riutilizzati alcuni quadri di recente costruzione spostandoli e/o apportando piccole modifiche. L'intervento sui singoli quadri è rilevabile dagli elaborati progettuali.

## **5. DISTRIBUZIONE PRINCIPALE**

Per la realizzazione degli impianti di distribuzione principale è previsto l'impiego di conduttori in cavo con isolamento in gomma EPR a contenuta emissione di gas tossici tipo FG16(O)M16 con isolamento 0.6/1kV.

Le linee hanno origine dal nuovo quadro generale di BT (QGBT-PAR) e dai sottoquadri e si estendono ai diversi quadri di zona ed alle utenze, come rilevabile dagli elaborati grafici.

La giunzione delle linee esistenti a causa dello spostamento dei quadri dal corridoio all'interno del locale sarà realizzata sempre utilizzando cavi tipo FG16(O)M16; i giunti dovranno essere eseguiti con l'utilizzo di connettori a crimpare testa/testa ed adeguatamente isolati con l'impiego di nastri o resine.

Le linee sono posate entro cunicoli e/o passerelle porta cavi di adeguate dimensioni; le canalizzazioni principali verranno installate a parete o soffitto con l'utilizzo di opportuni staffaggi.

Le passerelle in acciaio zincato a caldo, saranno dotate di coperchio solo nei tratti verticali e quando vengono posate all'esterno dell'edificio.

I cavi all'interno delle stesse saranno posati in modo da formare in linea di massima un solo strato, opportunamente ancorati in prossimità delle curve, derivazioni e variazioni di piano.

Particolare cura dovrà essere data alla posa di linee formate da cavi unipolari, provvedendo ad incrociare le fasi per limitare gli effetti dei campi magnetici indotti.

## **6. DISTRIBUZIONE SECONDARIA**

Gli impianti di distribuzione secondari hanno origine dai diversi quadri di zona indicati sugli elaborati progettuali.

Sono stati impiegati conduttori in cavo tipo FG16(O)M16 sia per i percorsi su passerella che entro tubazioni isolanti o metalliche.

Il presente progetto non prevede interventi sulla distribuzione secondaria, se non interventi limitati dovuto allo spostamento dei quadri elettrici ed all'inserimento del gruppo elettrogeno.

Per l'esecuzione delle derivazioni dalle linee dorsali poste su canali porta cavi dovranno impiegate cassette in materiale plastico autoestinguente; dette cassette saranno fissate a parete o direttamente alla passerella con apposita staffa.

L'ingresso dei cavi nelle cassette dovrà essere eseguito sempre con appositi pressacavi in Nylon o PVC per ottenere un grado di protezione > IP 65.

Al fine di evitare il formarsi di condense all'interno di tubi o guaine protettive, questi saranno impiegati solo dove necessario per dare protezione meccanica, provvedendo a lasciare gli estremi liberi per evitare accumuli di condense.

Tutti i tubi metallici dovranno essere dotati di gommini di testata per preservare l'isolamento dei cavi.

## **7. PRESE DI FM**

Per l'erogazione di energia agli utilizzatori mobili o portatili sono previste all'interno della cabina di trasformazione gruppi prese interbloccate di tipo CEE e di tipo civile protette a monte da interruttore magnetotermico.

Le prese dovranno essere conformi a quanto indicato nel capitolato prestazionale.

## **8. IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE**

E' stata prevista l'integrazione dell' impianto di terra, tenendo presente che:

- il valore della resistenza di terra risulti in accordo con le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto elettrico;
- l'efficienza dell'impianto di terra si mantenga nel tempo;
- le correnti di guasto e di dispersione siano sopportate senza danni in particolare dal punto di vista delle sollecitazioni di natura , termo meccanica ed elettromeccanica;
- i materiali abbiano adeguata solidità o adeguata protezione meccanica tenuto conto delle influenze esterne.

L'impianto di terra, inteso in senso generale, è composto da:

- dispersore di terra (esistente – ex plinti di fondazione aule esterne)
- conduttori di terra;
- collettori o nodi di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali principali;
- conduttori equipotenziali supplementari.

### **8.1. ELEMENTI DEL DISPERSORE**

Il dispersore da utilizzato è quello esistente, costituito dai plinti di fondazione delle ex aule esterne denominate “ palafitte “ oggi demolite ( sono presenti circa 20 HEB da 400mm che componevano la struttura portante collegati tra loro con una corda nuda di rame posata in intimo contatto con il terreno), integrato con due dispersori ad infissione posizionati in prossimità dell'accesso alla nuova cabina

## **8.2. CONDUTTORI DI PROTEZIONE**

La sezione limite del conduttore di protezione è stata determinata in accordo alle prescrizioni di cui al punto 543.1 della norma CEI 64-8/5.

Per la distribuzione del potenziale di terra ai quadri di distribuzione è stata realizzata con un sistema di dorsali in cavo FS17-450/750V aventi di norma sezione pari a  $\frac{1}{2}$  del conduttore di fase.

Dovranno essere collegate a terra tutte le masse comprese le passerelle porta cavi e le tubazioni protettive metalliche presenti all'interno della nuova cabina.

## **8.3. CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI SUPPLEMENTARI**

I conduttori equipotenziali supplementari sono quelli che collegano le masse (estranee o no) fra loro o le masse con le masse estranee, anche tramite conduttori di protezione.

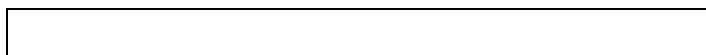
La sezione minima dei conduttori equipotenziali supplementari destinati a collegare tra loro due masse non dovrà risultare inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione inferiore.

Nel caso di collegamenti equipotenziali supplementari destinati a collegare una massa con una massa estranea, la sezione del conduttore equipotenziale non risulterà inferiore alla metà del conduttore di protezione.

Nel caso in cui un conduttore equipotenziale colleghi due o più apparecchi, questo risulterà essere continuo in modo da consentire la rimozione dell'apparecchio senza interrompere il collegamento.

## **9. SCHERMATURA CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Il progetto prevede la schermatura del locale per limitare i campi elettromagnetici nei locali attigui alla cabina elettrica, lo studio della protezione dai campi elettromagnetici sarà oggetto di apposito progetto; di seguito viene riportato a titolo indicativo il calcolo dell'induzione magnetica generata da un trasformatore da 500 KVA e da uno da 1000 KVA



**CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA DI UN  
TRASFORMATORE RAPPORTATO A  
TRASFORMATORE DI RIFERIMENTO**

$$B = 5 \mu T * \frac{V_{cc} \%}{6\%} * \sqrt{\frac{S_n}{630 \text{ kVA}}} * \left(\frac{3m}{a}\right)^{2,8}$$

Trasformatore di riferimento		Distanza di riferimento
kVA	630	3 metri
Vcc%	6	
Ku	1	Coefficiente di Utilizzazione
Induzione micro Tesla	5	Senza Box di protezione
	1,67	Con Box di protezione
Trasformatore Previsto		Distanza di misura "a"
kVA (Sn)	500+ 1000	3 metri
Vcc%	6	
Ku	0,75	Coefficiente di Utilizzazione
Induzione micro Tesla	6,68	Senza Box di protezione
	2,23	Con Box di protezione

Naturalmente a detti valori di induzione elettromagnetica vanno aggiunti quelli generati dal secondo trasformatore e dalle linee di distribuzione e dalle barrature dei quadri principali di distribuzione.

#### Riferimenti normativi

- Legge n° 36 del 22/2/2001, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (Legge che rimanda l'applicazione ai decreti applicativi: DPCM 8 luglio 2003);

- 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 (50Hz) generati da elettrodotti;

In particolare, i valori limite massimi in materia di esposizione a campi magnetici prodotti da sorgenti elettriche di bassa frequenza previsti dalla normativa citata sono fissati a:

- **100 µT** esposizione istantanea, valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 3; (Corridoi, Locale Landscape Storage e Ripa Accounting Records).
- **3 µT**, obiettivo di qualità negli ambienti ad esposizione prolungata di persone (superiore alle quattro ore giornaliere); valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 4; (SPA, IT Office Manager, reception e parti comuni a piano terra).



Il materiale schermante sarà della tipologia:

#### BEShielding WPL

Il materiale schermante WPL ha spessore 2,7mm e peso di circa 10 kg/mq; sarà composto da più strati di materiale ad elevate prestazioni sia in termini di conducibilità elettrica che di permeabilità magnetica. Le piastre multistrato e multi-materiale dovranno essere fornite già assemblate.

Per raggiungere l'effetto schermante necessario, è prevista l'installazione delle piastre schermanti a parziale copertura del soffitto con opportuna appendice a parete EST e a parete Ovest, con opportune appendici a pavimento fin nel cavedio, a parete nord e a parete Sud del locale Trasformatori.

Per il locale QGBT il materiale schermante sarà installato a parete Est, con opportune appendici contenitive a parete Nord e Sud.

Allo scopo di garantire il rispetto dei limiti normativi sull'induzione magnetica nei locali da proteggere, sarà necessaria la saldatura non strutturale tra le piastre schermanti.

#### BEShielding HCM-A

Il materiale schermante HCM-A ha spessore 2mm e peso di circa 5,4 kg/mq; sarà composto da un unico strato di materiale ad elevate prestazioni in termini di conducibilità elettrica.

Per raggiungere l'effetto schermante necessario, è prevista l'installazione delle piastre schermanti a copertura parziale della parete Ovest del locale Trasformatori, come ulteriore strato aggiuntivo alle piastre WPL.

Allo scopo di garantire il rispetto dei limiti normativi sull'induzione magnetica nei locali da proteggere, sarà necessaria la saldatura non strutturale tra le piastre schermanti.

Il materiale schermante dovrà appartenere alle classi di reazione al fuoco A1 e A1FL, risultando pertanto materiale "incombustibile". Non dovrà contenere o essere rivestito/protetto con materiale plastico o similare, in modo tale da non apportare aumenti al carico di incendio delle aree dove installato né tantomeno propagare l'incendio stesso.



## **Analisi di impatto ambientale**

La presente analisi riporta lo studio di induzione magnetica, generata dall'insieme di infrastrutture elettriche presenti all'interno della cabina elettrica MT/BT presso la sede del Dipartimento di Ingegneria Civile di UNIBO in Viale Risorgimento 2, Bologna.

Lo scopo del seguente è di verificare il rispetto delle specifiche contenute nel quadro normativo di riferimento:

- **Legge n° 36 del 22/2/2001**, “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” (Legge che rimanda l'applicazione ai decreti applicativi: DPCM 8 luglio 2003);
- **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 (50Hz) generati da elettrodotti;
- **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 211-4 (2008)**, “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”;
- **Guida CEI 211-6 (2001)**, “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana”;
- **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

In particolare, i **valori limite massimi** in materia di esposizione a campi magnetici prodotti da sorgenti elettriche di bassa frequenza previsti dalla normativa citata sono fissati a:

- **100  $\mu\text{T}$**  esposizione **istantanea**, valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 3;

2

← • **3,78  $\mu\text{T}$**  per locali con presenza di **apparecchiature elettroniche sensibili**, valore indicato dalla norma tecnica CEI EN 61000-4:8;

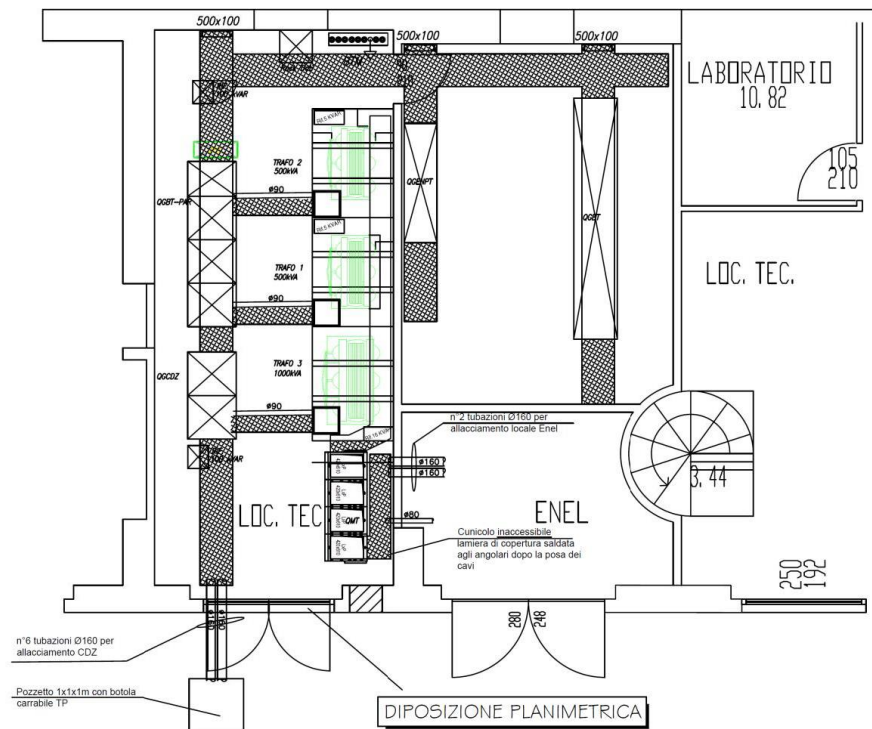
← • **3  $\mu\text{T}$** , obiettivo di qualità negli ambienti ad esposizione prolungata di persone (superiore alle quattro ore giornaliere), valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 4.

In presenza di ambienti particolarmente sensibili, potrebbe essere esplicitamente richiesto dalla committenza una ulteriore riduzione del valore limite imposto dall'obiettivo di qualità per scopi cautelativi.

Lo studio inizia da una descrizione generale del problema con individuazione delle aree sensibili e delle sorgenti principali di campo magnetico, per le quali è necessario effettuare una valutazione dell'induzione magnetica, secondo gli obiettivi di qualità sopra citati (**2 Layout architettonico**) + (**3 Definizione dei limiti di esposizione nei locali circostanti la cabina elettrica**).

Lo studio prosegue con la modellizzazione dei dispositivi elettrici mediante software MAGIC□ per la valutazione dell'induzione magnetica generata dagli stessi (**4 Modello MAGIC**) corredata da commenti conclusivi sui valori di campo magnetico dedotti dalle simulazioni (**5 Conclusioni**). Completa lo studio l'eventuale layout esecutivo del sistema di schermatura adottato per il contenimento dei valori di campo magnetico nei termini di legge (**6 Area schermatura**) e termina con una rappresentazione dell'effetto schermante del sistema di mitigazione (**7 Situazione a seguito della mitigazione**).

In Figura si riporta la pianta del locale Cabina MT/BT con indicazione della disposizione dei componenti elettrici presenti all'interno della stessa.



La cabina MT/BT è situata al piano terra in locale dedicato.

Le apparecchiature elettriche presenti nella medesima, caratterizzate da valori di corrente non trascurabili ai fini delle valutazioni del campo magnetico, sono:

- n.2 trasformatori MT/BT da 500 kVA in resina;
- n.1 trasformatore MT/BT da 1000 kVA in resina;
- n.1 quadro generale di media tensione;
- n.4 quadri BT di distribuzione (QGBT-PAR, QGCDZ, QGENPT, QGBT);
- n.3 linee MT di collegamento tra quadro di media tensione e trasformatori;
- n.1 linea MT di arrivo al quadro di media tensione;

- n.3 linee BT di collegamento tra trasformatori e rispettivi quadri di bassa tensione.
- n.2 linee BT di collegamento di collegamento tra il QGBT-PAR e i quadri di bassa tensione QGENPT e QGBT.

Si evidenzia che i locali confinanti con la medesima rappresentano:

Piano della cabina:

#### ➤ **Locale Trasformatori**

##### ❖ **NORD**

Non esistono locali caratterizzati dalla presenza continuativa di persone, pertanto dovranno essere garantiti valori di induzione magnetica al di sotto del limite di 100  $\mu$ T all'esterno della cabina;

##### ❖ **SUD**

Non esistono locali caratterizzati dalla presenza continuativa di persone, pertanto dovranno essere garantiti valori di induzione magnetica al di sotto del limite di 100  $\mu$ T all'esterno della cabina;

##### ❖ **EST**

Locale quadri di bassa tensione (QGENPT, QGBT) e locale ENEL, pertanto i limiti sono quelli relativi ai lavoratori professionalmente esposti tali per cui non risulta necessario effettuare valutazione di esposizione per la popolazione;

##### ❖ **OVEST**

Area con permanenza di persone, pertanto dovranno essere garantiti valori di induzione magnetica al di sotto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T, relativo ad ambienti ad esposizione prolungata di persone;

#### ➤ **Locale Quadri di bassa tensione (QGENPT, QGBT)**

##### ❖ **NORD**

Non esistono locali caratterizzati dalla presenza continuativa di persone, pertanto dovranno essere garantiti valori di induzione magnetica al di sotto del limite di 100  $\mu$ T all'esterno della cabina;

##### ❖ **SUD**

Locale ENEL, pertanto i limiti sono quelli relativi ai lavoratori professionalmente esposti tali per cui non risulta necessario effettuare valutazione di esposizione per la popolazione;

##### ❖ **EST-NORD**

Laboratorio, pertanto dovranno essere garantiti valori di induzione magnetica al di sotto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T, relativo ad ambienti ad esposizione prolungata di persone;

##### ❖ **EST-SUD**

Non esistono locali caratterizzati dalla presenza continuativa di persone (locale tecnico), pertanto dovranno essere garantiti valori di induzione magnetica al di sotto del limite di 100  $\mu$ T all'esterno

della cabina, tuttavia come richiesto dalla committenza sarà considerato il limite dell'obiettivo di qualità per l'esposizione prolungata della popolazione;

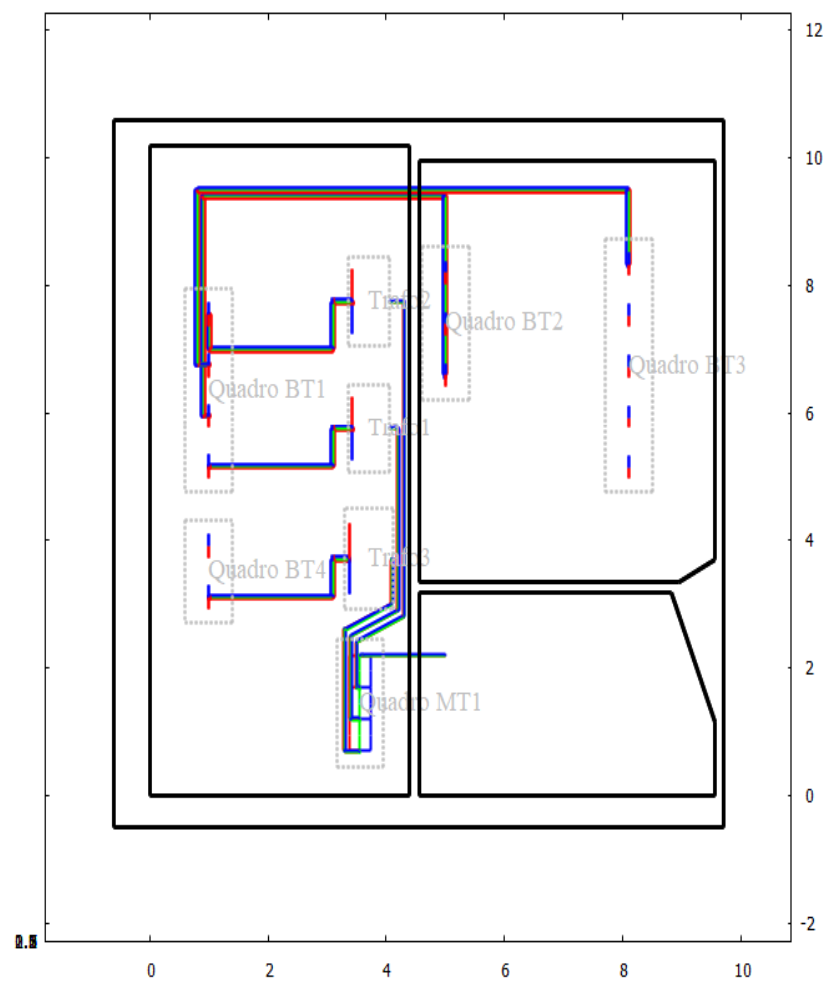
#### ❖ OVEST

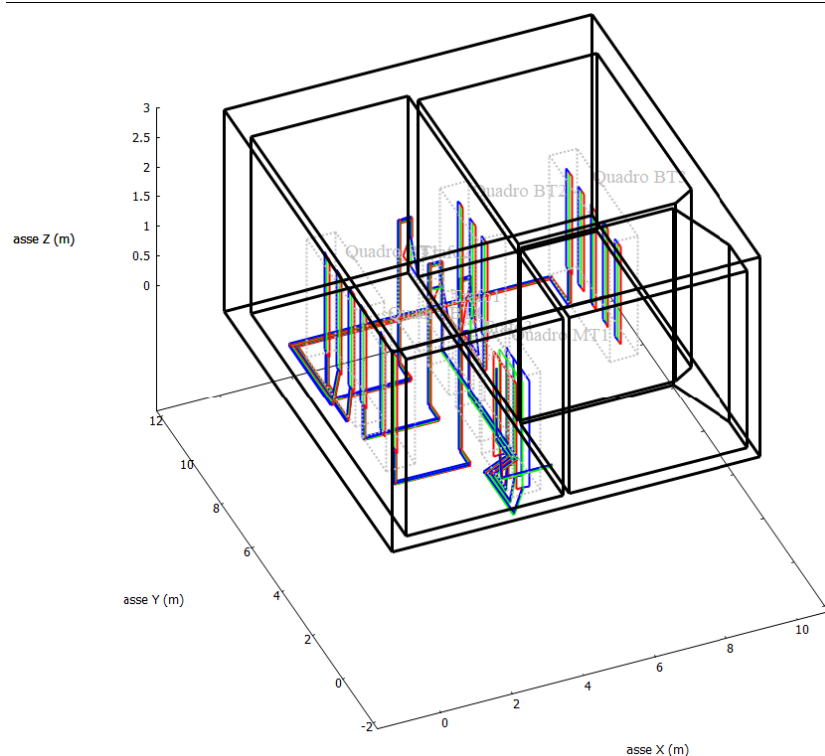
Locale Trasformatori, pertanto i limiti sono quelli relativi ai lavoratori professionalmente esposti tali per cui non risulta necessario effettuare valutazione di esposizione per la popolazione; 5

Piano sovrastante la cabina:

Area con permanenza di persone, pertanto dovranno essere garantiti valori di induzione magnetica al di sotto dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$ , relativo ad ambienti ad esposizione prolungata di persone;

Nelle Figure seguenti viene presentato il layout della cabina elettrica mediante il software di calcolo tridimensionale MAGIC®, utilizzato per valutare l'induzione magnetica generata dai componenti elettrici, presenti nel locale oggetto di analisi. Il software permette di effettuare delle simulazioni considerando la tridimensionalità dei singoli dispositivi elettrici ed una sovrapposizione dei loro effetti in termini di induzione magnetica. In allegato alla presente relazione si fornisce il documento di validazione del software attraverso un confronto con software già esistenti e con rilievi sperimentali.



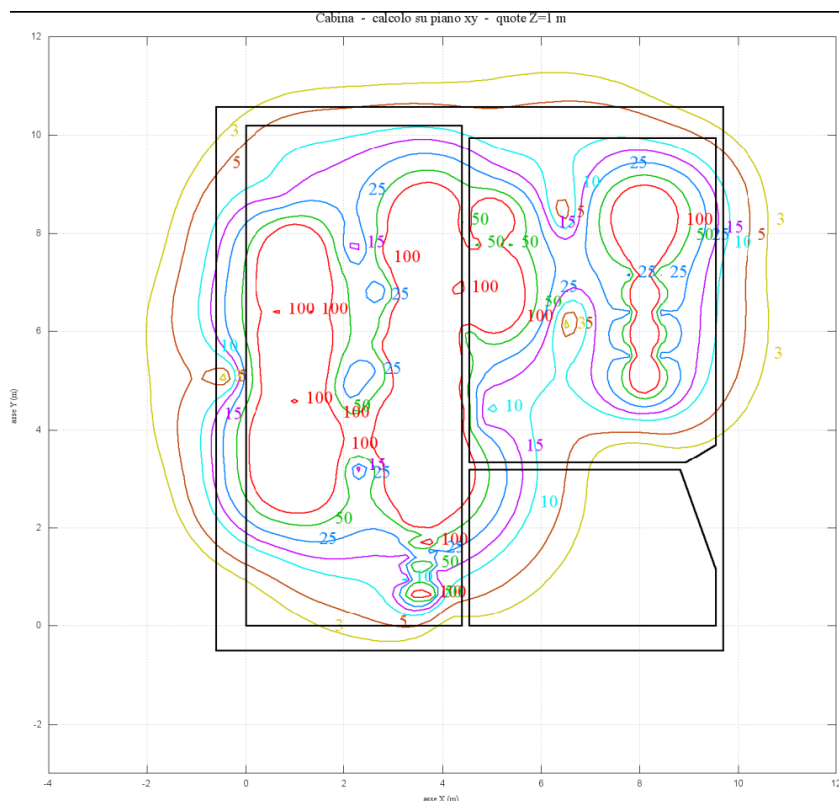


Di seguito vengono analizzati i valori di induzione magnetica generati dalla cabina elettrica, in assenza di schermatura, nei locali attigui la stessa.

Nelle successive Figure vengono presentate le curve isolivello che riportano i valori di induzione magnetica, in  $\mu\text{T}$ , calcolati su diversi piani XY (paralleli al pavimento del locale Cabina MT/BT) per le seguenti quote:

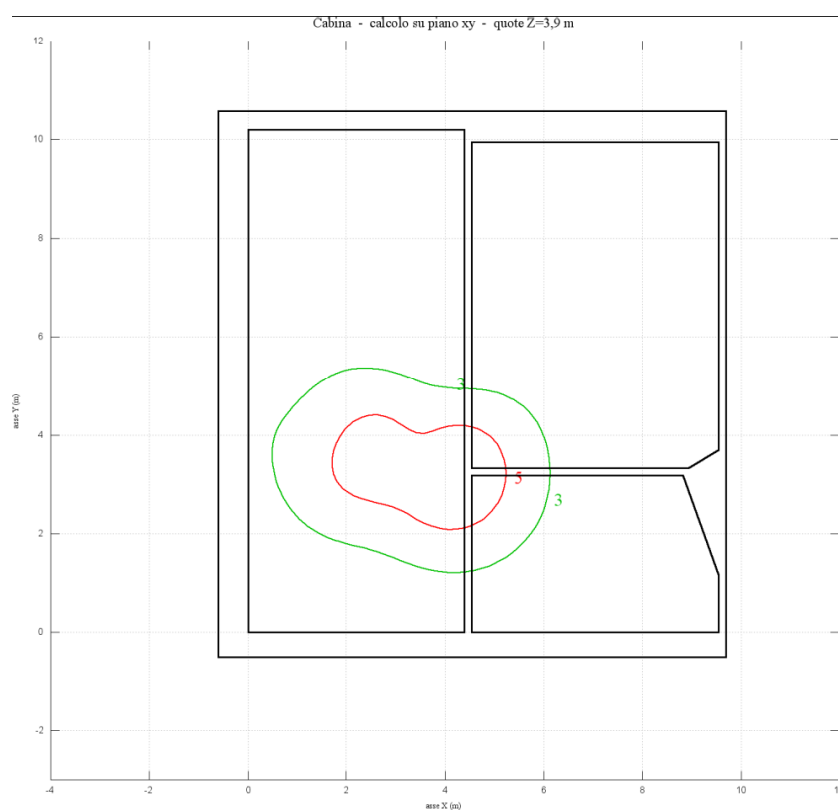
- $z = 1,0$  corrispondente ad una quota di 1,0 metri a partire dal pavimento della cabina ;
- $z = 3,9$  corrispondente ad una quota di 3,9 metri a partire dal pavimento della cabina e coincidenti al piano di calpestio del piano sovrastante ;





Curve  
d'induzione  
calcolate su  
per  $z = 1,0$

isolivello  
magnetica  
un piano XY  
m



Curve  
d'induzione  
calcolate su  
per  $z = 3,9$  m

isolivello  
magnetica  
un piano XY

Sulla base dei risultati delle simulazioni di campo magnetico della cabina, è possibile notare che:

- In prossimità del locale trasformatori, sul medesimo piano della stessa, vi sono dei livelli di induzione magnetica superiori ai 3  $\mu$ T, che invadono le aree in direzione OVEST. Risulta quindi necessario prevedere opere di mitigazione di campo magnetico in tale direzione;
- In prossimità del locale Quadri, sul medesimo piano della stessa, vi sono dei livelli di induzione magnetica superiori ai 3  $\mu$ T, che invadono le aree in direzione EST. Risulta quindi necessario prevedere opere di mitigazione di campo magnetico in tale direzione;
- In prossimità del locale trasformatori, sul medesimo piano della stessa, vi sono dei livelli di induzione magnetica inferiori ai 100  $\mu$ T che invadono le aree in direzione NORD e SUD. Non risulta quindi necessario prevedere opere di mitigazione di campo magnetico in tali direzioni;
- In prossimità del locale Quadri, sul medesimo piano della stessa, vi sono dei livelli di induzione magnetica inferiori ai 100  $\mu$ T che invadono le aree in direzione NORD. Non risulta quindi necessario prevedere opere di mitigazione di campo magnetico in tale direzione;
- Le aree del piano soprastante, che si trovano direttamente sopra i locali della cabina, sono caratterizzate da livelli di induzione magnetica superiori ai 3 $\mu$ T. Risulta quindi necessario prevedere opere di mitigazione in tali direzioni.

Visti i risultati ottenuti dall'analisi di impatto ambientale, è stata prevista l'adozione di un'opera di mitigazione in grado di abbattere i valori di campo magnetico generati dalla sovrapposizione delle sorgenti precedentemente descritte.

## **10. RIFERIMENTI NORMATIVI (NORME CEI)**

Norme CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

Norme CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

Norme CEI 11-1 Impianti elettrici - Norme generali

Norme CEI 11-8 Impianti di messa a terra

Norme CEI 11-17 Impianti di produzione trasporto e distribuzione di energia elettrica; linee in cavo

Norme CEI 17-5 Interruttori automatici per corrente alternativa e tensione nominale non superiore a 1.000 V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1.200 V

Norme CEI 17-13 Apparecchiature costruite in fabbrica - ACF - (quadri elettrici) per tensioni non superiori a 1.000 V in corrente alternata e a 1.200 V in corrente continua

Norme CEI 20-13 Cavi isolati con gomma butilica con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 KV)

Norme CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado d'isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 KV)

Norme CEI 20-15 Cavi isolati con gomma G1 con grado d'isolamento non superiore a 4 (per sistemi elettrici con tensione nominale sino a 1 KV)

Norme CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750 V

Norme CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750 V

Norme CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio

Norme CEI 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale

Norme CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici

Norme CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte I - tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1 KV

Norme CEI 23-3 Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione nominale non superiore a 415 V in corrente alternata)

Norme CEI 23-5 Prese a spina per usi domestici e similari

Norme CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori

Norme CEI 23-9 Piccoli apparecchi di comando non automatici per tensione nominale fino a 380 V destinati ad usi domestici e similari

Norme CEI 23-14 Tubi flessibili in PVC e loro accessori

Norme CEI 23-18 Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari

Norme CEI 23-19 Canali portacavi in materiali plastico e loro accessori ad uso battiscopa

Norme CEI 31-30 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Classificazione dei luoghi pericolosi

Norme CEI 31-33 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Impianti elettrici nei luoghi nei loghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas

Norme CEI 31-35 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas.

Guida all'applicazione della norma CEI 31-30

Norme CEI 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio

Norme CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Norme CEI 64-9 Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare

Norme CEI 64-15 Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica

Norme CEI 70-1 Classificazione dei gradi di protezione degli involucri

Norme CEI 81-1 Protezione di strutture contro i fulmini

Norme CEI 81-2 Guida alla verifica degli impianti di protezione contro i fulmini

Norme CEI 81-3 Valori medi dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei comuni d'Italia e in ordine alfabetico. Elenco dei comuni

Norme CEI 81-4 Protezione di strutture contro i fulmini – Valutazione del rischio dovuto al fulmine  
Norme CEI 82-38

Norme CEI 103-1 Impianti telefonici interni

Norme CEI 1986 Raccomandazioni per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici civili Fasc. S/423

**N.B:** Ogni fascicolo si intende completo degli eventuali supplementi