



## AREA TECNICA EDILIZIA E SOSTENIBILITÀ

### Progetto Esecutivo

Riqualificazione sistema di gestione degli impianti  
tecnologici e rifacimento dorsali di distribuzione  
Ex Convento Santa Cristina, Piazzetta Morandi, 2, Bologna

PROPRIETÀ EDIFICIO  
COMUNE DI BOLOGNA

CODICE EDIFICIO N.  
179

CUP  
J31D20000890005

TICKET N.  
42138

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITÀ  
dott.ssa EVARITA D'ARCHIVIO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Per. Ind. LUCA LODI

DIRETTORE DEI LAVORI  
Per. Ind. LUCA LODI

PROGETTO ARCHITETTONICO  
—

DIRETTORE OPERATIVO OPERE EDILI  
—

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI  
Dott. Ing. SERGIO BELTRAMI  
beltrami e terziari ingegneria  
studio tecnico associato  
Per. Ind. MAURO TERZIARI  
beltrami e terziari ingegneria  
studio tecnico associato

DIRETTORE OPERATIVO IMPIANTI MECCANICI  
—  
—

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI  
Dott. Ing. SERGIO BELTRAMI  
beltrami e terziari ingegneria  
studio tecnico associato

DIRETTORE OPERATIVO IMPIANTI ELETTRICI  
—  
—

PROGETTO OPERE STRUTTURALI  
—  
—

DIRETTORE OPERATIVO OPERE STRUTTURALI  
—  
—

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE  
Dott. Ing. LORENZA NASCE'

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE  
Dott. Ing. LORENZA NASCE'

VALIDATORE  
—  
VALIDATO IN DATA

VERIFICATORE  
—  
VERIFICATO IN DATA

REV	DATA	DESCRIZIONE
-----	------	-------------

01	01/09/2022	Prima emissione
----	------------	-----------------

OGGETTO TAVOLA  
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI

SCALA  
—

N. PROGRESSIVO ELENCO ELABORATI  
04

NOME TAVOLA  
G—e—04



---

# SOMMARIO

---

<b>1 – GENERALITÀ .....</b>	<b>4</b>
<b>2 – CALCOLO DEI CARICHI TERMICI DEGLI AMBIENTI .....</b>	<b>5</b>
<b>3 – VERIFICA DELLA PORTATA NELLE LINEE IDRAULICHE .....</b>	<b>6</b>
<b>4 – RELAZIONE SUL CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI - D.G.R. 967/2015 - D.G.R. 1715/2016 - D.G.R. 1383/2020 - D.G.R. 1548/2020 .....</b>	<b>7</b>
<b>5 – CALCOLI IMPIANTI ELETTRICI.....</b>	<b>8</b>
<b>VERIFICA E CALCOLO PORTATA CONDUTTORI.....</b>	<b>8</b>
1.1 Protezione delle condutture elettriche .....	8
1.2 Densità massima di corrente .....	8
1.3 Sezione minima dei conduttori neutri.....	9
1.4 Sezione dei conduttori di terra e protezione.....	9
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE.....</b>	<b>9</b>
2.1 Cadute di tensioni massime ammesse .....	9
<b>CRITERI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....</b>	<b>9</b>
3.1 Protezione contro i contatti indiretti.....	9
3.2 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti .....	9
3.3 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione.....	10
3.4 Protezione mediante doppio isolamento .....	11

---

# 1 – GENERALITÀ

---

L'Università di Bologna ha una delle proprie sedi negli spazi, di proprietà del Comune di Bologna, dell'Ex Convento di Santa Cristina, in Piazzetta Morandi.

Le ultime opere significative di completamento e manutenzione straordinaria agli impianti di climatizzazione risalgono agli anni 2003-2004.

Ora si presenta la necessità di eseguire opere di ammodernamento e riqualificazione che possano consentire una migliore gestione degli impianti, oltre a migliorarne l'efficienza energetica e manutentiva. Vi è inoltre la necessità di sostituire alcune porzioni di impianto ammalorate ed in stato di precaria funzionalità.

---

## **2 – CALCOLO DEI CARICHI TERMICI DEGLI AMBIENTI**

---

Il calcolo dei carichi termici invernali degli ambienti, dovuti alle rientrate/dispersioni dell'edificio, alla ventilazione/ricambio aria, alle persone ed agli impianti di illuminazione presenti, non è stato eseguito in quanto non necessario ai fini dello sviluppo progettuale, volto essenzialmente alla manutenzione straordinaria ed all'ammodernamento degli impianti esistenti, senza modifiche concettuali agli stessi. Le potenze termiche installate sono state rilevate in sito e le conseguenti portate idrauliche distribuite ai vari impianti sono state valutate in funzione del diametro delle tubazioni esistenti, delle caratteristiche delle elettropompe esistenti e delle specifiche funzionali delle eventuali apparecchiature esistenti.

### 3 – VERIFICA DELLA PORTATA NELLE LINEE IDRAULICHE

CALCOLO DIAMETRI CONDOTTE IN ACCIAIO												
TIPOLOGIA DI IMPIANTO: 1 = CONDIZIONAMENTO; 2 = RISCALDAMENTO												
Tratto	Portata lt/h	dest. mm	φint. mm	Lungh. m	ζ	velocità m/s	R mm.c.a./m	h mm.c.a.	Δp R mm.c.a.	Δp h mm.c.a.	ΣΔp mm.c.a.	calcolo Δp ai nodi mm.c.a.   mm.c.a.   mm.c.a.
circuiti fancoils aule												
	16000	76,1	69,7		0	1,165	24,31	69,15	0	0	0	0
circuito UTA1												
	9500	60,3	53,5		0	1,174	34,51	70,23	0	0	0	0
circuito UTA2												
	11000	60,3	53,5		0	1,359	45,40	94,16	0	0	0	0
circuito UTA3												
	2100	42,4	36,6		0	0,554	13,75	15,67	0	0	0	0
circuito UTA4												
	7800	60,3	53,5		0	0,964	23,87	47,34	0	0	0	0
circuito UTA5												
	3100	48,3	42,5		0	0,607	13,47	18,78	0	0	0	0
circuito UTA6												
	1900	42,4	36,6		0	0,502	11,40	12,83	0	0	0	0
circuito UTA7												
	1900	42,4	36,6		0	0,502	11,40	12,83	0	0	0	0
circuito UTA8												
	11000	60,3	53,5		0	1,359	45,40	94,16	0	0	0	0

---

## **4 – RELAZIONE SUL CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI - D.G.R. 967/2015 - D.G.R. 1715/2016 - D.G.R. 1383/2020 - D.G.R. 1548/2020**

---

Gli interventi previsti nell'ammodernamento delle sotto centrali si configurano, secondo l'inquadramento della normativa energetica vigente in Emilia Romagna, come "manutenzione ordinaria/straordinaria" agli impianti di climatizzazione.

Come tali, gli interventi non devono ottemperare ad alcun requisito tra quelli indicati nella normativa stessa e, conseguentemente, non è previsto il deposito all'apposito Ufficio Comunale della relazione tecnica che attesti la rispondenza alle norme sul risparmio energetico.

Analogamente, a fine lavori, non è previsto il rilascio delle Attestazioni di Qualificazione Energetica o delle Attestazioni di Prestazione Energetica.

---

## 5 – CALCOLI IMPIANTI ELETTRICI

---

### VERIFICA E CALCOLO PORTATA CONDUTTORI

#### 1.1 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente in funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I^2 t \leq K s^2$$

(artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I^2 t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

#### 1.2 Densità massima di corrente

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nei circuiti, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione della rete a BT, la massima densità di corrente ammessa non deve superare il 70% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.

Per le linee principali di alimentazione, la massima densità di corrente ammessa non deve superare l'80% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL 35024/1 attualmente in vigore.



### 1.3 Sezione minima dei conduttori neutri

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a  $16 \text{ mm}^2$ , la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di  $16 \text{ mm}^2$  (per conduttori in rame), purché, siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.2, 524.3, 524.1, 543.1.4 delle norme CEI 64-8;

### 1.4 Sezione dei conduttori di terra e protezione

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata dalle norme CEI 64-8. Vedi prescrizioni artt. 547.1.1 - 547.1.2 e 547. 1.3 delle norme CEI 64-8.

## VERIFICA CADUTA DI TENSIONE

### 2.1 Cadute di tensioni massime ammesse

La differenza fra la tensione a vuoto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto degli impianti, quando sono inseriti tutti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente e quando la tensione all'inizio dell'impianto sotto misura (alla fornitura dell'ente di distribuzione) rimanga costante, non deve superare il valore del **4%** della tensione a vuoto per tutti gli impianti (sia alimentati a piena tensione della rete a BT, sia a tensione ridotta).

Tale valore risulta analiticamente calcolato in fase preventiva di progetto, utilizzando nella formula di calcolo il valore della corrente  $I_b$  assorbita dal sistema in esame.

## CRITERI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

### 3.1 Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili) deve avere un unico impianto di terra. A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

### 3.2 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

#### 3.2.1. Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, un unico impianto di messa a terra (impianto di terra unico) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8 per quanto riguarda il sistema di tensioni inferiori a 1000 Vac., mentre deve

soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 99-2 e 99-3 per quanto riguarda il sistema di tensioni superiori a 1000 Vac (lato consegna e trasformazione MT).

Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- a) Il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- b) Il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- c) Il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego del conduttore di neutro come conduttore di protezione.
- d) Il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità.
- e) Il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

### 3.3 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

#### *3.3.1 Coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.*

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_s$$

dove  $I_s$  è il valore in ampere della corrente di intervento in 5 s e/o 0.4 s del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

#### *3.3.2 Coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali.*

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché, detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_d$$

dove  $I_d$  è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

### 3.4 Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando:

- macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione: apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.