

**COMUNE DI POLI (RM)**  
*impianto di pubblica illuminazione piano di zona 167 località COLLE FATTORE*  
*realizzazione di 24 alloggi di edilizia economica e popolare*

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Relazione tecnico illustrativa  
e di calcolo

OTTOBRE 2016

## SOMMARIO

<b>1. DATI DI PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ELENCO DEGLI IMPIANTI OGGETTO DELLA RELAZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI .....</b>	<b>3</b>
<b>4. CRITERI GENERALI E DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>4</b>
4.1 Criteri di scelta e dimensionamento .....	4
4.1.1 Scelta dei materiali .....	4
4.1.2 Criteri di protezione contro i contatti diretti e indiretti .....	5
4.1.3 Criteri di dimensionamento della rete elettrica .....	5
4.2 PRESCRIZIONI PROGETTUALI .....	5
4.2.1 Sezioni minime dei conduttori di fase .....	5
4.2.2 Sezioni minime dei conduttori di protezione .....	5
4.2.3 Derivazioni e giunzioni .....	5
4.2.4 Conduttori .....	6
4.2.5 Modalità di posa .....	6
4.2.6 Prescrizione per impianti eseguiti in tubazione .....	6
4.2.7 Livelli di illuminamento e tipologia delle lampade .....	6
4.3 Criteri di calcolo .....	6
4.3.1 Caduta di tensione .....	7
4.3.2 Protezione delle persone dalle tensioni di contatto .....	7
4.3.3 Protezione contro il sovraccarico .....	8
4.3.4 Protezione contro il cortocircuito .....	8
4.4 Descrizione degli impianti .....	11
4.4.1 Quadro elettrico .....	11
4.4.2 Impianto di distribuzione .....	11
I circuiti saranno comandati da interruttore crepuscolare con possibilità di inserzione anche manuale .....	11
4.4.3 Impianto di illuminazione .....	11
4.4.4 Impianto di terra .....	11

## 1. DATI DI PROGETTO

Caratteristiche del sistema di alimentazione BT	Valori
Ente erogatore:	ENEL
Tensione nominale e massima variazione:	(400 ± 10%) V
Frequenza nominale e massima variazione:	(50 ± 2%) Hz
Corrente di cortocircuito (valore efficace della componente simmetrica):	15kA
Caratteristiche del sistema utilizzatore	
Tensione nominale:	230/400 V
Frequenza nominale:	50 Hz
Potenza:	Varie kW
Sistema:	TT
Massima caduta di tensione ammissibile:	
- circuiti di illuminazione:	4,5%
- circuiti di forza motrice:	4%
- all'avviamento dei motori:	10%

## 2. ELENCO DEGLI IMPIANTI OGGETTO DELLA RELAZIONE

La presente descrizione ha per oggetto la realizzazione e dell'impianto di pubblica illuminazione nel PdiZ 167 località Colle Fattore nel comune di Poli , con l'accortezza di utilizzare corpi illuminanti in tecnologia a LED al fine della riduzione sia dell'inquinamento luminoso che dei costi gestionali di manutenzione ed energetici.

inoltre si interverrà

- rete di distribuzione principale in bassa tensione;
- quadro elettrico;
- impianti di illuminazione;
- impianto di terra.

## 3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nella redazione del presente progetto, inerente il ripristino delle condizioni di sicurezza e conformità alle prescrizioni urbanistiche degli impianti di pubblica illuminazione su varie tratte del centro urbano e centro storico allo stato attuale coperte da una illuminazione insufficiente e con palificazione carente dal punto di vista della sicurezza e stabilità, sono state, e dovranno essere tenute come riferimento nella esecuzione dell'impianto, le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.

Si richiamano di seguito le *principali* norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici:

- DPR 27.4.1955 n. 547: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- Legge 1.03.1968 n. 186: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici";
- Legge 8.10.1977 n. 791: "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";
- D M 10.4.1984: "Eliminazione dei radiodisturbi";
- Legge 9.01.1989 n. 13: "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati";
- DPR 24.7.1996 n. 503: "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";
- Legge 5.03.1990 n. 46: "Norme per la sicurezza degli impianti";
- DPR 6.12.1991 n. 447: "Regolamento di attuazione della legge 46/90";
- D.Lgs 19.9.1994 n. 626: "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- Direttiva 89/336/CEE, recepita con D.Lgs 476/92: "Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica";
- Direttiva 93/68/CEE, recepita con D.Lgs 626/96 e D.Lgs 277/97: "Direttiva Bassa Tensione";
- norma CEI 17-13/1: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT): Parte 1 ...";
- norma CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- norma CEI 81-1: "Protezione delle strutture contro i fulmini";
- le prescrizioni e indicazioni del locale comando Vigili del Fuoco e delle autorità locali;
- le prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'azienda distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;
- le prescrizioni e indicazioni della TELECOM;
- eventuali prescrizioni o specifiche del committente.

## **4. CRITERI GENERALI E DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI**

### **4.1 CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO**

#### **4.1.1 Scelta dei materiali**

i materiali da impiegare saranno dei seguenti tipi:

- a) -quadri elettrici principali e secondari completamente in vetroresina ;
  - b) cablaggi interni da realizzare con cavi di tipo non propagante l'incendio (norma CEI 20-22/II);
  - c) cablaggi ausiliari soggetti a surriscaldamento in caso di guasto (voltmetrici e/o amperometrici) contro il gocciolamento dell'isolante mediante calze in materiale siliconico;
- cavi della distribuzione principale: di tipo non propagante l'incendio (norma CEI 20-22/II);
  - cavi della distribuzione secondaria: di tipo non propagante l'incendio (norma CEI 20-22/II);
  - tutti i materiali plastici da utilizzare per tubazioni, canaline, morsettiere, cassette, scatole, coperchi, custodie, supporti, fascette, etichette, ecc.: in materiale plastico autoestinguento, con l'eventuale sola eccezione dei totalmente incassati in pareti in muratura o in materiale incombustibile.

#### **4.1.2 Criteri di protezione contro i contatti diretti e indiretti**

- Protezione contro i contatti diretti: mediante isolamento delle parti attive (in generale per cavi), o protezione mediante involucri e barriere (in generale per apparecchiature di comando, protezione e manovra, morsettiere, e apparecchi utilizzatori).
- Protezione contro i contatti indiretti: mediante interruzione automatica del circuito, con riferimento alle prescrizioni della norma CEI 64-8 (sistemi TT) per la rete a bassa tensione. Impiego di dispositivi di protezione differenziale di tipo generico e selettivo atti a garantire i tempi di intervento prescritti dalle norme europee.

#### **4.1.3 Criteri di dimensionamento della rete elettrica**

Il dimensionamento della rete è effettuato in due fasi:

- determinazione delle potenze assorbite da ogni ramo della rete e di conseguenza delle correnti di impiego;
- dimensionamento di ogni ramo della rete.

Le potenze assorbite sono state calcolate livello per livello della rete elettrica partendo dai dati nominali degli utilizzatori ed applicando fattori di contemporaneità diversi in relazione al tipo di utilizzatore e alla modalità di impiego.

Per il dimensionamento di ogni ramo della rete, i dati di ingresso sono costituiti a livello di circuito terminale dalla potenza nominale dell'utilizzatore alimentato, e a livello di quadro secondario e generale dai valori di potenza assorbita determinati secondo quanto indicato nel capitolo precedente. In generale il dimensionamento in portata tiene conto di un margine di riserva medio del 10%.

Le portate nominali dei cavi sono quelle ricavate dalle tabelle UNEL, e tengono conto del valore di massima temperatura ambiente di progetto e delle effettive condizioni di posa (tipo di condotti portacavi e vicinanza tra cavi diversi).

Il dimensionamento delle condutture tiene conto anche di:

- valore della caduta di tensione; il valore limite utilizzato è specificato sui dati di progetto;
- coordinamento tra le caratteristiche della conduttura e quelle del relativo dispositivo di protezione, in termini di correnti di cortocircuito massime e minime e di energia specifica passante, in tutte le configurazioni di esercizio previste per la rete.

## **4.2 PRESCRIZIONI PROGETTUALI**

### **4.2.1 Sezioni minime dei conduttori di fase**

I conduttori di rame da impiegarsi per i circuiti di illuminazione non dovranno avere sezione inferiore a 1,5mm<sup>2</sup>.

I conduttori di rame da impiegarsi per i circuiti di forza motrice non dovranno avere sezione inferiore a 2,5mm<sup>2</sup>.

### **4.2.2 Sezioni minime dei conduttori di protezione**

Le sezioni dovranno essere tali da soddisfare le più restrittive prescrizioni in proposito dettate dalle norme CEI e delle disposizioni di legge vigenti in materia antinfortunistica.

#### **4.2.3 Derivazioni e giunzioni**

Le derivazioni e le giunzioni dei conduttori dovranno essere effettuate mediante morsettiere contenute entro cassette e scatole aventi caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego e realizzate in modo da:

- consentire la facile inserzione nei loro alloggiamenti delle estremità dei conduttori da connettere;
- permettere la giunzione senza provocare riduzioni della sezione dei conduttori;
- mantenere in permanenza la presenza di contatto;

Le giunzioni e le derivazioni non dovranno alterare la conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto e dovranno essere tali che la loro resistenza elettrica non aumenti apprezzabilmente col tempo; inoltre non dovranno essere sottoposte a sforzi meccanici.

#### **4.2.4 Conduttori**

Tutti i conduttori saranno di rame elettrolitico; le guaine dei cavi avranno le seguenti colorazioni:

- fase:                   nero, grigio, marrone;
- neutro:                blu chiaro;
- protezione:        giallo-verde;

I conduttori impiegati saranno del tipo:

FG7OR non propagante l'incendio per la distribuzione in posa interrata;

#### **4.2.5 Modalità di posa**

I cavi saranno posati entro tubi in pvc ed interrati ad una profondità minima di 60 cm.

Lungo la tubazione saranno predisposti pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei centri luminosi, dei cambi di direzione in modo da facilitarne la posa, rendere l'impianto sfilabile ed accessibile per riparazioni e/o ampliamenti.

I pozzetti devono avere dimensioni tali da permettere l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura ammesso ( 6D per i cavi rigidi e 4D per i cavi flessibili – dove D è il diametro esterno del cavo.

#### **4.2.6 Prescrizione per impianti eseguiti in tubazione**

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi ( gas, telecomunicazione, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto CEI 11-17

Nell'esecuzione di impianti di illuminazione non sarà ammesso in nessun caso il transito delle linee di alimentazione attraverso il corpo illuminante: ciascun apparecchio dovrà avere la propria derivazione.

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 16mm., sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0,5 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo); il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

In ogni caso dovrà essere garantita un'agevole sfilabilità dei conduttori.

I tubi previsti vuoti dovranno essere predisposti con opportuni fili piloti.

#### **4.2.7 Livelli di illuminamento e tipologia delle lampade**

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere installati in modo tale da assicurare i seguenti livelli di illuminamento (Raccomandazioni AIDI) misurati sul piano di lavoro:

sentieri e vialetti       >5 lux  
parcheggi                >10 lux  
strade commerciali     >20 lux

Sarà prevista una tipologia di lampada ( Sodio alta pressione) e/o lampade a led .

### 4.3 CRITERI DI CALCOLO

#### 4.3.1 Caduta di tensione

La norma raccomanda che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto (punto di consegna) e qualunque punto dell'impianto stesso non sia superiore al 4% della tensione nominale. Durante l'avviamento dei motori è tuttavia ammessa una caduta di tensione più elevata.

Nei sistemi trifase equilibrati il valore della caduta di tensione totale, rispetto al valore della tensione concatenata e' stato ottenuto :

$$\Delta V_{TR} \% = \sqrt{3} \cdot I_b \cdot \frac{L}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

Nei sistemi monofase il valore della caduta di tensione totale, poichè i conduttori di fase e di neutro devono avere la stessa sezione, e' stato ottenuto :

$$\Delta V_{MON} \% = 2 \cdot I_b \cdot \frac{L}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

dove:

- $\Delta V$  e' la caduta di tensione del conduttore (V)
- $V_n$  e' la tensione nominale (V)
- $I_B$  e' la corrente di impiego della linea (A)
- $L$  e' la lunghezza della conduttura (m)
- $R_{cavo}$  e' la resistenza specifica del conduttore ( $\Omega/m$ )
- $X_{cavo}$  e' la reattanza specifica del conduttore ( $\Omega/m$ )
- $\omega$  e' l' angolo di sfasamento tra la  $I_B$  e la tensione nominale

#### 4.3.2 Protezione delle persone dalle tensioni di contatto

Tutte le parti metalliche accessibili dell' impianto elettrico e degli utilizzatori normalmente non in tensione, ma che per difetto di isolamento potranno accidentalmente trovarsi sotto tensione, devono essere protette contro le tensioni di contatto.

Tali protezioni saranno realizzate mediante il collegamento di terra delle parti metalliche ed il coordinamento dei dispositivi di protezione.

In particolare sono stati previsti interruttori dimensionati in modo tale che la corrente di intervento rispetti la condizione:

$$I_A = \frac{U_L}{R_A}$$

dove:

$I_A$  e' la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.  
Quando il dispositivo di protezione e' un dispositivo di protezione a corrente differenziale,  $I_A$  e' la corrente nominale differenziale  $I_{dn}$ .

$U_L$  e' la tensione limite convenzionale di contatto pari a 50V in ambienti ordinari e 25V in ambienti particolari, in volt

$R_A$  e' la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm

#### 4.3.3 Protezione contro il sovraccarico

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi delle condutture aventi corrente di impiego  $I_B$  e portata  $I_Z$ , è stata prevista la installazione nel circuito di dispositivi di protezione aventi corrente nominale  $I_N$  e corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  che soddisferanno le condizioni seguenti:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Il coordinamento tra un cavo ed un interruttore ha avuto inizio dalla scelta di un interruttore automatico avente una corrente nominale superiore alla corrente di impiego della conduttura riservandosi poi di scegliere un cavo di portata adeguata.

Per quanto riguarda il rispetto della seconda condizione nel caso di interruttori automatici non e' stata necessaria alcuna verifica, in quanto la corrente di funzionamento  $I_f$  e' rispettivamente:

- 1,45  $I_N$  per interruttori per uso domestico conformi alla norma CEI 23-3

- 1,3  $I_N$  per interruttori per uso industriale conformi alla norma CEI EN60947-2

Tale verifica e' stata indispensabile quando il dispositivo di protezione e' un fusibile in quanto la corrente di funzionamento  $I_f = 1,6 I_N$ .

#### 4.3.4 Protezione contro il cortocircuito

Per assicurare la protezione contro i cortocircuiti ad *inizio linea*, gli interruttori automatici soddisferanno la seguente condizione:

$$(I^2 t) \leq K^2 \cdot S^2$$

dove:

$(I^2 t)$  e' l'energia specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione

$K$  è un coefficiente il cui valore dipende sia dal materiale del conduttore che dal tipo di isolante

$S$  e' la sezione del conduttore in mm<sup>2</sup>

### Valori della costante K

Costante K		Conduttore	
		rame	Alluminio
Isolante	PVC	115	74
	G2	135	87
	EPR/XLPE	143	87

I valori di K indicati in tabella sono validi per cortocircuiti di durata inferiore a 5 secondi, per i quali si considera che il riscaldamento dei conduttori avvenga senza trasmissione da calore all'isolante ed alle parti circostanti (riscaldamento adiabatico dei conduttori).

Per assicurare la protezione contro i cortocircuiti a *fondo linea*, e' stata considerata sufficiente la presenza di un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi avente un potere di interruzione  $Pdi$  non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta  $I_{cc\max}$  nel suo punto di installazione:

$$Pdi \geq I_{cc\max}$$

Ne' consegue che se una linea non risultasse provvista di protezione termica adeguata a monte, affinche' essa non subisca deterioramento, e' stato necessario verificare la seguente condizione:

$$I_{cc\min} \geq I_m$$

dove:

$I_{cc\min}$  e' il valore della corrente di cortocircuito a fondo linea, per cui il suo valore dipende essenzialmente dalla lunghezza del conduttore e della sezione.

$I_m$  e' la corrente di intervento del relè magnetico dell'interruttore automatico.

Per la determinazione della corrente di cortocircuito a fondo linea  $I_{cc\min}$ , e' stata usata la seguente formula:

$$I_{cc \min} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_F}{1,5 \cdot \rho \cdot 2 \cdot L} \cdot K_x \cdot K_{par}$$

quando il conduttore di neutro non e' distribuito;

$$I_{cc \min} = \frac{0,8 \cdot U_o \cdot S_F}{1,5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot L} \cdot K_x \cdot K_{par}$$

quando il conduttore di neutro e' distribuito;

con la stessa formula e' stata calcolata la lunghezza massima di conduttura protetta  $L_{\max}$  in funzione della corrente d'intervento del rele' magnetico dell'interruttore  $I_m$ .

$$L_{\max} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_F}{1,5 \cdot \rho \cdot 2 \cdot I_m} \cdot K_x \cdot K_{par}$$

quando il conduttore di neutro non e' distribuito;

$$L_{\max} = \frac{0,8 \cdot U_o \cdot S_F}{1,5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot I_m} \cdot K_x \cdot K_{par}$$

quando il conduttore di neutro e' distribuito;

dove:

$U$  è la tensione concatenata in Volt

$U_o$  è la tensione di fase in Volt

$\rho$  è la resistività a 20°C del materiale dei conduttori (0,018 per il rame - 0,027 per l'alluminio)

$I,5$  è un fattore per cui si moltiplica la resistenza della conduttura, per tener conto dell'aumento della temperatura durante il corto circuito

$S_F$  è la sezione del conduttore di fase in mm<sup>2</sup>

$L$  e' la lunghezza della linea in metri

$m$  e' il rapporto tra la sezione del conduttore di fase e la sezione del conduttore di neutro

### Fattori di correzione

<b>K<sub>x</sub></b>						
Sezione cavo	120	150	185	240	300	
mm <sup>2</sup>						
<b>K<sub>x</sub></b>	0,90	0,85	0,80	0,75	0,72	
<b>K<sub>par</sub></b>						
N° cavi parallelo	1	2	3	4	5	
<b>K<sub>par</sub></b>	1	2	2,65	3	3,2	

I coefficienti  $K_x$  e  $K_{par}$  indicati in tabella sono da utilizzarsi rispettivamente in presenza di cavi di sezione > 95 mm<sup>2</sup> (per tener conto della loro reattanza) e per il caso di diversi conduttori in parallelo.

#### 4.4 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

##### 4.4.1 Quadro elettrico

L'alimentazione degli impianti per l'intero tratto interessate avviene tramite quadri, denominati Q... , ubicati in posizione baricentrica alle tratte interessate

Gli impianti sono alimentati tramite gruppi di misura trifase con potenza contrattuale di almeno 3 Kw.

Tutte le linee in partenza dal quadro saranno protette da interruttori magnetotermici differenziali per correnti alternate con soglia di intervento 0,03A.

Tutte le sezioni del quadro dovranno essere equipaggiate con almeno il 20% di interruttori di riserva per eventuali ampliamenti dell'impianto.

##### 4.4.2 Impianto di distribuzione

Dal quadro generale di bassa tensione, in materiale isolante in vetroresina, si deriveranno tutte le linee in cavo tipo FG7OR destinate all'alimentazione degli apparecchi illuminanti .

L'impianto è suddiviso su uno o più circuiti , a seconda della zona da coprire con ripartizione dei carichi sulle tre fasi .

I circuiti saranno comandati da interruttore crepuscolare con possibilità di inserzione anche manuale.

La linea interrata è costituita da cavo multipolare della sezione di 10 mmq posta in cavidotto in pvc del tipo pesante .

Per i calcoli inerenti la caduta di tensione si rimanda alla verifica < Coordinamento Cavo – Conduttore >.

##### 4.4.3 Impianto di illuminazione

Per i tratti dell'illuminazione nelle varie zone sono stati scelti pali con altezza fuori terra di 7,0/8,0/9,0 metri e corpi illuminanti completi di lampade al sodio alta pressione da 250W/150 W/70W e a LED. Si è optato nella scelta di corpi illuminanti in linea con il regolamento contro l'inquinamento luminoso e nell'ottimizzazione dei consumi energetici, ottenendo su tutta l'area interessata un valore di illuminamento medio come da progetto

##### 4.4.4 Impianto di terra

L'impianto è costituito da picchetti in acciaio ramato da 1,5 metri infissi nei pozzetti utilizzati per la posa dei cavi; si è approfittato dello scavo per collegare i picchetti tra loro con conduttore rivestito giallo-verde da 16 mmq al fine di assicurare una equipotenzialità.