

## **1.1 Premessa**

La presente relazione è relativa al progetto di pubblica illuminazione da realizzarsi in via Vittorio Emanuele in sostituzione dell'illuminazione esistente. Infatti il progetto prevede la sostituzione degli attuali corpi illuminanti, installati a sospensioni su fune in acciaio, con corpi illuminanti artistici (lanterne) da installarsi su apposite mensole portanti montate su pali.

## **1.2 Norme di riferimento**

Le norme di riferimento per gli impianti della pubblica illuminazione sono:

- norma CEI 64-8, sez. 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno;
- norma UNI 11248, Agg.to 2012: Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche;
- norme UNI 13201: Illuminazione stradale, Parti 2, 3, 4.

## **2.1 Fornitura elettrica**

Il punto di consegna dell'energia elettrica sarà quello già esistente di p.zza G. Marconi. Il punto di consegna sarà potenziato per una fornitura di potenza impegnata pari a 10kW e per una potenza massima disponibile di 11kW.

Le caratteristiche elettriche della fornitura saranno:

- tensione nominale: 230/400 V;
- distribuzione: 3F+N;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- sistema di distribuzione: TT;
- corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna: 10 kA.

## **2.2 Caduta di tensione**

La sezione 714 della norme CEI 64-8 ammette per gli impianti di pubblica illuminazione una caduta di tensione massima del 5% (art. 714.525). Nella fase progettuale, per la nuova illuminazione di via Vittorio Emanuele, si è tenuto conto di una caduta di tensione massima del 4%. Il dimensionamento dei cavi e la rispettiva caduta di tensione nei vari tronchi della linea elettrica di alimentazione sono indicati nell'apposito allegato di progetto.

## 2.3 Dimensionamento della linea elettrica

### Sovraccarico

La linea elettrica di alimentazione sia di distribuzione che terminale relativa all'impianto in oggetto sarà protetta contro le sovracorrenti dal dispositivo posto all'origine della linea. Il dispositivo di protezione, installato all'interno del quadro elettrico di potenza e controllo, sarà costituito da un interruttore automatico magneto-termico tetrapolare della portata di 10A. Tale dispositivo di protezione interromperà la corrente di sovraccarico della linea elettrica prima che tale corrente possa provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante la conduttura. Le sezioni della linea elettrica sono state scelte in base alle potenze complessive presenti nel tronco di linea, tenendo conto della lunghezza del tronco di linea anche in funzione del coordinamento, come prescritto dalla norma CEI 64-8/433.2, fra conduttore e dispositivo di protezione:

$I_b \leq I_n \leq I_z$  dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego del carico;
- $I_n$  è la corrente nominale o la corrente regolata dal dispositivo di protezione;
- $I_z$  è la portata del conduttore.

La seconda condizione prescritta dalla norma CEI 64-8/433.2 è:  $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$  dove:

- $I_f$  è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

### Cortocircuito

L'interruttore scelto nel progetto, da installarsi nel quadro elettrico per la protezione contro il cortocircuito, avrà un potere di interruzione maggiore della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione e un tempo di intervento inferiore a quello necessario, affinché la corrente di cortocircuito provochi un innalzamento di temperatura superiore a quello ammesso dal cavo, ovvero è stata rispettata la relazione:  $I^2 t \leq K^2 \cdot S^2$  dove :

- $t$  è la durata in secondi,  $\leq 5s$ ;
- $S$  è la sezione del conduttore in mmq;
- $I$  è la corrente effettiva in Ampere, espressa in valore efficace;
- $K = 143$  per i conduttori in rame isolati con gomma etilpropilenica e propilene reticolato;
- $I^2 t$  è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito (espresso in  $A^2s$ ).

Essendo la linea elettrica in cavidotto il dimensionamento è stato eseguito alla temperatura di 20°C.

## **2.4 Protezione contro i contatti diretti**

Per la protezione contro i contatti diretti (protezione totale) si farà riferimento agli artt. 412.1 (protezione mediante isolamento delle parti attive) e 412.2 (protezione mediante involucri o barriere) della norma CEI 64-8. Le parti attive saranno ricoperte con un isolamento che potrà essere rimosso solo mediante distruzione. Tale isolamento avrà caratteristiche tali da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nel normale esercizio. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare quanto richiesto dalle relative normative. Le parti attive dell'impianto saranno poste entro involucri tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB. Le superfici superiori orizzontali degli involucri, che sono a portata di mano, avranno un grado di protezione non inferiore a IPXXD. Le barriere e gli involucri saranno saldamente fissati ed avranno una sufficiente stabilità e durata nel tempo, in modo da conservare il richiesto grado di protezione, nelle condizioni di esercizio prevedibili. Se si rendesse necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera per ragioni di esercizio occorrerebbe rispettare le seguenti condizioni:

- uso di chiave o attrezzo da parte di personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive con interblocco meccanico e/o elettrico;
- interposizione di una barriera intermedia che impedisca il contatto con le parti attive.

Una protezione addizionale contro i contatti diretti sarà assicurata dal relè differenziale posto nel quadro elettrico.

## **2.5 Protezione contro i contatti indiretti**

Il contatto indiretto avviene con una massa in tensione a seguito di un guasto di isolamento. Le norme indicano che la protezione contro i contatti indiretti può essere eseguita mediante uno dei seguenti sistemi:

- interruzione automatica dell'alimentazione (messa a terra);
- utilizzo di componenti di classe II (isolamento doppio o rinforzato);
- separazione elettrica.

Nel nostro caso, considerando che il nuovo corpo illuminante previsto in progetto è di classe II, si è reso obbligatorio l'utilizzo di componenti e di cavi con isolamento doppio o rinforzato (classe II). Anche la morsettiera ad incasso del palo sarà di classe II. Gli apparecchi e i componenti di classe II non richiedono la messa a terra, anzi la loro messa a terra è proibita. Lo stesso palo in metallo che sorregge il corpo illuminante di classe II, non avrà nessuna connessione a sistemi disperdenti di messa a terra

già esistenti. Gli studi hanno dimostrato che la probabilità che sul palo metallico siano riportate tensioni pericolose per l'inefficienza dell'impianto di terra è maggiore della probabilità che la messa a terra sia utile in caso di cedimento dell'isolamento doppio o rinforzato (classe II). Pertanto il progetto e il rispettivo computo metrico non contemplano nessuna impianto o dispersore di messa a terra.

## **2.6 Protezione dei singoli corpi illuminanti mediante fusibili**

I singoli corpi illuminati (lanterne) saranno protetti mediante fusibili installati nell'apposito portafusibile sezionabile cablato nella morsettiera ad incasso del palo. Il fusibile a cartuccia cilindrica con segnalatore di fusione, del tipo gG, della dimensioni di 8,5x31,5mm, avrà una portata di 2A e un potere di interruzione di 50kA.

## **3.1 Geometria di installazione dei corpi illuminanti**

La disposizione dei nuovi corpi illuminanti (lanterne) lungo la via Vittorio Emanuele sarà del tipo unilaterale. I pali, che sorreggono i corpi illuminanti, saranno installati distanti dalla carreggiata. Per limitare i pericoli di urto con i veicoli circolanti, i pali saranno installati sui marciapiedi che costeggiano la strada. La distanza tra il corpo illuminante e la carreggiata da illuminare influenza l'uniformità di illuminamento con valori inferiori di quelli richiesti dalle normative. Ecco perché il corpo illuminante sarà installato su uno sbraccio portante della lunghezza di 1,15m, in modo che sia più vicino alla carreggiata da illuminare e l'uniformità di illuminamento risulta conforme ai valori prescritti dalle normative. La lunghezza dello sbraccio non recherà nessun problema agli automezzi alti in quanto l'altezza dello sbraccio sarà superiore alle altezze consentite per gli automezzi alti (camion, autobus, ecc.) che è 4,00÷4,30m. Lo sbraccio tramite appositi connettori di serraggio sarà montato sul proprio palo.

## **3.2 Uniformità e livello di illuminamento**

L'impianto di illuminazione stradale è stato realizzato in maniera tale da garantire un'adeguata visibilità nelle ore serali e notturne, affinché il traffico motorizzato e pedonale si svolga in sicurezza. Gli apparecchi di illuminazione sono stati scelti in modo che il flusso luminoso emesso dalla lampada sia diretto, il più possibile, verso il basso, allo scopo di evitare fenomeni di abbagliamento e di ridurre al minimo l'inquinamento luminoso. L'uniformità e il livello di illuminamento sono conformi a quelli prescritti dalle normative:

-norma UNI 11248, Agg.to 2012: Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche;

- norme UNI 13201: Illuminazione stradale, Parti 2, 3, 4.

I valori dell'uniformità e del livello di illuminamento sono presenti nell'apposita relazione di calcolo allegata al progetto.

#### **4.1 Cavidotti interrati**

La linea elettrica per l'illuminazione pubblica della via Vittorio Emanuele sarà posata all'interno di appositi cavidotti interrati. I cavidotti del tipo flessibile a doppia parete, corrugati esternamente e lisci internamente, realizzati in polietilene, con resistenza meccanica allo schiacciamento di 450N, del diametro di 40-90-110mm. I cavidotti saranno collocati all'interno di appositi scavi (trincee di posa). Durante la realizzazione delle trincee occorre fare attenzione alla presenza di altre tubazione interrate come quelle per la telecomunicazioni, gasdotti e tubazioni metalliche in genere. Le distanze dei cavidotti della linea elettrica di pubblica illuminazione con le altre tubazioni saranno:

- cavi telecomunicazione → 0,30m;
- tubazioni metalliche diverse dai gasdotti → 0,50m (senza protezione addizionale) o 0,30m (con protezione addizionale);
- gasdotti → secondo la pressione massima di esercizio come da D.M. 24/11/1984.

I cavidotti saranno ricoperti da uno strato di conglomerato cementizio confezionato con cemento tipo R 325 con dosatura non inferiore a 150Kg. Tutti i cavidotti saranno interrotti da pozzetti rompitratta, realizzati con conglomerato cementizio confezionato con cemento tipo R 325 con dosatura non inferiore a 250Kg, completi di telaio e chiusino in ghisa sferoidale conforme alle norme UNI EN 124. La modalità di posa per le condutture interrate è di tipo **61** come indicato nella tabella 52 C della norma CEI 64-8.

#### **4.2 Predisposizione di cavidotti vuoti**

Nelle strade che incrociano la via Vittorio Emanuele saranno lasciati dei cavidotti vuoti derivati dai pozzetti dei cavidotti principali, contenenti la linea di alimentazione per la nuova illuminazione pubblica. I cavidotti vuoti termineranno in pozzetti rompitratta che si collocheranno negli incroci delle strade. La predisposizione dei cavidotti vuoti negli incroci delle strade garantiranno la futura riqualifica e ammodernamento dell'illuminazione pubblica attualmente presente in queste strade senza intervenire nuovamente sulla via Vittorio Emanuele.

### 4.3 Linea elettrica

La linea elettrica di alimentazione, denominata in progetto **Linea 01**, sarà realizzata in cavi unipolari in rame ricotto isolato con mescola elastomerica reticolata ad alto modulo a base di gomma sintetica (HEPR), con guaina protettiva esterna in mescola termoplastica a base di polivinilcloruro (Rz); il cavo viene designato con sigla CEI 20-11: FG7 R. Le specificità del cavo FG7 sono: tensione nominale 0,6/1 kV, temperatura di esercizio massima di 90° C, la temperatura di corto circuito massima di 250° C. Le altre qualità del cavo FG7 R sono: la non propagazione dell'incendio e della fiamma, la contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio.

### 4.4 Giunzioni di derivazione

Le linee di derivazioni terminali per i vari corpi illuminanti saranno realizzate tramite apposite giunzioni dritte, con il metodo "a click". Le muffole in gomma preformata sono riempite di gel isolante; all'interno della muffola vengono effettuate le derivazioni con l'ausilio di appositi morsetti a crimpare.

### 4.5 Quadro elettrico

Il quadro elettrico gestirà il comando e la regolazione dell'impianto di pubblica illuminazione. Il quadro elettrico sarà realizzato da un armadio stampato in vetroresina, grado di protezione IP44, certificato CESI o ente equivalente, completo di vano per l'alloggiamento di tutte le apparecchiature e di un vano porta contatori, di dimensione adeguata alla potenza del sistema. La potenza di gestione del quadro elettrico sarà pari a 15kVA (3x5kVA).

La sezione di comando del quadro elettrica comprenderà:

- un interruttore generale tetrapolare automatico magneto-termico;
- un relé differenziale a riarmo automatico;
- un contattore tripolare di inserzione linea;
- n. 3 interruttori automatici tetrapolari magnetotermici per la protezione delle singole linee di illuminazione.

La sezione di regolazione del quadro elettrica comprenderà:

- un controllore elettronico di potenza per regolazione di tensione mediante trasformatori e autotrasformatori variabili con variazioni lineari della tensione e stabilizzazione della stessa con tolleranza di  $\pm 1\%$ ;
- microprocessore con display per la visualizzazione dei parametri elettrici ed allarmi;

- tastiera per programmazione personalizzabile per singola fase di cicli di riduzione, parametri funzionali, allarmi ecc.;
- memorizzazione dei dati statistici relativi alle ore di funzionamento/blackout/by-pass, energia consumata e risparmio energetico;
- dispositivo di by-pass automatico in caso di avaria del sistema.

#### **4.6 Palo**

Il palo previsto in progetto sarà in acciaio UNI EN 10219-S235JR, zincato a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461. Il palo a sezione circolare è composto da tre tubi aventi le seguenti dimensioni:

1° tronco →  $\varnothing 102\text{mm}$ , lung. 5,00m;

2° tronco →  $\varnothing 89\text{mm}$ , lung. 0,50m;

3° tronco →  $\varnothing 60\text{mm}$ , lung. 0,105m.

Il palo sarà dotato di: asola per l'ingresso dei cavi delle dimensioni di 150x50mm, di asola per il montaggio della morsettieria da palo di classe II, sportello a filo palo in acciaio zincato posto a chiusura dell'asola della morsettieria. Il palo sarà collocato per infissione nell'apposito blocco di fondazione per una lunghezza di 0,60m. L'altezza totale del palo è di 5,705m, l'altezza fuori terra del palo (altezza netta) è di 5,105m. La base del palo, per essere protetta dalla corrosione, sarà rivestita di guaina termoretraibile formata da materiali compositi (poliolefinico irradiato e mastice butilico). La sommità del palo sarà completa di apposita cima decorativa in ghisa sferoidale realizzata in unica fusione.

#### **4.7 Blocco di fondazione per il palo**

Il palo sarà collocato per infissione nell'apposito blocco di fondazione per una lunghezza di 600mm. Il blocco di fondazione del palo è realizzato in conglomerato cementizio, a prestazione garantita, con classe di resistenza non inferiore a C16/20 e con barre in acciaio ad aderenza migliorata classi B450 C o B450. La sagomatura del blocco di fondazione avviene tramite formazione di casseforme delle dimensioni utili di 0,80x0,80x0,80m. La formazione del foro centrale, per l'alloggiamento del palo, sarà realizzata tramite tubo in PVC annegato nel getto, anche il foro per il passaggio dei cavi di ingresso sarà realizzato con tubo in PVC.

#### **4.8 Morsettiera ad incasso nel palo**

La morsettiera da palo sarà collocata ad incasso nell'apposita asola del palo, in essa si conetterà la linea di alimentazione al corpo illuminante. La morsettiera di classe II è realizzata in tecnopolimero completa di portafusibile sezionabile unipolare per ospitare un fusibile cilindrico delle dimensioni di 8,5x31,5mm. La morsettiera sarà chiusa da uno sportello a filo palo in acciaio zincato, apribile tramite apposito attrezzo a chiave.

#### **4.9 Sbraccio**

Come precedentemente descritto il corpo illuminante sarà distanziato dal palo da un apposito sbraccio portante. Lo sbraccio sarà formato da elementi in ghisa UNI EN 1561, ghisa sferoidale UNI EN 1563, acciaio Fe 360 UNI 10219-1, zincati a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461, alluminio UNI EN 1706. Lo sbraccio è formato da una mensola realizzata con parti in fusione di ghisa e arti in tubo di acciaio, assemblate e saldate fra di loro. Gli attacchi di sostegno, distanziati tra di loro, hanno una superficie di appoggio circolare. Sia i decori, quanto gli attacchi di sostegno sono realizzati singolarmente in un'unica fusione di ghisa sferoidale. Un primo tubo ha la funzione di sostegno del corpo illuminante ed è dotato di asola per l'entrata all'interno del tubo di un cavo elettrico. Un secondo tubo collega gli attacchi di serraggio al palo alla mensola; all'estremità inferiore è chiuso da un decoro. Il terzo tubo è fissato all'attacco del palo inferiore e sale verticalmente, dopo una curva a 90°, si collega al tubo di sostegno per mezzo di un decoro in ghisa, l'estremità è anch'essa chiusa da un decoro. Un anello in acciaio, a sezione circolare, posto vicino all'attacco superiore di serraggio al palo collega assieme i tre tubi con saldature. Tutti i componenti che compongono lo sbraccio sono zincati a caldo. Sul tubo di sostegno è presente il supporto, in fusione di alluminio, per il corpo illuminante. Il supporto è dotato di un tubo filettato, completo di dado di fissaggio in acciaio inox. L'elemento nella parte inferiore del supporto è decorato da quattro foglie e da un frutto a forma di pigna. La lunghezza netta dello sbraccio è di 1,15m, mentre l'altezza totale dello sbraccio è di 0,65m. Le verniciature dei componenti in ghisa, in acciaio zincato a caldo e in alluminio, garantiranno nel tempo la qualità e una elevata resistenza dei manufatti.

#### **4.10 Corpo illuminante**

Il corpo illuminante previsto in progetto è una lanterna di stile classico. La lanterna è composta da un telaio inferiore con quattro montanti curvi, di cui uno predisposto per il passaggio del cavo elettrico, raccordati da una flangia centrale per il fissaggio al supporto di



sostegno dello sbraccio. Il telaio superiore è basculante a pianta quadrata, per accedere al vano ausiliari e al vano ottico. Le guarnizioni, poste fra il telaio inferiore e quello superiore, sono in silicone. Lo schermo serigrafato è in vetro temprato piano trasparente, extrachiaro ad elevata trasmittanza. La lanterna è completa di sezionatore di linea per la sconnessione dell'alimentazione. All'interno della lanterna è cablato un modulo a led (tipo Philips Fortimo LED LLM) con dissipazione termica diretta sulla struttura in alluminio. Il modulo a led ha una temperatura di colore pari a 3000K; la durata stimata del modulo a led è di 70000 ore; il riflettore è in lamiera di alluminio preanodizzato. Il modulo a led è completo di alimentatore elettronico, classe di isolamento II, grado di protezione IP66, temperatura di funzionamento compresa tra -30°C e +50°C. La tensione di alimentazione è di 230V-50Hz, la potenza nominale è di 53W, il fattore di potenza ( $\cos \varphi$ ) è di 0,95, il flusso luminoso è pari a 4500 lm, l'efficienza luminosa è di 84,9 lm/W. Le dimensioni della lanterna sono: altezza 0,71m, larghezza 0,445m, lunghezza 0,445m; il peso è di 10,5kg; l'area esposta alla spinta del vento è di 0,10mq.

#### **4.11 Considerazione sull'illuminazione a led**

Dai dati statistici risulta che in Italia il 70% del consumo globale di energia proviene dall'utilizzo di energia consumata in città. Il 50% di tale consumo è imputabile all'illuminazione degli spazi pubblici (strade, viali e parchi). Oggigiorno il mercato offre dei nuovi prodotti per l'illuminazione pubblica che sono i moduli a led. L'illuminazione a led presenta dei notevoli vantaggi in confronto all'illuminazione realizzata sia con lampade a scarica (ioduri metallici, solfuri alta pressione, solfuri bassa pressione, vapori di mercurio) sia con lampade fluorescenti compatte. Uno dei vantaggi principali è il notevole risparmio energetico immediato a beneficio delle casse degli enti pubblici (regioni, province e comuni). Ecco perché l'illuminazione stradale a led sta prendendo piede in diverse realtà grazie al calo dei costi e alla sempre maggiore consapevolezza del guadagno ambientale ed economico. Un altro vantaggio dell'illuminazione stradale a led è quello di durare oltre 50 mila ore, la durata così elevata riduce notevolmente le spese di manutenzione che si hanno normalmente con gli altri tipi di lampade. Le dimensioni dei led sono piccole e modulari, sono super resistenti a sollecitazioni e urti, quindi adatte a una quantità quasi infinita di applicazioni. I vantaggi per l'ambiente dell'illuminazione stradale a led sono:

- assenza di mercurio o altri elementi difficili da smaltire;
- assenza di componenti IR o UV nello spettro luce visibile;

- ridottissima emissione di calore e di raggi ultravioletti;
- minor utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e non rinnovabili;
- valorizzazione dell'ambiente;
- assenza di inquinamento luminoso;
- minor quantità di materia utilizzata nella fabbricazione rispetto alle altre tipologie di lampade.

I vantaggi generali dell'illuminazione stradale a led sono:

- vita utile lunghissima (oltre le 50.000h);
- costi di manutenzione ridotti;
- efficienza in continuo aumento;
- accensione istantanea;
- accensione possibile anche a bassissime temperature (-35°C);
- emissione di luce unidirezionale (si illumina ciò che si vuole illuminare).

Per tali peculiarità si è scelto di realizzare la nuova illuminazione pubblica di via Vittorio Emanuele con lanterne cablate con moduli a led in sostituzione dei corpi illuminanti esistenti cablati con lampade a scarica da 150W.