



**COMUNE DI AREZZO**

Direzione Tecnica  
Servizio Progettazione Opere Pubbliche

**REALIZZAZIONE DI COLLEGAMENTO  
TRA LA CICLOPISTA DELL'ARNO,  
IL SENTIERO DELLA BONIFICA  
E LA CITTA' DI AREZZO**

**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE  
TRATTO 4**

**PROGETTO  
DEFINITIVO AGGIORNATO  
ESECUTIVO**

**Relazione di calcolo  
impianto Pubblica Illuminazione**

Documento

**D.02**

Progettisti

**Geom. Marco Moretti**

**Geom. Monica Annetti**

Servizio Progettazione Opere Pubbliche

**Impianto P.I.**

**P.Ind. Stefano Carrai**

Ufficio Manutenzione - Pubblica Illuminazione

**Coordinatore Sicurezza in fase di Progettazione**

**Dott.Ing. Luca Romolini**

Servizio Progettazione Opere Pubbliche

Data: Ottobre 2021

Prot. n. 143467 / L.02.02 / 2014

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**

# **RELAZIONE TECNICA IMPIANTO PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

## **1) PREMESSA**

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un impianto d'illuminazione a servizio della Via Molinara nel tratto compreso tra il vecchio mulino e il ponte della ferrovia un percorso viario molto utilizzato negli spostamenti con automezzi in quanto collega due arterie principali della zona extraurbana. Nella stessa arteria oltre la presenza di alcune abitazioni è presente un ingresso alla ciclopiista dell'arno, un percorso cicloturistico di rilevanza regionale, con un afflusso di utenti a piedi o in bicicletta in tutto l'arco della giornata ma con presenze elevate soprattutto nelle stagioni calde e nelle ore diurne. Per salvaguardare tutti gli utenti usufruttori della strada è stato chiesto di prevedere un'illuminazione diffusa in modo da garantire una maggiore sicurezza. Attualmente non è presente nessun impianto in quanto la sola illuminazione presente è quella architettonica della chiesa, alimentata da un contatore intestato alla Regione Toscana.

## **2) NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

L'impianto nella sua complessità, sia nell'esecuzione totale o parziale dei lavori che nella fornitura e posa in opera dei materiali, sarà conforme a tutte le leggi, decreti, circolari e norme vigenti, in particolare:

- Legge 186/68 - disposizioni per la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 Testo Unico Sicurezza - miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro;
- D.M. 21 marzo 1988 in supplemento ordinario G.U. n. 79 del 5 aprile 1988 - norme per l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 64-7 - Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari;
- Norma CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensioni nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 64-8 sezione 714 - Impianti di illuminazione situati all'esterno;
- Norma CEI 34-33 - Apparecchi per illuminazione stradale;
- Norma CEI 23-29 - Cavidotti in materiale plastico rigido;
- Norma CEI 11-17 - Modalità di posa di cavi interrati;
- Norma CEI 11-18 - Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni;
- Norma CEI 11-8 - Impianti di produzione, trasmissione, e distribuzione di energia elettrica. Impianti di messa a terra;
- Norma CEI 81-1 - Protezione contro le scariche atmosferiche;
- Norma CEI 11-13/1 - Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- Norma CEI 17-13/3 - Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD);
- Norma CEI 20-13 - Cavi ad isolam. estruso in gomma tensioni nominali da 1 - 30 kV;
- Norma CEI 20-40 - Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;

- Norma CEI 23-3 - Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- Norma CEI 23-9 - Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico o similare. Prescrizioni generali;
- Norma CEI 23-18 - Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- Norma CEI 23-26 - Tubi per installazioni elettriche;
- Norma CEI 23-39 - Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche;
- Norma CEI 34-21 - Apparecchi di illuminazione: prescrizioni generali e prove;
- Norma CEI 34-33 - Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di illuminazione stradale;
- Norma CEI 34-46 - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore)- Prescrizioni generali di sicurezza;
- Norma CEI 34-37 - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore)- Prescrizioni di prestazione;
- Norma CEI 34-48 - Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari)- Prescrizioni generali e di sicurezza;
- Norma CEI 34-49 - Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari)- Prescrizioni di prestazione;
- Norma CEI 11-4, 11-43 - Formule di calcolo per le fondazioni di sostegni;
- Norma UNI EN 40 - Pali per illuminazione;
- Norma UNI 11248/07 - Requisiti illuminotecnici delle strade a traffico motorizzato;
- Norma UNI 10439 - Norme illuminotecniche;
- Norma UNI 10819 - Norme sull'inquinamento luminoso;
- Norma EN 13201-2 Illuminazione stradale parte 2: Requisiti prestazionali;
- Norma EN 13201-3 Illuminazione stradale parte 3: Calcoli prestazionali;
- Norma EN 13201-4 Illuminazione stradale parte 4: Metodo di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- Direttiva europea 2005/32/CE del 6 luglio 2005 - Istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia;
- Direttiva europea 2006/32/CE del 5 aprile 2006 - Efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici;
- Leggi nazionali e regionali in materia di risparmio energetico ed inquinamento luminoso;
- Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992 - Nuovo Codice della Strada e s.m.i.;
- D.P.R. 495/92 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada e s.m.i.;
- Prescrizioni e raccomandazioni ENEL e TELECOM;

### **3) DATI TECNICI DI RIFERIMENTO**

- 1) - Alimentazione da rete ENEL a 240V (sistema di 1<sup>a</sup> categoria - CEI 64-8/2 art.22.1);
- 2) - Sistema di collegamento a terra TT;
- 3) - Corrente di C.to C.to 3F ed FN presunta sul punto di allacciamento pari rispettivamente a 6kA e 4,5kA;
- 4) - Distribuzione principale: 2 conduttori ;
- 5) - Distribuzione secondaria a 220V;
- 6) - Caduta di tensione massima ammissibile 5%;
- 7) - Fattore di manutenzione 0,8;
- 8) - categorie illuminotecniche:
  - Tipo di strada: F
  - Strada locale extraurbana
  - Flusso del traffico <50%

Dispositivi di rallentamento

Categoria di riferimento risulta: M4 ridotta di una classe M5 per installazione apparecchi con resa dei colori maggiore o uguale a 60

Inoltre:

Le strade sono regolari

Frequenza di pedoni bassa

Rischio di aggressione basso

Sono presenti: una zona di conflitto (incroci) su strada rettilinea ma dotata di limite di velocità di 50 km/h e due attraversamenti ciclo/pedonali.

#### **4) DESCRIZIONE DELLE OPERE**

L'impianto di illuminazione pubblica sarà dotato di una nuova centralina posta, in fase progettuale, vicino alla cabina Enel in prossimità del vecchio mulino.

La nuova distribuzione sarà per la maggior parte di tipo aereo fatto salvo la parte d'impianto che passerà sotto la galleria che sarà per ovvie ragioni del tipo misto e quindi interrato entro cavidotti con pozzetti d'ispezione nel tratto tra l'ultimo palo e il manufatto e in tubo metallico alto a parete all'interno dello stesso. E' previsto la demolizione del punto esistente limitrofo al parapetto della chiusa..

#### **5) *PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI***

La protezione contro i contatti diretti verrà realizzata mediante l'isolamento delle parti attive, nessuna di tali parti sarà priva di isolante, quindi la protezione sarà rimovibile solamente mediante distruzione.

Le barriere di separazione dalle parti attive saranno invece smontabili solamente mediante l'utilizzo di chiavi o opportuni attrezzi.

Le aperture di prodotti elettrici necessarie alla sostituzione di parti, (come portalampada o fusibili) avranno grado di protezione superiore a IP2XB (in accordo con le relative norme di detti prodotti).

L'impianto sarà del tipo in classe II.

#### **6) *PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI***

La centralina esistente prevede già una protezione addizionale contro i contatti indiretti realizzata mediante l'interruzione automatica del guasto verso terra tramite interruttore automatico differenziale di adeguata portata e con corrente d'intervento.

#### **7) *PROTEZIONE DELLE CONDUTTORI DALLE SOVRACCORRENTI***

Analogamente la protezione dei conduttori dalle sovracorrenti causate dai sovraccarichi e corto circuiti, è realizzata mediante interruttori automatici magnetotermici, installati nel quadro elettrico generale. Infatti la protezione dai sovraccarichi è realizzata tramite interruttori automatici a relè termico di adeguata corrente nominale "In", di valore inferiore alla portata dei cavi "Iz" e con una corrente di intervento "If" inferiore ad 1,45 "Iz". Mentre la protezione dai corto circuiti è realizzata tramite interruttori automatici a relè magnetico

di adeguata portata e potere d'interruzione, in modo da interrompere la massima corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione della protezione. Gli Interruttori a relè magnetico quindi dovranno interrompere la corrente di corto circuito in un tempo non superiore a quello che porterebbe i cavi alla temperatura limite ammissibile in modo che sia verificato il rapporto  $I^2 t \leq K^2 S^2$  dove:

$I^2 t$  = energia passante;

$K^2 S^2$  = energia specifica tollerabile dal cavo in condizioni adiabatiche (K costante caratteristica dei cavi in funzione del materiale conduttore e del tipo di isolante, S sezione del conduttore).

Infine la protezione dai corto circuiti a fondo linea verrà realizzata come previsto nella norma CEI 64/8 tramite interruttori automatici a relè magnetico e termico.

## **8) CAVI ELETTRICI**

La distribuzione dei nuovi impianti elettrici avverrà utilizzando per la parte aerea cavo in precordato 2x10 mmq, isolato in polietilene reticolato (XLPE) e con guaina dello stesso materiale, collegato tra palo e palo con appositi ammari e negli edifici staffato a parete.

Altresì la distribuzione interrata sarà effettuata tramite cavi del tipo in rame elettrolitico isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G16 ricoperti con guaina in PVC, tipo FG16R. La scelta di cavi è fatta in base alle tensioni d'esercizio, al tipo di posa, alle prescrizioni della normativa CEI, alle condizioni di impiego ed inoltre secondo i criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle tabelle CEI UNEL.

Il collegamento dei cavi in partenza dal quadro sarà effettuato mediante morsetti componibili fissati su guida in profilati.

L'impianto sarà cablato in classe d'isolamento due, quindi come da normative, NON collegato all'impianto di terra

La verifica del dimensionamento della linea elettrica si basa essenzialmente sul contenimento della caduta di tensione ( $\Delta V$ ) entro i limiti fissati dalla norma CEI 64-8 che per gli impianti di illuminazione esterna fissa il limite massimo è portato al 5%.

Il calcolo effettuato ha riportato un valore sotto l'1% che garantisce la possibilità di un ampliamento dell'impianto.

## **9) TUBAZIONI**

Le tubazioni di distribuzioni saranno in materiale termoplastico autoestingente rispondenti alle vigenti norme CEI, con resistenza allo schiacciamento pari a 450N (schiacciamento 5%), con marchio IMQ. Lo scavo sarà effettuato in prevalenza sotto la sede del nuovo marciapiede e con degli attraversamenti della sede stradale solo in alcuni punti identificabili nel passaggio pedonale al cimitero ed i due collegamenti all'impianto esistente nella zona incrocio.

Si provvederà infine al rinfianco delle tubazioni posate tramite sabbia (con uno strato di 10 cm superiormente ed inferiormente alla tubazione) e successivo riempimento degli scavi realizzati al di fuori della sede stradale con renone di cava, mentre per gli scavi realizzati nella sede stradale o dove gli spessori di riempimento non fossero realizzabili, si provvederà al riempimento in cls.

Si dovrà mantenere una zona di rispetto  $>7,5\text{m}$  degli apparecchi di illuminazione dallo sfiato della cabina di riduzione della pressione del gas metano. In corrispondenza dei parallelismi ed in corrispondenza degli incroci con le tubazioni metalliche di altri impianti, tra i quali il gas, nel caso di interdistanza inferiore a  $0,50\text{m}$ , dovranno essere posate, oltre alle consuete protezioni meccaniche realizzate con malta o tegoli, delle ulteriori lastre di protezione in PVC o calcestruzzo.

In corrispondenza dei parallelismi ed in corrispondenza degli incroci tra cavi di telecomunicazione e cavi di energia posati entro tubazione in PVC, oltre alle consuete protezioni meccaniche realizzate con malta o tegoli, non dovranno essere attuate ulteriori misure a meno che l'interdistanza non sia inferiore a  $30\text{cm}$ .

## **10) PALI E PLINTI DI FONDAZIONE**

I pali di sostegno delle armature saranno del tipo ottagonali in acciaio, zincato a fuoco, diam. 102, conforme alle norme Europee EN 40 con spessore non inferiore a  $4\text{ mm}$ . Tali pali dovranno essere inseriti in opportuni plinti di fondazione in cls armato dimensionati in accordo alle norme vigenti omologati per la posa di pali con sbraccio e idonei per le caratteristiche d'appoggio del terreno e l'azione del vento. I pali saranno corredati da:

- Foratura trasversale cima palo;
- Marcatura d'identificazione;
- Fascia bituminosa.

Dovranno essere ubicati in modo da non arrecare intralcio alla circolazione e non formare barriere architettoniche. Dove saranno presenti marciapiedi, i pali per l'illuminazione stradale verranno installati sempre su questi, e saranno sempre arretrati di almeno di  $50\text{cm}$  dal bordo stradale, lasciando comunque uno spazio utile, al di là del palo, maggiore o uguale a  $1\text{m}$  per il passaggio delle carrozine sul marciapiede (Norma CEI 64-7).

Nelle strade urbane prive di marciapiede e in quelle extraurbane con cordonatura, la distanza dal limite della carreggiata non dovrà essere inferiore a  $1,4\text{m}$ . Distanze maggiori dovranno essere adottate qualora la banchina sia adibita anche a sosta dei veicoli.

Nel calcolo illuminotecnico è stato previsto un'altezza da terra dell'armatura per lo stradale di  $8\text{ metri}$  con braccio da  $1,50$  per tenere il palo nella banchina stradale.

La distanza di rispetto tra i centri luminosi ed i conduttori nudi delle linee elettriche aeree di bassa tensione deve essere almeno  $1\text{m}$ ; tale valore potrà essere ridotto a  $0,5\text{m}$  se i conduttori sono in cavo aereo ed in ogni caso nei centri abitati. Per tensioni superiori a  $100\text{V}$  la distanza di rispetto dovrà essere almeno pari a  $(3 + 0.015U)\text{ m}$  in cui  $U$  è la tensione di esercizio della linea espressa in Kilovolt. La distanza dovrà permanere anche con catenaria della linea, inclinata di  $30^\circ$  sulla verticale.

In conformità con il DM 3/6/98, nelle strade extraurbane e in quelle urbane a scorrimento veloce ( $\geq 70\text{Km/h}$ ) sono necessarie le barriere di sicurezza (guard-rail) in corrispondenza dei pali di sostegno degli apparecchi illuminanti se si trovano entro una distanza limite di sicurezza del ciglio stradale. Tale distanza varia a seconda di numerosi parametri (velocità di progetto della strada, volume del traffico, pericolosità

dell'oggetto, ecc.) ed è di circa 3m per strade con una velocità di progetto pari a 70Km/h e di circa 10m con una velocità di progetto di 110Km/h.

Se protetti con barriere di sicurezza, i sostegni potranno essere posizionati anche sul ciglio della strada, immediatamente dietro al guard-rail.

## **11) *ARMATURE***

La tipologia dei corpi illuminanti prevede corpi applicabili sia su braccio che a testa palo, realizzati con corpo in alluminio pressofuso, ottiche in alluminio rivestito con argento, vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici, vano portaccessori con grado di protezione min. IP23 con sezionatori, vano portalampada min. IP65, dispositivo contro i fenomeni impulsivi EN61547.

Le caratteristiche meccaniche ed elettriche degli apparecchi dovranno rispettare i valori previsti nel D.M. 27 Settembre 2017.

Tutte le tipologie saranno dotate di dimmerazione automatica con mezzanotte virtuale del flusso luminoso.

## **ALLEGATI**

- Calcoli illuminotecnici;



Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

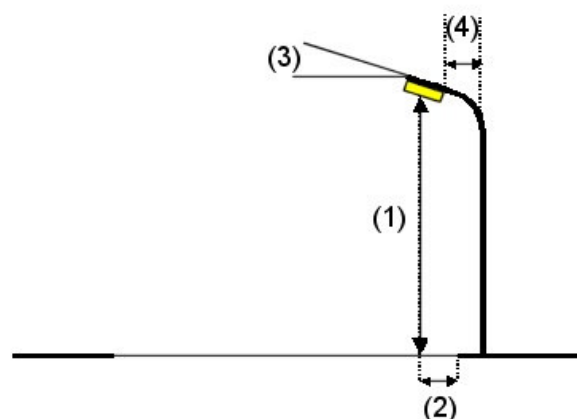
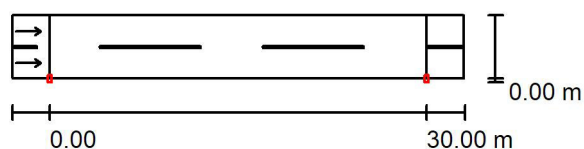
## Strada 1 / Dati di pianificazione

### Profilo strada

Carreggiata 1 (Larghezza: 5.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: R3, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.80

### Disposizioni lampade



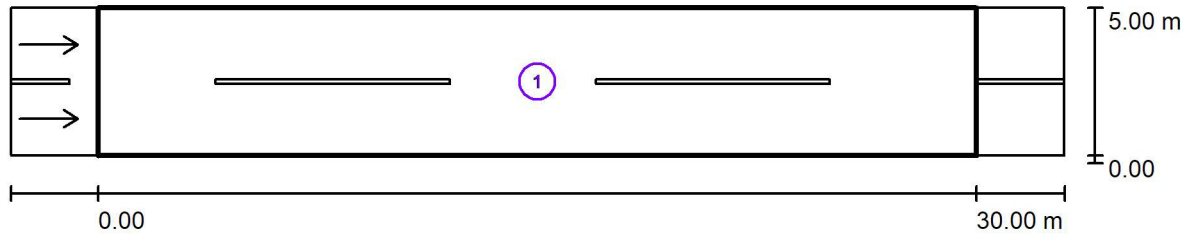
Lampada:	AEC ILLUMINAZIONE SRL I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.5-2M I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.5-2M	Valori massimi dell'intensità luminosa
Flusso luminoso (Lampada):	3340 lm	per 70°: 535 cd/klm
Flusso luminoso (Lampadine):	3340 lm	per 80°: 85 cd/klm
Potenza lampade:	28.0 W	per 90°: 0.00 cd/klm
Disposizione:	un lato, in basso	Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.
Distanza pali:	30.000 m	Nessuna intensità luminosa superiore a 90°.
Altezza di montaggio (1):	8.110 m	La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.
Altezza fuochi:	8.000 m	La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.5.
Distanza dal bordo stradale (2):	0.000 m	
Inclinazione braccio (3):	0.0 °	
Lunghezza braccio (4):	1.500 m	





Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

### Strada 1 / Risultati illuminotecnici



Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:258

#### Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Carreggiata 1
- Lunghezza: 30.000 m, Larghezza: 5.000 m
- Reticolo: 10 x 6 Punti
- Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.
- Manto stradale: R3, q0: 0.070
- Classe di illuminazione selezionata: ME5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valori reali calcolati:	0.50	0.59	0.80	9	0.77
Valori nominali secondo la classe:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓	✓