

COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE

Provincia di Pisa

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE – V° LOTTO – ANNO 2020

- PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO -

rev. n.	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
0	22/07/2020	Emissione	Ing. I. F. Rossi	Ing. F. Pisano	Ing. F. Pisano

Relazione tecnica
impianti di pubblica illuminazione

elaborato

ele **D1** es

commessa	codice file	revisione	data	N. documenti	scala principale
20-042	20-042_ele01es-r0.doc	0	22/07/2020	09	—

archimede
s.r.l. servizi di ingegneria

Viale Puccini, 311/C S. Anna – 55100 LUCCA
tel. e fax: +39 0583 583460
info@archimedeingegneria.com
www.archimedeingegneria.com



Il progettista

Ing. Francesco Pisano

Il Committente

Comune di Santa Maria a Monte

INDICE

1	PREMESSE	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	4
3.1	Via della Costa.....	4
3.2	Via Lungomonte	4
3.3	Via Usciana	4
3.4	Località Ponticelli (zona scuole).....	5
3.5	Via San Donato	5
3.6	Via Firenzuola	5
4	ASPETTI ILLUMINOTECNICI	6
4.1	Risultati illuminotecnici	6
5	IMPIANTO DI TERRA.....	6
6	SISTEMA DI TELEGESTIONE	7
6.1	Architettura del sistema	7
7	CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER LA PUBBLICA ILLUMINAZIONE (FORNITURA E PROGETTAZIONE) ...	9
7.1	4.1.3.6 -Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli LED	9
7.2	4.1.3.7 - Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto dei moduli LED	9
7.3	4.1.3.11 Informazioni sui moduli LED.....	9
7.4	4.1.3.14 Garanzia	10
7.5	4.2.3.2 Apparecchi per illuminazione stradale.....	10
7.6	4.2.3.8 Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione.....	11
7.7	4.2.3.11 Sistema di regolazione del flusso luminoso.....	11
8	RISPETTO DELLA LEGGE REGIONALE TOSCANA N° 37/00	11
9	CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DELLE FASI ATTUATIVE.....	12
10	CONCLUSIONI	12

Allegati:

1. Verifiche illuminotecniche

1 Premesse

La presente relazione si riferisce al progetto di efficientamento energetico degli impianti di illuminazione pubblica a servizio di alcune sedi stradali che il Comune di S. Maria a Monte intende realizzare ai fini del risparmio energetico, di pari passo con l'aumento dell'efficienza e della fruibilità da parte dell'utenza, dell'intera rete della pubblica illuminazione.

Attualmente tali tratti di viabilità locale sono dotati di illuminazione con armature stradali con lampade al sodio ad alta pressione e/o ioduri metallici, con potenze variabili da 70 a 150 W, ormai vetuste ed in alcuni casi non più funzionanti. Gli interventi consistono nella sostituzione degli apparecchi illuminanti esistenti, e nella riqualificazione e messa norma di alcuni quadri elettrici, al fine di conseguire i seguenti obiettivi:

- risparmio energetico e miglioramento dell'efficienza degli impianti mediante sostituzione degli apparecchi esistenti, con nuovi apparecchi a LED aventi maggiori performance illuminotecniche ed una vita tecnica di almeno 100.000 ore;
- contenimento dell'inquinamento luminoso, nel rispetto delle prescrizioni e delle regole contenute nella L.R. Toscana 37/2000 "Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso";
- miglioramento della viabilità e sicurezza per il traffico stradale veicolare e per i pedoni, rispettando le norme del Codice della Strada e le prescrizioni delle Norme UNI di settore;
- integrare gli impianti con l'ambiente circostante diurno e notturno;
- razionalizzare i costi gestionali e manutentivi degli impianti;
- uniformare le tipologie d'installazione sul il territorio comunale, in modo da ottenere uniformità nella distribuzione della luce emessa dagli impianti;

Sono oggetto di intervento gli impianti a servizio delle seguenti strade:

- Via della Costa;
- Via Lungomonte (da angolo via della Costa in direzione Montecalvoli);
- Via Usciana;
- località Ponticelli (lato scuola);
- Via San Donato;
- Via Firenzuola.

Si provvederà anche al rifacimento ex-nuovo dei seguenti quadri elettrici:

- "1-Q" (via della Costa);
- "37-Q" (via Usciana);
- "38-Q" (località Ponticelli)

Nell'ottica del conseguimento di una maggiore efficienza energetica è prevista, per tutti i tratti stradali oggetto di intervento, l'implementazione di un sistema di telegestione adatto al monitoraggio, al controllo, alla tele lettura dei consumi e alla gestione dell'illuminazione stradale. Il sistema implementato permetterà anche il pilotaggio degli

apparecchi di illuminazione tale da consentire una riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne a minor flusso veicolare, con conseguente riduzione dei costi energetici.

Il progetto è stato redatto sulla base dei requisiti imposti dalle normative vigenti in materia di circolazione stradale, sicurezza elettrica, risparmio energetico ed inquinamento luminoso e conforme ai criteri ambientali minimi per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica ai sensi del DM 27 settembre 2017.

Nello specifico il presente documento illustra le scelte progettuali e i calcoli di verifica delle strade oggetto d'intervento.

Per maggiori dettagli sull'ubicazione e sulla distribuzione degli impianti si rimanda fin da ora agli elaborati grafici esecutivi.

2 Normativa di riferimento

Per i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche, con particolare riguardo alla sicurezza delle persone e dei beni, e per il dimensionamento dei componenti principali dell'impianto si sono seguite le norme di riferimento del **CEI** (Comitato elettrotecnico italiano).

In particolare la norma tecnica CEI 64-8 e relativi aggiornamenti per gli impianti elettrici utilizzatori in bassa tensione, contiene le norme generali per la progettazione degli impianti elettrici secondo criteri di sicurezza. Varie altre norme CEI, fra le quali la CEI 64-7 sugli impianti di illuminazione pubblica, regolano la scelta dei materiali e dei componenti usati negli impianti ai fini della sicurezza delle persone, dell'integrità degli impianti nonché delle apparecchiature dagli stessi alimentate.

A tal proposito si richiama la legge n. 186/68, tuttora vigente, che all'art.2 dichiara che *le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del CEI si considerano costruiti a regola d'arte*. Gli impianti elettrici in oggetto dovranno pertanto essere realizzati nel pieno rispetto della legislazione vigente e delle norme CEI, con particolare riferimento a (elenco non esaustivo):

- **Legge 01.03.1968 n° 186** - "Disposizioni concernenti la produzione di macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- **Legge Regione Toscana n. 39 del 24 febbraio 2005** – “Disposizioni in materia di energia”;
- **Legge regionale 21/03/2000 n. 37** – “Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso”;
- **UNI EN 13201 - 2016**: “Illuminazione stradale, parti 2, 3, 4, 5”;
- **UNI 11248 - 2016**: “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- **DM 27 settembre 2017** “Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”;
- **IEC364-5-523; CENELEC 64.001; UNEL 35023-70** - "Portate dei conduttori in funzione della loro posa in regime permanente”;
- **UNEL 35023-71** - "Cadute di tensione sui cavi”;
- **CEI 64-7** - "Impianti di illuminazione pubblica”;

- **CEI 64-8** - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- **CEI-EN 60529** - "gradi di protezione degli involucri (codice IP)".

3 Descrizione degli interventi

3.1 Via della Costa

Si prevede la sostituzione di n.17 armature stradali con nuove armature a LED tipo "AMPERA MIDI" (o equivalente), con tecnologia a 32 LED, pilotaggio a 650 mA, potenza assorbita 65W, ottica 5236. Le armature saranno equipaggiate con dispositivo di pilotaggio ad onde radio per la telegestione.

L'intervento prevede anche la sostituzione della morsettiera (classe II) nell'asola alla base del palo e del tratto di cavo di alimentazione del tipo FG16OR16 0,6/1 kV (sezione 3x1,5 mmq), dalla morsettiera fino all'armatura.

Le vecchie armature saranno conferite a discarica autorizzata o accantonate in deposito o magazzino comunale.

Si prevede inoltre il rifacimento del quadro elettrico elettrico "1-Q" che alimenta detta via ed il centro storico del paese che risulta ormai vetusto ed in pessime condizioni di conservazione.

Per gli schemi elettrici monofilari e maggiori dettagli sulla distribuzione si rimanda agli elaborati grafici.

3.2 Via Lungomonte

Si prevede la sostituzione di n.15 armature stradali con nuove armature a LED tipo "AMPERA MIDI" (o equivalente), con tecnologia a 32 LED, pilotaggio a 800 mA, potenza assorbita 79W, ottica 5236. Le armature saranno equipaggiate con dispositivo di pilotaggio ad onde radio per la telegestione.

L'intervento prevede anche la sostituzione della morsettiera (classe II) nell'asola alla base del palo e del tratto di cavo di alimentazione del tipo FG16OR16 0,6/1 kV (sezione 3x1,5 mmq), dalla morsettiera fino all'armatura.

Le vecchie armature saranno conferite a discarica autorizzata o accantonate in deposito o magazzino comunale.

3.3 Via Usciana

Si prevede la sostituzione di n.15 armature stradali con nuove armature a LED tipo "AMPERA MIDI" (o equivalente), con tecnologia a 48 LED, pilotaggio a 700 mA, potenza assorbita 100W, ottica 5235. Le armature saranno equipaggiate con dispositivo di pilotaggio ad onde radio per la telegestione.

L'intervento prevede anche la sostituzione della morsettiera (classe II) nell'asola alla base del palo e del tratto di cavo di alimentazione del tipo FG16OR16 0,6/1 kV (sezione 3x1,5 mmq), dalla morsettiera fino all'armatura.

Le vecchie armature saranno conferite a discarica autorizzata o accantonate in deposito o magazzino comunale.

Si prevede inoltre il rifacimento del quadro elettrico "37-Q" che alimenta detta via, la località Ponticelli, Via, Lungomonte e parte di Via Francesca, che risulta ormai vetusto ed in pessime condizioni di conservazione.

Per gli schemi elettrici monofilari e maggiori dettagli sulla distribuzione si rimanda agli elaborati grafici.

3.4 Località Ponticelli (zona scuole)

Si prevede la sostituzione di n.26 armature stradali con nuove armature a LED tipo "AMPERA MIDI" (o equivalente), con tecnologia a 32 LED, pilotaggio a 500 mA, potenza assorbita 50W, ottica 5237. Le armature saranno equipaggiate con dispositivo di pilotaggio ad onde radio per la telegestione.

L'intervento prevede anche la sostituzione della morsettiera (classe II) nell'asola alla base del palo e del tratto di cavo di alimentazione del tipo FG16OR16 0,6/1 kV (sezione 3x1,5 mmq), dalla morsettiera fino all'armatura.

Le vecchie armature saranno conferite a discarica autorizzata o accantonate in deposito o magazzino comunale.

Si prevede inoltre il rifacimento del quadro elettrico "38-Q" che alimenta detta zona, che risulta ormai vetusto ed in pessime condizioni di conservazione.

Per gli schemi elettrici monofilari e maggiori dettagli sulla distribuzione si rimanda agli elaborati grafici.

Contestualmente alle lavorazioni sopradescritte verrà sostituito un plinto ed un palo danneggiato.

3.5 Via San Donato

Si prevede la sostituzione di:

- n.26 armature stradali con nuove armature a LED tipo "AMPERA MIDI" (o equivalente), con tecnologia a 32 LED, pilotaggio a 700 mA, potenza assorbita 70W, ottica 5235 (Via San Donato fino ad incrocio con via Fiorenzuola);
- n.8 armature stradali con nuove armature a LED tipo "AMPERA MIDI" (o equivalente), con tecnologia a 32 LED, pilotaggio a 700 mA, potenza assorbita 70W, ottica 5237 (Via San Donato da incrocio con via Fiorenzuola verso la chiesa).

Tutte le armature saranno equipaggiate con dispositivo di pilotaggio ad onde radio per la telegestione.

L'intervento prevede anche la sostituzione della morsettiera (classe II) nell'asola alla base del palo e del tratto di cavo di alimentazione del tipo FG16OR16 0,6/1 kV (sezione 3x1,5 mmq), dalla morsettiera fino all'armatura.

Le vecchie armature saranno conferite a discarica autorizzata o accantonate in deposito o magazzino comunale.

Contestualmente alle lavorazioni sopradescritte verranno sostituiti n.5 plinti e n.5 pali danneggiati.

3.6 Via Firenzuola

Si prevede la sostituzione di n.21 armature stradali con nuove armature a LED tipo "AMPERA MINI" (o equivalente), con tecnologia a 24 LED, pilotaggio a 700 mA, potenza assorbita 53,5W, ottica 5237. Le armature saranno equipaggiate con dispositivo di pilotaggio ad onde radio per la telegestione.

L'intervento prevede anche la sostituzione della morsettiera (classe II) nell'asola alla base del palo e del tratto di cavo di alimentazione del tipo FG16OR16 0,6/1 kV (sezione 3x1,5 mmq), dalla morsettiera fino all'armatura.

Le vecchie armature saranno conferite a discarica autorizzata o accantonate in deposito o magazzino comunale.

Si prevede inoltre l'installazione di centralina per telecontrollo all'interno del quadro di zona "4'0-Q".

4 Aspetti illuminotecnici

L'attribuzione ai vari tratti stradali della classe illuminotecnica di progetto è stata eseguita secondo la UNI 11248 "Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche". Le prestazioni illuminotecniche corrispondenti alle classi scelte sono state dedotte dalla UNI 13201-2 "Illuminazione stradale – Parte 2:Requisiti prestazionali".

Per i vari tratti stradali, considerando i parametri di influenza costanti nel tempo quali la complessità del campo visivo normale, la presenza o meno di zone di conflitto e relativa segnaletica, l'assenza o meno di pericolo di aggressione e i parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale quali la riduzione del flusso di traffico e/o della complessità nella tipologia dello stesso, si valutano le seguenti classi illuminotecniche di progetto:

TRATTO STRADALE	CLASSE ILLUMINOTECNIOCA DI PROGETTO
Via della Costa	M3 – (strada locale di quartiere)
Via Lungomonte	M4 – (strada locale urbana)
Via Usciana	M2 – (strada extraurbana secondaria)
Località Ponticelli	M3 – (strada locale di quartiere)
Via Dan Donato	M4 – (strada locale urbana)
Via Firenzuola	M4 – (strada locale urbana)

4.1 Risultati illuminotecnici

Per i tratti stradali di via della Costa, via Usciana, loc. Ponticelli, via San Donato (tratto da incrocio con via Firenzuola e chiesa) e via Firenzuola, la disposizione attuale dei pali, disposti ad interdistanza generalmente compresa fra i 26 e i 40 metri, con un'altezza fuori terra di circa 8-9 metri le verifiche illuminotecniche risultano soddisfatte.

Si segnala che su via Lungomonte e sul tratto principale di via San Donato la disposizione attuale dei pali, disposti ad interdistanza generalmente compresa fra i 60 e gli 80 metri, con un'altezza fuori terra di circa 7-8 metri non permette di rispettare tutti i requisiti indicati dalla UNI 13201. In particolare non risultano soddisfatti i valori di uniformità generale, uniformità longitudinale ed abbagliamento debilitante. Su detti tratti stradali, l'interdistanza eccessiva tra i pali non consente di raggiungere i requisiti della norma.

Per tali tratti stradali sono comunque state scelte delle armature con livello di potenza e ottiche tali da garantire il rispetto della luminanza media del manto stradale della classe illuminotecnica di progetto.

Le verifiche illuminotecniche sono state condotte con un apposito codice di calcolo, di comprovata affidabilità i cui risultati sono riportati nell'allegato 1 al quale si rimanda per i dettagli.

5 Impianto di terra

I nodi di terra dei nuovi quadri elettrici così come i pali sostituiti dovranno essere collegati all'impianto di terra locale esistente.

Per far fronte ad eventuali sostituzioni successive, anche provvisorie, degli apparecchi previsti in progetto, si è utilizzato per tutte le linee cavo tripolare il cui conduttore giallo verde non dovrà essere collegato alla morsettiere ma lasciato a disposizione.

All'impianto di terra così realizzato farà capo la barra di terra del quadro elettrico generale. Non saranno invece collegate all'impianto gli apparecchi illuminanti (di nuova realizzazione), in quanto si è scelto di utilizzare armature e morsettiere di classe d'isolamento II.

6 Sistema di telegestione

Un tale tipo di sistema di telegestione è adatto al monitoraggio, al controllo, alla telelettura dei consumi e alla gestione dell'illuminazione stradale. Il sistema è basato su software con sorgente aperta (open technology) e consente il risparmio di energia, la riduzione delle emissioni di gas effetto serra, l'aumento dell'affidabilità dell'illuminazione stradale o per esterni e la riduzione dei costi di manutenzione degli impianti.

Singolarmente ogni punto luminoso può essere acceso o spento e regolato di intensità in qualsiasi momento si renda necessario. Le condizioni operative, il consumo di energia e gli allarmi sono registrate e elencate in un database con l'esatto tempo di acquisizione e la localizzazione geografica. Il sistema inoltre aiuta i gestori dell'illuminazione pubblica ad assicurare il giusto livello di illuminamento stradale, incrementa l'affidabilità dell'illuminazione e riduce i costi di esercizio.

Per mezzo della sua architettura aperta il sistema permette all'illuminazione pubblica di entrare nel mondo di internet, consentendo di fare tutto quello che è possibile con le applicazioni basate sul web.

6.1 Architettura del sistema

Il sistema è una combinazione di tecnologie orientate al futuro e pagine web facili da usare: un sistema di fascia alta, il quale visualizza, controlla e gestisce gli impianti di illuminazione da remoto fino al livello del singolo punto luminoso, in modo intuitivo.

I sistemi aperti sono la miglior soluzione per proteggere gli investimenti e dare la possibilità di essere svincolati dal fornitore del prodotto. Questo sistema riflette su tutti i piani di sviluppo questo approccio aperto, a partire dal livello della mappatura stradale fino al livello dell'interfaccia utente web.

Cuore del sistema è il protocollo di comunicazione aperto ZigBee, un protocollo che sfrutta una rete di collegamenti wireless (radiofrequenza senza fili), usato dove è richiesto un sicuro e affidabile standard industriale (Norma IEEE 802.15.4) basato sulla tecnologia wireless. Non sono utilizzabili le onde convogliate decisamente più lente e con maggiori problemi di qualità del segnale. In passato la comunicazione ad onde convogliate è stata usata perché aveva il vantaggio di utilizzare lo stesso conduttore di alimentazione del punto luce per veicolare la trasmissione dei dati, senza aggiungere cavi di segnale. Con l'avvento delle nuove tecnologie senza fili è possibile sfruttare le stesse caratteristiche, ma si amplia la versatilità del sistema.

Con la telegestione wireless l'architettura di sistema è slegata dal cavo di alimentazione e si possono controllare/comandare dei punti luce appartenenti a più quadri contemporaneamente, abbattendo il numero dei dispositivi necessari, mentre con le onde convogliate si è legati all'installazione del collettore di informazioni per ciascun quadro di distribuzione. Oltre alla velocità di comunicazione e autoconfigurazione della rete Zigbee, altro vantaggio è l'utilizzo di protocolli e software open source e quindi non vincolanti per il committente

LIVELLO PUNTO LUCE (CONTROLORE DI APPARECCHIO LUMINOSO):

I controllori (LuCo) sono indipendenti dagli alimentatori (ballast) e supportano gli alimentatori tradizionali come le ballast ferromagnetiche e le ballast bipotenza (biregime), come anche gli alimentatori elettronici e le schede di

pilotaggio dei LED con interfaccia 1-10V oppure protocollo DALI. Ogni interruttore del controllore è adatto a commutare un carico di 1000W a 230V.

Sono disponibili in varie configurazioni. Tutti i prodotti della famiglia condividono la piattaforma di comunicazione Zigbee, e permettono l'accensione, la regolazione e il rilevamento dei guasti.

Inoltre il valore di corrente assorbita, la tensione di alimentazione e il fattore di potenza sono monitorati continuamente e registrati. Un orologio astronomico incorporato assicura l'accensione dopo il tramonto e lo spegnimento prima del sorgere del sole anche quando il sistema di supervisione non è attivo.

LIVELLO QUADRO ELETTRICO (CONCENTRATORE DI SEGMENTO):

Il concentratore di segmento è lo strumento che comunica con i punti luce e rende disponibili i dati raccolti al mondo internet. Il sistema di trasmissione adottato (sistema wireless ZigBee basato su protocollo IEEE 802.15.4) è specifico per utilizzi di controllo in ambito industriale e di per sé adatto a controllare un impianto di illuminazione.

Ogni punto luce comunica e ri-invia le informazioni al punto successivo in un raggio di 100 metri (con antenna standard di 2mW). Nel caso sia necessario coprire distanze maggiori è possibile usare un'antenna di 10mW. Il SeCo sarà collocato all'interno dell'armadio dove sarà installato il quadro elettrico di zona.

LIVELLO DI SUPERVISIONE

Il sistema di supervisione trasmette attraverso la rete internet con il Webserver e la sicurezza dei dati è garantita da una VPN virtual privat network. Gli accessi sono protetti da password proprietarie. I canali di comunicazione possono essere a scelta le reti ADSL, GPRS, 3G, Wi-Fi Comunali, etc.

Le informazioni saranno immagazzinate e organizzate in un database MySQL per permettere la loro consultazione anche per lunghi periodi di tempo e fare operazioni statistiche su: consumi, previsioni di manutenzione, analisi vita lampade, gestione guasti, etc. Il data base dovrà essere aperto per eventuali integrazioni su sistemi gestionali della committenza. Le informazioni saranno residenti su server indicati dalla committenza o in alternativa su server farm monitorate 24h su 24 - 7giorni su 7, collegate alle principali dorsali dati e con gestione dati e connettività ridondate.

L'accesso alle pagine Web è gratuito e non sono previsti costi di licenza in quanto sono stati proposti sistemi aperti (open source). Non sono necessarie applicazioni e le pagine sono consultabili da tutti i dispositivi smart.

Il sistema di telecontrollo sarà composto dai seguenti concentratori di segmento:

TRATTO STRADALE	PUNTI LUCE	CONCENTRATORE	P.L. CONTROLLATI
Via Costa	da C1 a C17	Quadro "55-Q" – Via Lungomonte (esistente)	74
Via Lungomonte	da L1 a L15		
Via Usciana	da U1 a U16		
Zona Ponticelli	da P1 a P26		
Via San Donato	da SD1 a SD36	Quadro "40-Q" – Via Fiorenzuola (nuovo)	57
Via Fiorenzuola	da F1 a F21		

7 CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER LA PUBBLICA ILLUMINAZIONE (fornitura e progettazione)

Le indicazioni contenute in questo capitolo consistono sia in richiami alla normativa ambientale, sia in specifiche tecniche che gli apparecchi a LED e progetto illuminotecnico devono rispettare.

7.1 4.1.3.6 -Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli LED

I moduli LED devono raggiungere, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED) le seguenti caratteristiche:

- Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico [lm/W] ≥ 95 ;
- Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico [lm/W] ≥ 110 .

Inoltre, per evitare effetti cromatici indesiderati, nel caso di moduli a luce bianca ($R_a > 60$), i diodi utilizzati all'interno dello stesso modulo LED devono rispettare una o entrambe le seguenti specifiche:

- una variazione massima di cromaticità pari a $\Delta u'v' < 0,0048$ misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un ellisse di MacAdam a 5-step sul diagramma CIE1931.

7.2 4.1.3.7 - Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto dei moduli LED

Per ottimizzare i costi di manutenzione, i moduli LED debbono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s. m. e i., alla temperatura di funzionamento t_p e alla corrente di alimentazione più alte (condizioni più gravose), le seguenti caratteristiche:

- Fattore di mantenimento del flusso luminoso: L80 per 60.000 h di funzionamento;
- Tasso di guasto (%): B10 per 60.000 h di funzionamento.

in cui:

- L80: Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale;
- B10: Tasso di guasto inferiore o uguale al 10%.

7.3 4.1.3.11 Informazioni sui moduli LED

Nei casi in cui la fornitura è esclusivamente riferita ai Moduli LED ed è separata da una contestuale fornitura del relativo apparecchio di illuminazione, oltre a quelle già previste dai precedenti criteri, l'offerente deve fornire per i moduli LED le seguenti informazioni:

- dati tecnici essenziali (riferimento EN 62031): marca, modello, corrente tipica (o campo di variazione) di alimentazione (I), tensione (o campo di variazione) di alimentazione (V), frequenza, potenza (o campo di variazione) di alimentazione in ingresso, potenza nominale (W), indicazione della posizione e relativa funzione o schema del circuito, valore di t_c (massima temperatura ammessa), tensione di lavoro massima,

- classificazione per rischio fotobiologico (se diverso da GR0 o GR1) ed eventuale distanza di soglia secondo le specifiche del IEC TR 62778;
- temperatura del modulo t_p (°C), ovvero temperatura al punto t_p cui sono riferite tutte le prestazioni del modulo LED; punto di misurazione ovvero posizione ove misurare la temperatura t_p nominale sulla superficie dei moduli LED;
 - flusso luminoso nominale emesso dal modulo LED (lm) in riferimento alla temperatura del modulo t_p (°C) e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
 - efficienza luminosa (lm/W) iniziale del modulo LED alla temperatura t_p (°C) e alla temperatura t_c (°C);
 - campo di variazione della temperatura ambiente prevista dal progetto (minima e massima);
 - Fattore di potenza o $\cos\phi$ per ogni valore di corrente previsto;
 - criteri/normativa di riferimento per la determinazione del fattore di mantenimento del flusso a 60.000 h;
 - criteri/normativa di riferimento per la determinazione del tasso di guasto a 60.000 h;
 - indice di resa cromatica (Ra);
 - nei casi in cui è fornito insieme al modulo, i parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico (v. criterio 4.1.3.13);
 - se i moduli sono dotati di ottica, rilievi fotometrici, sotto forma di documento elettronico (file) standard normalizzato (tipo "Eulumdat", IESNA 86, 91, 95 ecc.);
 - se i moduli sono dotati di ottica, rapporti fotometrici redatti in conformità alla norma EN 13032 (più le eventuali parti seconde applicabili) emessi da un organismo di valutazione della conformità (laboratori) accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente;
 - dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità dell'offerente che il rapporto di prova si riferisce a un campione tipico della fornitura e/o che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura (da non confondere con l'incertezza di misura) per tutti i parametri considerati.

Tali informazioni relative al solo modulo non devono essere fornite se il modulo stesso è fornito come componente dell'apparecchio di illuminazione. In tale caso infatti le informazioni relative all'apparecchio comprendono anche le prestazioni della sorgente.

7.4 4.1.3.14 Garanzia

Nel caso di moduli LED il periodo di garanzia di cui sopra è di 5 anni. Nel caso di alimentatori (di qualsiasi tipo) il periodo di garanzia di cui sopra è di 5 anni valida per almeno 3 anni, a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, nelle condizioni di progetto, esclusi atti vandalici, danni accidentali o altre condizioni eventualmente definite nel contratto.

7.5 4.2.3.2 Apparecchi per illuminazione stradale

Per apparecchi per illuminazione stradale si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare ambiti di tipo stradale. Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

- Proprietà dell'apparecchio di illuminazione Valori minimi IP vano ottico IP 65 IP vano cablaggi IP55;
- Categoria di intensità luminosa > G*2;
- Resistenza agli urti (vano ottico) IK06;
- Resistenza alle sovratensioni 4kV

7.6 4.2.3.8 Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA maggiore o uguale a quello della classe C fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe B fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A, a partire dall'anno 2026. Gli apparecchi d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere l'indice IPEA maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A+ fino all'anno 2021 compreso, a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

7.7 4.2.3.11 Sistema di regolazione del flusso luminoso

Se le condizioni di sicurezza dell'utente lo consentono, gli apparecchi di illuminazione debbono essere dotati di un sistema di regolazione del flusso luminoso conforme a quanto di seguito indicato:

il sistema di regolazione, ogniquale volta possibile, deve:

- essere posto all'interno dell'apparecchio di illuminazione,
- funzionare in modo autonomo, senza l'utilizzo di cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione;

i regolatori di flusso luminoso devono rispettare le seguenti caratteristiche (per tutti i regolatori di flusso luminoso):

- Classe di regolazione = A1 (Campo di regolazione, espresso come frazione del flusso luminoso nominale da 1,00 a minore di 0,50), (per i soli regolatori centralizzati di tensione):

Classe di rendimento: R1 ($\geq 98\%$),

Classe di carico: L1 (scostamento di carico ΔI_2 , con carico pari al 50% del carico nominale e con il regolatore impostato in uscita alla tensione nominale),

Classe di stabilizzazione: Y1 ($S_u \leq 1\%$, percentuale riferita al valore nominale della tensione di alimentazione).

8 RISPETTO DELLA LEGGE REGIONALE TOSCANA N° 37/00

Sulla base della direttiva per l'applicazione della legge regionale 21 marzo 2000, n. 37 recante "Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso", gli impianti in progetto risponderanno ai seguenti requisiti:

- Flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore < 3% del flusso totale emesso dalla sorgente;

- Illuminazione dall'alto verso il basso e non oltre i 60° dalla verticale;
- Riduzione del flusso fino al 50% dopo le ore 22:00.

9 CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DELLE FASI ATTUATIVE

Per quanto riguarda i tempi di attuazione degli interventi in progetto, in riscontro alle precise richieste della committenza, si stabiliscono le seguenti scadenze finalizzate alla definitiva esecuzione delle opere **entro il 31/12/2020**:

- stipula contratto con la Ditta aggiudicataria entro 30 gg dall'approvazione del progetto
- consegna ed inizio lavori entro 01/09/2020
- termine per l'ultimazione dei lavori 42 gg continuativi dalla consegna ed inizio lavori
- contabilità finale 30 gg dalla fine dei lavori

10 CONCLUSIONI

Il progetto è stato redatto, per quanto possibile, in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente ed in particolare in conformità del **D.Lgs 18 aprile 2016 n. 50** "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture (Nuovo Codice Appalti)".

Lucca, 22/07/2020

Il progettista
(timbro e firma)