



# COMUNE DI SAN PROSPERO

(PROVINCIA DI MODENA)

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA PER LA RIQUALIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE DEL COMUNE DI SAN PROSPERO (MO)

CUP: H72I20000020007

### RELAZIONE TECNICA

**i-dea**

Illuminazione - Design - Energia - Ambiente

I-dea srl  
Via N. Bixio, 10 - 40026 Imola (Bo)  
Tel. 0542 26945  
Fax 0542 35288

email: [info@i-dea.it](mailto:info@i-dea.it)

Responsabile del progetto: **Lorenza Golinelli architetto**  
**Alberto Ricci Petitoni ingegnere**



Progettisti: **Alberto Ricci Petitoni ingegnere** **Alessandra Callegari ingegnere**  
**Lorenza Golinelli architetto** **Linda Linguerri ingegnere**  
**Davide Facendi ingegnere**  
**Giulia Turicchia ingegnere**

commessa: 17ID048

scala:

file: san prospero\_COP DOC.dwg

data: Marzo 2020

ELABORATO:

**RT**

| revisione | data         | aggiornamento    | approvato da           |
|-----------|--------------|------------------|------------------------|
| 01        | Aprile 2019  | Ing. Mongardi M. | Ing. Ricci Petitoni A. |
| 02        | Ottobre 2019 |                  | Ing. Ricci Petitoni A. |
| 03        | Marzo 2020   | Arch. Garifi A.  | Ing. Ricci Petitoni A. |
| 04        |              |                  |                        |
| 05        |              |                  |                        |
| 06        |              |                  |                        |

COMMITTENTE:

**AeB**  
**Energie**

**AeB Energie Srl**

via Maestri del Lavoro, 38 - 41037 Mirandola (MO)

Tel. 0535.28111

fax 0535.704616



## INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. ANALISI DELLO STATO DI FATTO .....                       | 2  |
| 1.1. Premessa.....  | 2  |
| 1.2. Obiettivi del progetto.....                            | 2  |
| 1.3. Situazione generale degli impianti .....               | 3  |
| 1.4. Situazione per macro aree .....                        | 4  |
| 1.5. Quadri elettrici di protezione e comando .....         | 4  |
| 1.6. Linee di alimentazione dorsali e derivate.....         | 4  |
| 1.7. Sostegni.....  | 4  |
| 1.8. Apparecchi di illuminazione e lampade .....            | 7  |
| 1.9. Riduzione di flusso .....                              | 9  |
| 2. PROPOSTA PROGETTUALE .....                               | 10 |
| 2.1. Riqualificazione a LED dei corpi illuminanti .....     | 10 |
| 2.2. Corpi illuminanti in progetto .....                    | 11 |
| 2.3. Adeguamento quadri elettrici .....                     | 12 |
| 2.4. Progettazione illuminotecnica .....                    | 12 |
| 2.5. Efficienza energetica dell'intervento .....            | 15 |
| 2.6. Calcolo TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) ..... | 16 |
| 2.7. Calcolo Emissioni CO2 .....                            | 16 |
| 3. ALLEGATI .....   | 17 |



## 1. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

### 1.1. Premessa

Il Comune di San Prospero dispone di un censimento dei punti luce relativi all' illuminazione pubblica, pertanto l'elaborazione sotto riportata è stata desunta dal rilievo fornito dalla Pubblica Amministrazione e dalle informazioni derivate dal rilievo in loco.

L'impianto di illuminazione pubblica presente nel territorio è costituito da circa **1536 punti luce** e sono alimentati da **69 quadri elettrici**.

| <b>STATO DI FATTO</b>                          |            |
|--|------------|
| N tot quadri esistenti                         | 69         |
| N tot punti luce esistenti                     | 1.536      |
| Potenza media (W)                              | 128,18     |
| Potenza totale installata (kW)                 | 196,88     |
| Consumo di energia annuo (kWh/anno)            | 936.875,64 |
| Consumo energetico annuo per abitante (kWh/ab) | 160,42     |

I punti luce totali presenti nel comune sono 1536, i punti luce su cui sono stati realizzati gli interventi di progetto sono 1495, in quanto per 41 punti luce non sono stati previsti interventi di riqualificazione, in quanto di proprietà Enel Sole o di nuova lottizzazione, quindi ancora non presi in carico dal comune.

I punti luce presunti nel territorio comunale sono così distinti per tipologia di lampade:

- Punti luce con lampade ai vapori di sodio alta pressione (SAP): 92%
- Punti luce con lampade a ioduri metallici (2%)
- Punti luce con lampade a vapori di mercurio (6%)

La potenza totale installata (considerando unicamente la parte di illuminazione pubblica) è pari circa a **196,88 kW** con un consumo energetico annuo di circa **936.875,64 kWh** e con una potenza media a punto luce di 128,18 W.

### 1.2. Obiettivi del progetto

La presente relazione tecnico illustrativa è relativa al progetto preliminare di riqualificazione degli impianti di pubblica illuminazione del Comune dal punto di vista di adeguamento normativo e di efficientamento del sistema, con conseguente ottimizzazione in termini di riduzione dei consumi di energia elettrica (kWh), tonnellate equivalenti di petrolio (Tep) ed emissioni di gas serra (kg di CO<sub>2</sub>).

Gli obiettivi del presente progetto sono i seguenti:

- diminuzione dei consumi elettrici e quindi delle emissioni di CO<sub>2</sub> e di gas climalteranti;



- diminuzione dell'inquinamento luminoso, adottando una tecnologia di apparecchi totalmente schermati contro la dispersione della luce (apparecchi 'full cut-off') seguendo la Legge Regionale n.19/2003 e relative direttive di applicazione.

Tale obiettivo è stato perseguito tramite:

- impedire ai corpi illuminanti di inviare direttamente luce orizzontalmente o verso l'alto;
- non sprecare la luce direzionandola al di fuori dell'area da illuminare;
- evitare di sovra illuminare, quindi attenersi ai livelli di illuminamento/luminanza necessari;
- poter diminuire fortemente o spegnere le luci quando l'area non è utilizzata (conformemente alle norme sulla circolazione);
- limitare fortemente la luce "blu", quindi per le sorgenti a led non superare i 4000K.
- ammodernamento, messa a norma e prolungamento della vita della rete di pubblica illuminazione.

### **1.3. Situazione generale degli impianti**

Il rilievo è stato finalizzato all'individuazione visiva degli impianti con problemi di sicurezza per le persone, all'analisi del consumo energetico e all'adeguamento normativo dal punto di vista elettrico e illuminotecnico.

Sono stati analizzati i dati forniti relativi allo stato di fatto relativo ai seguenti elementi d'impianto:

- Quadri di distribuzione
- Sostegni
- Corpi illuminanti

L'analisi dello stato di fatto relativo al complesso degli impianti di illuminazione pubblica insistenti sull'intero territorio comunale ha portato alla luce le seguenti criticità:

- **Criticità di tipo energetico:** dovute essenzialmente alla presenza di sorgenti luminose non sempre di adeguata potenza e di apparecchi illuminanti cablati con lampade a bassa efficienza. Sono inoltre presenti apparecchi illuminanti cablati con lampade di potenza superiore rispetto a quanto previsto dalla vigente normativa e in relazione alla classificazione della strada;
- **Criticità relative all'inquinamento luminoso:** riconducibili alla presenza di corpi illuminanti che non permettono la limitazione del flusso luminoso disperso verso l'alto al di sotto dei valori previsti dalla Legge Regionale n. 19 del 2003 "Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento luminoso e di risparmio energetico".

Vengono di seguito esposte le criticità sopra citate in ragione dei vari componenti dell'impianto presi in considerazione.



#### **1.4. Situazione per macro aree**

- **Centro urbano:** impianti solo in parte recentemente rinnovati con armature stradali cut off su pali alti in acciaio zincato o verniciato o su pali in cemento. Sono presenti inoltre corpi di arredo quali lampare e lanterne in stile.
- **Frazioni e zone limitrofe:** Si evidenziano punti luce recentemente rinnovati con armature stradali cut-off ma con potenza delle lampade spesso sovradimensionata rispetto alla classificazione della strada; le armature stradali sono installate su sostegni alti in acciaio zincato o su pali in cemento.
- Si evidenzia poi la presenza di corpi illuminanti di arredo principalmente in parchi e giardini ed in qualche strada carrabile. Principalmente i corpi illuminanti di arredo sono di tipo sferico

#### **1.5. Quadri elettrici di protezione e comando**

Sul territorio sono presenti un totale di circa 69 quadri che alimentano i punti luce.

La **criticità principale** è rappresentata da:

- Mancanza di interruttore differenziale di protezione;
- Elementi dei quadri elettrici (interruttori di protezione, crepuscolari, fusibili, timer ecc.) obsoleti, ed in molti casi anche mancanti;
- Alcuni contenitori in cattivo stato di manutenzione

#### **1.6. Linee di alimentazione dorsali e derivate**

Le linee dorsali di alimentazione degli impianti sono per la maggior parte interrate entro cavidotti ispezionabili da pozzetti posti alla base dei pali le cui condizioni possono essere considerate accettabili, ed in parte aeree fascettate su palo o a muro.

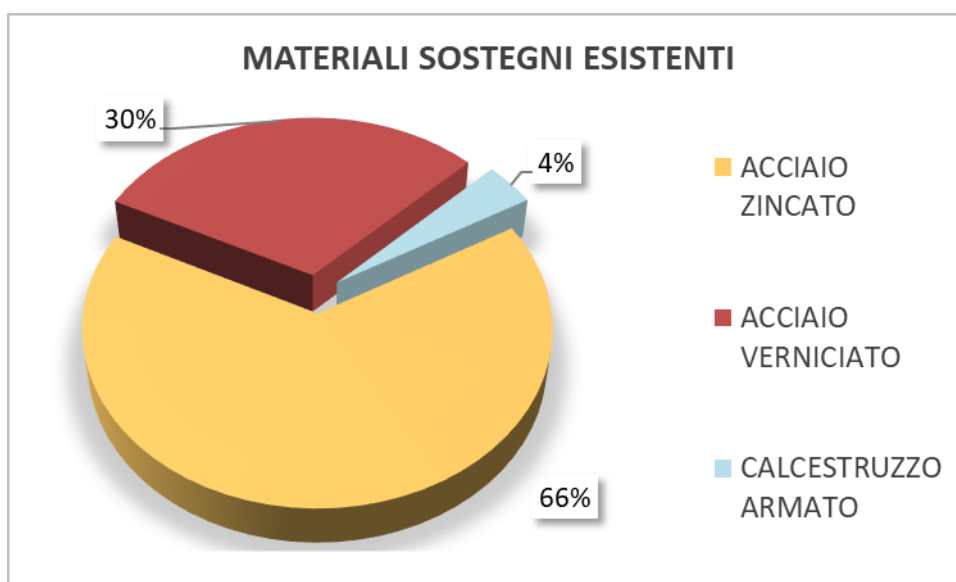
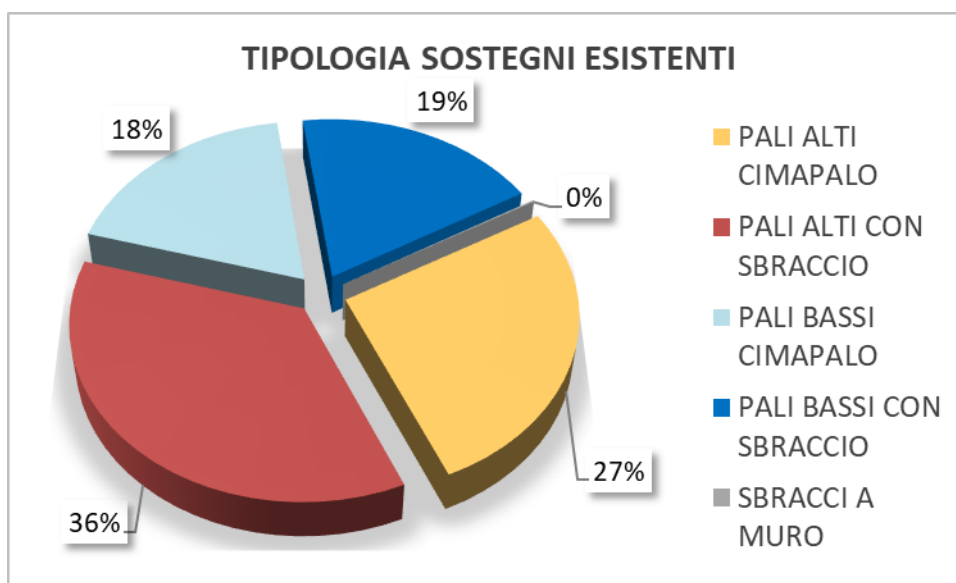
Le linee di derivazione ai singoli punti luce sono per la maggior parte in buone condizioni.

#### **1.7. Sostegni**

I rilievi hanno evidenziato la presenza di sostegni in acciaio verniciato o zincato in condizioni accettabili e pali bassi con punti luce di arredo o stradali per le aree verdi, e zone pedonali. Per le aree del centro urbano di particolare pregio si è evidenziata la presenza di punti luce di arredo quali lampare e lanterne in stile.

La maggior parte dei sostegni sull'intero territorio è in acciaio zincato in buone condizioni. Sono poi presenti un notevole numero di sostegni artistici e a seguire sostegni in cemento.





Come si evince dal grafico sopra riportato la maggior parte dei sostegni è costituito da pali alti in acciaio zincato con sbraccio (27%) e cima palo in acciaio zincato (25%).

Il 19% dei sostegni è rappresentato da pali bassi con sbraccio verniciati; il 14% da pali bassi in acciaio zincati; per un 4% vi sono pali alti con sbracci verniciati e la stessa percentuale di pali bassi con sbracci. Per finire insistono ancora sul territorio pali in cemento con sbracci in ferro.



**Figura 1: Palo alto in cemento con sbraccio in acciaio ferro**



### **1.8. Apparecchi di illuminazione e lampade**

Le problematiche principali riscontrate sono l'elevata potenza media installata che porta ad un consistente consumo energetico e la disuniformità dei livelli di luce oltre che la presenza di corpi illuminanti fuori norma ancora cablati con lampade a bassa efficienza.

Le tipologie principali di apparecchi di illuminazione presenti risultano:

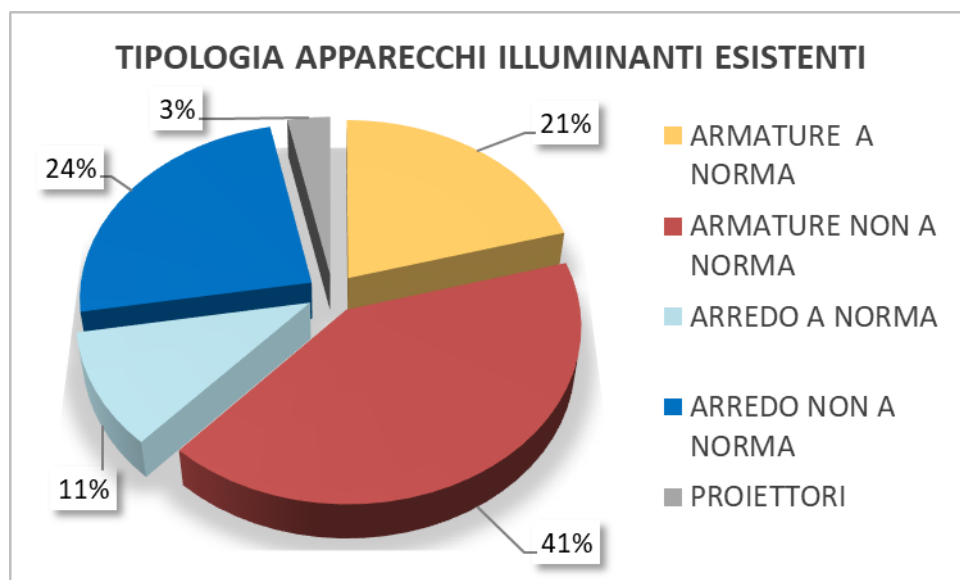
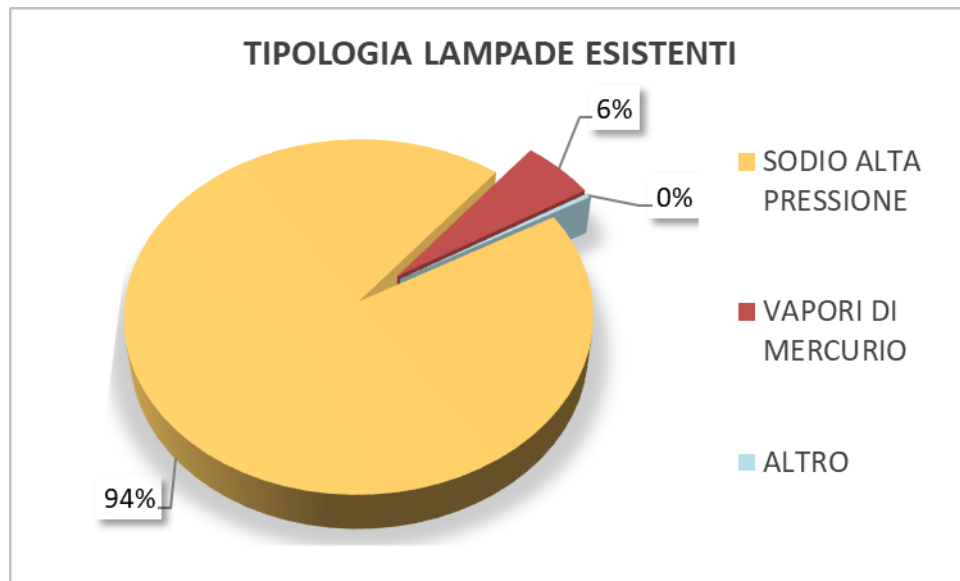
- Armature stradali con vetro piano, nella maggioranza dei casi, installati su sostegno in acciaio zincato o verniciato e cablati con lampade ai vapori di sodio alta pressione;
- Proiettori su pali per l'illuminazione di aree sportive;
- Apparecchi di arredo urbano installati su sostegno verniciato e cablati prevalentemente con lampade al sodio alta pressione per illuminazione di giardini e parchi e in qualche caso stradali.
- Apparecchi di arredo urbano quali lampare installate su sostegni di tipo artistico.
- Apparecchi di tipo lanterna in stile installati nella zona del centro storico su mensole a parete.

Dall'analisi preliminare effettuata si è potuto constatare la presenza di alcuni apparecchi che necessitano di sostituzione e/o riqualificazione, in particolare:

- corpi illuminanti di arredo non a norma in quanto o a sfera o con la lampada in vista e chiusura in vetro prismato (sfere, lanterne, arredo nuovo ma non a norma secondo la legge regionale, ecc.);
- corpi illuminanti d'arredo montano lampade a bassa efficienza energetica come lampade fluorescenti.

Dal punto di vista della tipologia delle lampade si può affermare che la situazione è buona, visto che il 94% dei corpi illuminanti è cablati con lampade ai vapori di sodio ad alta pressione pertanto conformi alla Legge Regionale e alle normative di settore.





Come si evince dal grafico il 41% dei corpi illuminanti è rappresentato da armature stradali cut-off a norma con secondo la legge regionale n. 19/2003. Armature stradali prismatiche e aperte sono presenti nell'ordine del 15 (con vetro prismatico) e 6% (armature aperte).

Si hanno poi un 10 % di lampioni di arredo cut-off di tipo portato e a seguire le altre tipologie tra le quali lampioni di arredo prismatico, arredi tipo globo e proiettori. Questi ultimi fanno parte di impianti sportivi presenti nel Comune.



**Foto 2: Lampione arredo sospeso**



**Foto 3: Globo sospeso**

### **1.9. Riduzione di flusso**

Per punti luce in progetto è prevista dimmerazione del flusso luminoso con riduzione automatica della potenza pari al 30% per circa 2000 ore.



## 2. PROPOSTA PROGETTUALE

Le scelte tecniche relative all'adeguamento degli impianti sono state fatte in conformità alle normative vigenti. I nuovi corpi illuminanti proposti soddisfano i requisiti della legge regionale n.19/2003 e relativa direttiva di applicazione.

Nella scelta dei nuovi corpi illuminanti in progetto si è partiti dal prendere in considerazione le attuali tipologie esistenti nel territorio comunale, con particolare attenzione agli apparecchi illuminanti d'arredo e artistici.

Per quanto riguarda le linee elettriche, successivamente ad una valutazione progettuale sono stati stimati e valutati circa 2400 m di cavo, linee e cavidotti interrati.

Si è inoltre considerata la categoria illuminotecnica di riferimento delle strade o aree da illuminare per la scelta del corretto apparecchio dal punto di vista del rispetto delle norme illuminotecniche.

### 2.1. Riqualificazione a LED dei corpi illuminanti

Le scelte progettuali sono tali da garantire la massima efficienza energetica degli impianti al fine di ottimizzare i consumi sfruttando la miglior tecnologia presente sul mercato anche in termini di vita utile dei componenti.

Si prevede la riqualificazione mediante installazione di nuovi corpi illuminanti a LED.

I nuovi apparecchi a LED sono dotati di sistema di riduzione automatica del flusso luminoso secondo profili di regolazione personalizzati su più di 3 livelli la cui configurazione verrà definita e concordata con l'Amministrazione Appaltante in fase esecutiva.

I CAM Ministeriali (il DM 27/9/2017) prevedono che 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.

| INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA |                         |
|--|-------------------------|
| Classe energetica apparecchi illuminanti | IPEA                    |
| A+                                       | $IPEA > 1,10$           |
| A  | $1,05 < IPEA \leq 1,10$ |
| B  | $1,00 < IPEA \leq 1,05$ |
| C  | $0,93 < IPEA \leq 1,00$ |
| D  | $0,84 < IPEA \leq 0,93$ |
| E  | $0,75 < IPEA \leq 0,84$ |
| F  | $0,65 < IPEA \leq 0,75$ |
| G  | $IPEA < 0,65$           |

Figura 4: Valori indici IPEA

Gli apparecchi d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere **l'indice IPEI\* 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.

## **2.2. Corpi illuminanti in progetto**

### **2.2.1. Armature stradali**

#### **AEC ITALO 1 LED o equivalente**

La potenza verrà determinata tenendo conto della classificazione stradale di progetto e verificata da opportuni calcoli illuminotecnici.

Tale apparecchio illuminante viene proposto in sostituzione delle armature stradali esistenti.



- L'ottica è asimmetrica per illuminazione stradale, efficienza della sorgente LED 138 lm/W, alimentazione 525mA, temperatura di colore 4000K. CRI  $\geq$  70.
- La vita del gruppo ottico è  $>100.000$  ore L80 a 525Ma
- IPEA  $\geq$  A1+ in accordo al DM 27/09/2017
- Sono possibili diverse opzioni di risparmio energetico: DA: dimmerazione automatica; DAC: profilo DA custom; PLM: scheda di comunicazione ad onde convogliate.
- Classe II, IP66

### **2.2.2. Arredo urbano**

#### **AEC ECO RAYS LED o equivalente**

Tale apparecchio illuminante è proposto prevalentemente in sostituzione delle sfere e dei corpi illuminanti esistenti non a norma.



- L'ottica è simmetrica per illuminazione stradale e urbana o per illuminazione percorsi ciclo-pedonali, efficienza sorgente LED 138 lm/W, alimentazione 525mA, temperatura di colore 4000K. Protezione dalle sovratensioni fino 10kVA.
- L'ottica può essere adattata alle diverse situazioni presenti nel territorio pertanto utilizzabile sia sulle strade che nelle piste ciclopeditoni e nelle aree verdi.
- Il sistema ottico è realizzato completamente in alluminio di altissima efficienza per l'illuminazione stradale e di percorsi ciclopeditoni.
- IPEA  $\geq$  A1+ in accordo al DM 27/09/2017

### KIT A LED DI REFITTING NERI

La potenza verrà determinata tenendo conto della classificazione stradale di progetto e verificata da opportuni calcoli illuminotecnici. Tale kit di refitting viene proposto per lanterne e lampare esistenti.



- Temperatura di colore 3000 K
- Alimentatore elettronico programmabile IP67
- Classe energetica IPEA A o superiore
- Protezione standard alle sovratensioni di modo differenziale DM e comune CM 10kV/10kV (CL I, CL II);
- Resistenza meccanica IK 08.

### PHILIPS CLEARFLOOD LED



- Proiettori di tipo stradale per illuminazione di parcheggio e grandi aree, la potenza utilizzata è variabile
- Classe energetica IPEA A o superiore
- Temperatura colore 4000K
- Ottica DM10.

### 2.3. *Adeguamento quadri elettrici*

Si prevede l'adeguamento inteso come messa in efficienza, o sostituzione dei quadri elettrici esistenti per adeguarli alle esigenze legate ai nuovi corpi illuminanti a LED, alla rete di tele controllo o alle normative vigenti. I quadri elettrici in cui non viene effettuato nessun intervento di riqualificazione, sono sottoposti a manutenzione ordinaria specifica.

Si prevede:

- Adeguamento di circa 21 quadri elettrici;
- Installazione di 14 quadri nuovi.

### 2.4. *Progettazione illuminotecnica*

Un impianto di illuminazione deve assicurare prestazioni illuminotecniche adeguate all'ambito considerato e allo stesso tempo deve contenere al minimo i costi di gestione conseguenti alla realizzazione del nuovo impianto o all'ammodernamento dell'impianto esistente.

La qualità di un progetto di illuminazione pubblica viene determinata dall'individuazione del giusto punto di equilibrio di queste due esigenze contrapposte.



I livelli minimi e massimi necessari ad illuminare la strada vengono scelti da quelli di luminanza o illuminamento riportate nelle tabelle delle norme UNI EN13201-2-3-4, in base alla classificazione delle strade fatta dagli enti proprietari come stabilito dal codice della strada e dalla norma UNI 11248/2016.

La classificazione illuminotecnica del territorio comunale è stata valutata seguendo le indicazioni della norma UNI 11248, considerando un'analisi dei rischi preliminare e quindi classificando le strade del territorio con già la classe illuminotecnica di progetto.

Si rimanda alle fasi successive di progettazione per la definizione dettagliata delle classi di progetto e della relativa analisi dei rischi.

#### **2.4.1. Illuminazione di ambiti stradali**

In base al D.M. 6792 del 05/11/2001, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", per strada si intende l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

L'identificazione dei parametri progettuali avviene attraverso 3 fasi successive, che determinano la definizione della categoria illuminotecnica di progetto e le eventuali categorie illuminotecniche di esercizio.

Le tre fasi si suddividono in:

- definizione della categoria illuminotecnica di Ingresso per l'analisi dei rischi;
- definizione della categoria illuminotecnica di Progetto;
- definizione della categoria illuminotecnica di Esercizio.

#### **2.4.2. Definizione delle categorie illuminotecniche**

La categoria illuminotecnica di ingresso per l'elaborazione dell'analisi dei rischi si determina considerando esclusivamente la classificazione della strada.

La classificazione della strada deve essere fornita dal committente o dal proprietario/gestore della strada. In mancanza di adeguati strumenti urbanistici (come ad esempio il PUT), il progettista illuminotecnico propone una classificazione che il Comune, il committente o il proprietario/gestore, fa sua con l'approvazione del presente progetto.

Per procedere alla definizione della categoria illuminotecnica di ingresso si procederà a:

- suddividere la strada in zone di studio con condizioni omogenee;
- identificare, per ogni zona, il tipo di strada (la classe stradale); in assenza di PUT si utilizzerà quanto prescritto nel D.M. 6792 del 05-11-2001,

In relazione al tipo di strada, con l'ausilio del Prospetto 1 della UNI 11248:2016, viene quindi individuata la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi.





| Tipo di strada  | Descrizione del tipo di strada  | Limite di Velocità (km h) | Categoria illuminotecnica di riferimento |
|-----------------|---|---------------------------|--|
| A1              | Autostrade extraurbane  | 130 - 150                 | M1                                       |
|                 | Autostrade urbane   | 130                       |  |
| A2              | Strade di servizio alle autostrade extraurbane  | 70 - 90                   | M2                                       |
|                 | Strade di servizio alle autostrade urbane   | 50                        |  |
| B               | Strade extraurbane principali   | 110                       | M2                                       |
|                 | Strade di servizio alle strade extraurbane principali   | 70 - 90                   | M3                                       |
| C               | Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>  | 70 - 90                   | M2                                       |
|                 | Strade extraurbane secondarie   | 50                        | M3                                       |
|                 | Strade extraurbane secondarie con limiti particolari  | 70 - 90                   | M2                                       |
| D               | Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>  | 70                        | M2                                       |
|                 |   | 50                        |  |
| E               | Strade urbane di interquartiere   | 50                        | M3                                       |
|                 | Strade urbane di quartiere  | 50                        |  |
| F <sup>3)</sup> | Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>  | 70 - 90                   | M2                                       |
|                 | Strade locali extraurbane   | 50                        | M4                                       |
|                 |   | 30                        | C4/P2                                    |
|                 | Strade locali urbane  | 50                        | M4                                       |
|                 | Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30   | 30                        | C3/P1                                    |
|                 | Strade locali urbane: altre situazioni  | 30                        | C4 / P2                                  |
|                 | Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti) | 5                         |  |
|                 | Strade locali interzonali   | 50                        | M3                                       |
|                 |   | 30                        | C4/P2                                    |
| Fbis            | Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>  | non dichiarato            | P2                                       |
|                 | Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>   | 30                        |  |



**Tabella 1 Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria**

### **2.4.3. Categorie illuminotecniche di progetto**

La definizione della categoria di progetto avviene modificando la categoria di ingresso in base al tipo di strada ed ai parametri di influenza considerati nella valutazione del rischio, partendo dal presupposto che la categoria d'ingresso possieda i requisiti minimi di sicurezza riportati nella norma UNI 11248.

A livello indicativo vengono individuate le seguenti categorie illuminotecniche di progetto principali all'interno del territorio comunale:

- M3: Lungo strade Provinciali e Statali;
- M4: Lungo le strade Provinciali cittadine;
- M5: Lungo le strade secondarie del centro urbano;
- C2: Lungo incroci di strade Provinciali e Statali;
- C3: Lungo incroci, strade principali dei centri storici;
- C4: Lungo incroci e rotonde, strade secondarie dei Centri Storici;
- P1-P2-P3: nei parcheggi o lungo percorsi esclusivamente pedonali.

## **2.5. Efficienza energetica dell'intervento**

A seguito degli interventi proposti la potenza totale installata (considerando unicamente la parte di illuminazione pubblica) è pari circa a **90,47 kW** con un consumo energetico annuo di circa **259.317,92 kWh** e con una potenza media a punto luce di 58,90 W.

|   | <b>ANTE OPERA</b> | <b>POST OPERA</b> |
|---|-------------------|-------------------|
| N tot quadri esistenti                                | 69                | 69                |
| N tot punti luce esistenti                            | 1536              | 1536              |
| Potenza media (W)                                     | 128,18            | 58,90             |
| Potenza totale installata (kW)                        | 196,88            | 90,47             |
| <b>Consumo di energia annuo (kWh/anno)</b>            | <b>936.875,64</b> | <b>259.317,92</b> |
| <b>Consumo energetico annuo per abitante (kWh/ab)</b> | <b>160,42</b>     | <b>44,40</b>      |

Il calcolo dei consumi e dei risparmi energetici ottenibili dagli interventi in progetto è stato fatto tramite un'analisi delle potenze installate prima e dopo gli interventi, sulla base dello stesso numero di ore di funzionamento, facendo delle simulazioni a parità di flusso luminoso e mantenendo quindi un certo margine cautelativo.

A seguito degli interventi proposti si può ipotizzare un risparmio energetico di **677.557,72kWh anno** pari a circa il **72,32%**.



| <b>RISPARMIO ENERGETICO</b>                               |               |
|---|---------------|
| <i>Consumo annuo di energia stato di fatto (kWh/anno)</i> | 936.875,64    |
| <i>Consumo annuo di energia post opera (kWh/anno)</i>     | 259.317,92    |
| <i>Risparmio di energia annuo (kWh/anno)</i>              | 677.557,72    |
| <b><i>Risparmio energia (%)</i></b>                       | <b>72,32%</b> |

## 2.6. Calcolo TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio)

Per il calcolo del risparmio energetico in TEP si fa riferimento al dato indicato dal FIRE (La Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia - FIRE - associazione tecnico-scientifica incaricata dal Ministero dello Sviluppo Economico) per cui il passaggio da kWh a TEP è determinato dalla seguente fattore di conversione: 1 TEP = 5.350 kWh.

Partendo dal consumo energetico indicato al paragrafo precedente valutiamo i TEP corrispondenti convertendo l'Energia Primaria secondo i parametri di conversione sopra indicati.

|  |               |
|--|---------------|
| Coeff. Di trasformazione (1 tep = 5350 kWh/anno) | 5.350         |
| <b><i>Consumo in tep stato di fatto</i></b>      | <b>175,12</b> |
| <b><i>Consumo in tep stato di progetto</i></b>   | <b>48,47</b>  |
| <b><i>Risparmio in tep</i></b>                   | <b>126,65</b> |

## 2.7. Calcolo Emissioni CO2

Per il calcolo delle emissioni di CO2 e si deve partire dal consumo energetico indicato al paragrafo precedente.

Di seguito si esplicita il calcolo effettuato, facendo riferimento alla metodologia di calcolo emissioni di CO2 legate al consumo e prelievo di energia elettrica da rete nazionale con il seguente fattore di conversione: 0,403 kg di CO2 /kWh.

Per l'individuazione del coefficiente utile al calcolo delle emissioni di CO2 legate al consumo di energia elettrica si è fatto riferimento alle valutazioni realizzate da GHG Protocol che prende in considerazione il mix energetico nazionale.

Da tale studio si evince che per il calcolo delle emissioni legate al consumo di energia elettrica acquistata sul mercato italiano il mix energetico nazionale è pari a 0,403 kg di CO2/kWh.

La stima delle emissioni aggregate di gas serra (GHG) si basa sulla seguente relazione, riportata sul sito internet INEMAR Inventario Emissioni Aria Regione Lombardia:  $CO2e = \sum_i (GWPI * Ei)$ ; con  $CO2e$  = emissioni di CO2 equivalente espresse in t/anno;  $GWPI$  = "Global Warming Potential" coefficienti GWP da IPCC;  $Ei$  = emissioni di gas serra (GHG).



|  |                   |
|--|-------------------|
| Coeff. Di trasformazione (0,326 Kg CO <sub>2</sub> = 1 kWh/anno) | 0,40              |
| <b>Consumo di CO<sub>2</sub> stato di fatto</b>                  | <b>377.561</b>    |
| <b>Consumo di CO<sub>2</sub> stato di progetto</b>               | <b>104.505</b>    |
| <b>Risparmio di CO<sub>2</sub></b>                               | <b>273.055,76</b> |

### 3. ALLEGATI

- CENS – Tabulato del censimento punti luce
- CME - Stima sommaria dei costi
- Tav 1.1 – 1.5 – stato di fatto
- Tav 2.1-2.2 – Classificazione illuminotecnica di progetto
- Tav 3.1 – 3.5 – Stato di progetto