



Studio associato di ingegneria

Per.Ind. Ernesto Stella
n° 1225 Ordine Periti Bergamo

Dott.Ing. Cristina Ramorino
n° 2695 Ordine Ing. Bergamo

Per.Ind. Matteo Villa
n° 1468 Ordine Periti Bergamo

Piazzale San Paolo n° 2, 24128 Bergamo - C.F. P.IVA: 02602840163
Tel./Fax 035.26.10.86 - email: info@metcing.com

| | | |
|-------------|---|---|
| COMMITTENTE | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA (BG) |  |
| TITOLO | INTERVENTI DI RIQUALIFICA ED EFFICIENTAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA | PROGETTISTA: <i>Per.ind. Ernesto Stella</i> |
| OGGETTO | PROGETTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA DATI APPALTO Codice unico di progetto (CUP) xxx Template associato xxx-PNRR xxx Min.Interno - Contributi per efficientamento energetico TOTALE APPALTO xxx,xx € |  <i>Finanziato dall'Unione Europea NextGenerationEU</i> |

| REV. | DESCRIZIONE | RED. | CONT. | APP. | DATA |
|------|---|------|-------|------|------------|
| 0 | Emissione progetto definitivo/esecutivo | MV | MV | ES | 02/08/2023 |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | |
|-----------------|------------------|-----------------------------|
| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | RIFERIMENTO PER COMMITTENTE |
| 093/23 | ERI.051.0 | |

INDICE

| | |
|--|----|
| 1 - OGGETTO DEL PROGETTO..... | 3 |
| 1.1 - LIMITI DI INTERVENTO | 3 |
| 2 - INQUADRAMENTO DELL'IMPIANTO | 3 |
| 3 - RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 3 |
| 4 - INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE | 5 |
| 4.1 - GENERALITA' | 5 |
| 4.2 - CLASSIFICAZIONE VIARIA E ILLUMINOTECNICA..... | 5 |
| 4.3 - CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO | 12 |
| 5 - INTERVENTI PREVISTI | 13 |
| 5.1 - GENERALITA' | 13 |
| 5.2 - QUADRI ELETTRICI..... | 13 |
| 5.3 - SISTEMA DI REGOLAZIONE | 17 |
| 5.4 - SISTEMA DISPENSORE E PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI..... | 18 |
| 5.5 - LINEE DI ALIMENTAZIONE E DERIVAZIONI | 19 |
| 5.6 - SOSTEGNI | 19 |
| 5.7 - TIPOLOGIA DI SORGENTI | 19 |
| 5.8 - PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE | 20 |
| 5.9 - RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI PREVISTI | 22 |
| 5.10 - RISPETTO DEI REQUISITI DI CUI AL DM 27 SETTEMBRE 2017 (CAM) | 22 |
| 6 - ALTRI ONERI A CARICO DELLA STAZIONE APPALTANTE..... | 23 |
| 7 - ASPETTI ENERGETICI DERIVANTI DAGLI INTERVENTI | 24 |
| 8 - ASPETTI ECONOMICI DERIVANTI DAGLI INTERVENTI | 26 |

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|---------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 2 DI 27 |

1 - OGGETTO DEL PROGETTO

La presente relazione tecnica, unitamente agli allegati, costituisce il **progetto definitivo/esecutivo** per gli interventi di riqualifica ed efficientamento di una porzione degli impianti di pubblica illuminazione nel comune di Calusco d'Adda (BG).

1.1 - LIMITI DI INTERVENTO

Gli interventi oggetto del presente progetto esecutivo riguardano gli impianti di pubblica illuminazione individuati sulle tavole di progetto "EPI.051.0 Tavola intervento", corrispondente agli impianti alimentati dal Quadro M, da una parte del Quadro R e una parte del Quadro D.

Gli interventi di riqualifica comprendono:

- Sostegni
- Apparecchi illuminanti
- Derivazioni e risalite entro palo o entro tubo
- Dorsali di alimentazione
- Quadri elettrici

2 - INQUADRAMENTO DELL'IMPIANTO

L'intervento riguarderà sostanzialmente impianti di pubblica illuminazione esistenti, oggetto di riqualifica ai fini della sicurezza e di efficientamento energetico. In alcune posizioni puntuali saranno realizzati nuovi punti luce al fine di raggiungere idonee prestazioni illuminotecniche in aree attualmente illuminate in modo non adeguato.

3 - RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti elettrici, le apparecchiature, i componenti e i materiali devono essere realizzati in conformità alla normativa vigente e alle Norme CEI, con particolare riferimento alle seguenti:

- CEI 64-8 Parte 7 - 714: Impianti elettrici in bassa tensione – Impianti di illuminazione situati all'esterno
- CEI EN 61439-1/2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI 34: Apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale
- CEI 34-33: Apparecchi di illuminazione. Apparecchi per l'illuminazione stradale
- CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|---------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 3 DI 27 |

- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
- UNI 11248: Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI 13201-2: Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali
- UNI 13201-3: Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni
- UNI 13201-4: Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- UNI 13201-5: Illuminazione stradale – Indicatori delle prestazioni energetiche
- UNI 11630: Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico
- UNI EN 40: Pali per illuminazione pubblica
- D.Lgs n°81 del 09/04/2008: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- DM n°37 del 22/01/2008
- L. n°168 del 01/03/1968: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- L.Reg. Lombardia n°31 del 05/10/2015: Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso
- D.G.R. Lombardia n°7/6162 del 20/09/2001: Criteri di applicazione della L. Reg. Lombardia 17/2000
- L. n°9 del 09/01/1991: Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale
- L. n°10 del 09/01/1991: Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia
- D.Lgs n°285 del 30/04/1992: Nuovo Codice della Strada e s.m.i.
- DPR 495/92: Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada
- D.Leg. n°151 del 25/07/2005: Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti
- D.Leg. n° 163 del 2006: Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture
- DPR n° 207 del 05/10/2010: Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Leg. n° 163 del 2006
- D.lgs n°50/2016: 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.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|---------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 4 DI 27 |

- DPR n°462 del 2001: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

4 - INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

4.1 - GENERALITA'

L'elemento fondante della Progettazione degli interventi per impianti di pubblica illuminazione è costituito dalla definizione dei livelli di illuminamento necessari ai fini della sicurezza del traffico veicolare e dei cittadini.

La metodologia per l'individuazione delle corrette categorie illuminotecniche è definita dalla Norma UNI 11248, mentre i livelli di illuminamento richiesti per ogni categoria sono contenuti nella Norma UNI EN 13201.

4.2 - CLASSIFICAZIONE VIARIA E ILLUMINOTECNICA

Il primo passo per l'individuazione delle categorie illuminotecniche è rappresentato dalla definizione della classificazione viaria ai sensi del Nuovo Codice della Strada, effettuata secondo gli elementi forniti dal DM 05 novembre 2011, di seguito riportati.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|---------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 5 DI 27 |

TAB. 3.2.d - TIPI DI STRADE - CATEGORIE DI TRAFFICO AMMESSE

| | TIPI SECONDO IL CODICE | AMBITO TERRITORIALE | DENOMINAZIONE | CATEGORIE DI TRAFFICO | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------|--|------------|-------------|-------------|---------|-----------|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------|-------------------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | | | | PEDONI | ANIMALI | VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE | VELOCIPEDI | CICLOMOTORI | AUTOVETTURE | AUTOBUS | AUTOCARRI | AUTOFRENI AUTOARTICOLATI | MACCHINE OPERATRICI | VEICOLI SU ROTATA | SOSTA DI EMERGENZA | SOSTA | ACCESSI PRIVATI DIRETTI |
| AUTOSTRADA | A | EXTRAURBANO | STRADA PRINCIPALE | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | ○ | □ | ○ | no |
| | | | STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE) | □ | □ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | □ | □ | si |
| | URBANO | STRADA PRINCIPALE | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | ○ | □ | ○ | no |
| | | STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE) | ○ | □ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | □ | □ | □ | si |
| EXTRAURBANA PRINCIPALE | B | EXTRAURBANO | STRADA PRINCIPALE | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | ○ | ◆ | ○ | no |
| | | | STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE) | □ | □ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | ◆ | □ | si |
| EXTRAURBANA SECONDARIA | C | EXTRAURBANO | | □ | □ | ◆ | ◆□(1) | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | ◆ | □ | si |
| URBANA DI SCORRIMENTO | D | URBANO | STRADA PRINCIPALE | ○ | ○ | ○ | □ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | ◆ | ○ | no |
| | | | STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE) | ○ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | □ | ◆ | □ | si |
| URBANA DI QUARTIERE | E | URBANO | | ○ | ◆ | ◆ | ◆□(1) | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | □ | ◆◆ | □ | si |
| LOCALE | F | EXTRAURBANO | | □ | ◆ | ◆ | ◆□(1) | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | □ | □ | si |
| | | URBANO | ○ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ○ | ◆ | ◆□(2) | □ | □ | si |

○ non ammessa in piattaforma (3)

◆ in carreggiata

NOTE:

□ esterno alla carreggiata (in piattaforma)

◆ parzialmente in carreggiata

(1) vale se è presente una pista ciclabile.

(2) qualora le categorie 7 e 11 debbano essere ammesse, le dimensioni delle corsie e la geometria dell'asse vanno commisurate con le esigenze dei veicoli appartenenti a tali categorie.

(3) quando è presente una strada di servizio complanare, caso in cui la piattaforma delle due strade (principale e servizio) è unica, la non ammissibilità sulla strada principale è da intendersi limitata alla sola parte di piattaforma che la riguarda.

Definita la classificazione viaria secondo gli elementi precedentemente indicati, si individua la categoria illuminotecnica di ingresso per la valutazione dei rischi, condotta su zone di studio della strada aventi condizioni omogenee per i parametri di influenza considerati.

A seguire, quindi, sono riportate le tabelle per la definizione della categoria illuminotecnica di ingresso e per la valutazione dei parametri di influenza.

| UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------------|
| Tipo strada | Descrizione | Limite di velocità (km/h) | Categoria illuminotecnica |
| A1 | Autostrade extraurbane | 130-150 | M1 |
| | Autostrade urbane | 130 | M1 |
| A2 | Strade di servizio alle autostrade extraurbane | 70-90 | M2 |
| | Strade di servizio alle autostrade urbane | 50 | M2 |
| B | Strade extraurbane principali | 110 | M2 |

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|---------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 6 DI 27 |

| UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTENICHE DI INGRESSO | | | |
|---|---|---------------------------|---------------------------|
| Tipo strada | Descrizione | Limite di velocità (km/h) | Categoria illuminotecnica |
| | Strade di servizio alle strade extraurbane principali | 70-90 | M3 |
| C | Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) | 70-90 | M2 |
| | Strade extraurbane secondarie | 50 | M3 |
| | Strade extraurbane secondarie con limiti particolari | 70-90 | M2 |
| D | Strade urbane di scorrimento | 50-70 | M2 |
| E | Strade urbane di quartiere | 50 | M3 |
| F | Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) | 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 | C4 / P2 |
| | Strade locali interzonali | 50 | M3 |
| 30 | | C4 / P2 | |
| Fbis | Itinerari ciclopedonali (L. n°214 del 04/08/2003) | - | P2 |
| | Strade a destinazione particolare | 30 | P2 |

Definita la categoria illuminotecnica di ingresso si procede all'individuazione della categoria illuminotecnica di progetto secondo l'analisi dei rischi effettuata mediante la valutazione dei parametri di influenza di seguito riportati.

| UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI INFLUENZA | | | |
|--|------------------|--|---------|
| Parametro di influenza costanti nel tempo | | Riduzione massima della categoria illuminotecnica | |
| Complessità del campo visivo normale | | 1 | |
| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 7 DI 27 |

| | |
|--|---|
| Assenza o bassa densità delle zone di conflitto (es: svincoli, intersezioni a raso, attraversamenti pedonali, flussi di traffico di tipologie diverse) | 1 |
| Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali (riferimenti in CIE 137) | 1 |
| Segnaletica stradale attiva | 1 |
| Assenza di pericolo di aggressione | 1 |

| UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI INFLUENZA | |
|---|---|
| Parametro di influenza variabili nel tempo | Riduzione massima della categoria illuminotecnica |
| Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio | 1 |
| Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio | 2 |
| Riduzione della complessità nella tipologia di traffico | 1 |

Ulteriori provvedimenti integrativi da adottare al fine di porre rimedio a particolari condizioni di rischio sono di seguito riportate.

| UNI 11248: ULTERIORI CONDIZIONI DI RISCHIO | |
|--|--|
| Condizione | Rimedio |
| Prevalenza di precipitazioni meteoriche | Ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti dei veicoli |
| Riconoscimento dei passanti | Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente |
| Luminanza ambientale elevata (ambiente urbano) | Adottare segnali stradali attivi e/o fluorifrangenti di classe adeguata per mantenere le condizioni di cospicuità |
| Intersezioni, svincoli, rotonde (in particolare se con traffico intenso e/o di elevata velocità) | |
| Curve pericolose in strada con elevata velocità dei veicoli | |
| Elevata probabilità di mancanza di alimentazione | |
| Elevati tassi di malfunzionamento | |
| Presenza di rallentatori di velocità | |

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|---------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 8 DI 27 |

| UNI 11248: ULTERIORI CONDIZIONI DI RISCHIO | |
|--|---|
| Condizione | Rimedio |
| Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate | Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnarli adeguatamente |
| Programma di manutenzione inadeguato | Ridurre il fattore di manutenzione considerato nel calcolo illuminotecnico |

L'analisi degli elementi precedentemente descritti, nonché il risultato di tali valutazioni, sono riassunti nel successivo paragrafo "4.3 Classificazione illuminotecnica di progetto".

Ognuna delle categorie illuminotecniche di progetto individuate è riconducibile a requisiti prestazionali minimi definiti dalla Norma UNI EN 13201 e di seguito riportati.

Categoria M: veicoli motorizzati su strada con velocità di marcia medio/alte.

| CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: M | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Categoria | Luminanza della carreggiata | | | Abbagliamento debilitante | Illuminazione di contiguità |
| | Lm (cd/m ²) | U ₀ (%) | U _l (%) | Ti (%) | Rei |
| M1 | 2,0 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,35 |
| M2 | 1,5 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,35 |
| M3 | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,3 |
| M4 | 0,75 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,3 |
| M5 | 0,5 | 0,35 | 0,4 | 15 | 0,3 |
| M6 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 15 | 0,3 |

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|---------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 9 DI 27 |

Categoria P: pedoni e ciclisti su marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, nonché a strade urbane, strade pedonali, parcheggi, cortili scolastici

| CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: P | | |
|------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Categoria | Illuminamento orizzontale | |
| | E _{MED} (lux) | E _{MIN} (lux) |
| P1 | 15 | 3 |
| P2 | 10 | 2 |
| P3 | 7,5 | 1,5 |
| P4 | 5 | 1 |
| P5 | 3 | 0,6 |
| P6 | 2 | 0,4 |
| P7 | - | - |

Categoria C: veicoli motorizzati e altri utenti della strada in zone di conflitto come strade in zone commerciali, incroci stradali di una certa complessità, rotonde, zone con presenza di coda

| CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: C | | |
|------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Categoria | Illuminamento orizzontale | |
| | E _{MED} (lux) | U ₀ (%) |
| C0 | 50 | 0,4 |
| C1 | 30 | 0,4 |
| C2 | 20 | 0,4 |
| C3 | 15 | 0,4 |
| C4 | 10 | 0,4 |
| C5 | 7,5 | 0,4 |

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 10 DI 27 |

Categoria aggiuntiva EV: situazioni ove è necessario vedere superfici verticali, per esempio nelle zone di intersezione

| CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: EV | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Categoria | Illuminamento verticale |
| | Ev (lux) |
| EV1 | 50 |
| EV2 | 30 |
| EV3 | 10 |
| EV4 | 7,5 |
| EV5 | 5 |
| EV6 | 0,5 |

Categoria aggiuntiva SC: aree pedonali ai fini del miglioramento del riconoscimento faciale

| CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: ES | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Categoria | Illuminamento orizzontale |
| | Esc (lux) |
| SC1 | 10 |
| SC2 | 7,5 |
| SC3 | 5 |
| SC4 | 3 |
| SC5 | 2 |
| SC6 | 1,5 |
| SC7 | 1 |
| SC8 | 0,75 |
| SC9 | 0,5 |

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 11 DI 27 |

4.3 - CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO

Il Comune di Calusco d'Adda è dotato di Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale, aggiornato a novembre 2018, dal quale è possibile desumere le categorie illuminotecniche di ingresso e progetto previste per le aree oggetto di intervento.

A seguito di tutto quanto sopra riportato, secondo quanto definito nei precedenti paragrafi, si riporta la tabella di classificazione illuminotecnica di progetto per le strade interessate dall'intervento di sostituzione.

| CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO PER LE AREE OMOGENEE | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Identificazione | Denominazione secondo il codice della strada | Classe di riferimento | Categoria illuminotecnica di ingresso | Categoria illuminotecnica di progetto |
| ZP001 | Pedonale Via Martiri della Libertà | ITINERARI CICLO-PEDONALI | Fbis | P2 | P3 |
| ZP004 | Pedonale Via Risorgimento | ITINERARI CICLO-PEDONALI | Fbis | P2 | P3 |
| ZP005 | Pedonale Via A. Gramsci | ITINERARI CICLO-PEDONALI | Fbis | P2 | P3 |
| ZS062 | Via G. Marconi | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M4 (*1) |
| ZS063 | Viale Risorgimento | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M4 (*1) |
| ZS064 | Via Leone Xxiii | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M5 |
| ZS065 | Via Alessandro Volta | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M5 |
| ZS066 | Via Alessandro Volta | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M5 |
| ZS067 | Via E. Fermi | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M5 |
| ZS070 | SP166 | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M4 (*1) |
| ZS080 | Via Vittorio Emanuele II | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M4 (*1) |
| ZS084 | Via Cavalieri di Vittorio Veneto | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M5 |
| ZS085 | Via Cavalieri di Vittorio Veneto | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | M5 |
| ZA011 | Parccheggio di Via Volta / Via Leone XIII | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | P3 |
| ZA012 | Parccheggio di Viale Risorgimento | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | P3 |
| ZA013 | Parccheggio di Viale Risorgimento | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | P3 |

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 12 DI 27 |

| CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO PER LE AREE OMOGENEE | | | | | |
|---|--|--|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Identificazione | Denominazione secondo il codice della strada | Classe di riferimento | Categoria illuminotecnica di ingresso | Categoria illuminotecnica di progetto |
| ZR001 | Rotatoria di Viale Risorgimento / Via Leone XIII | STRADE LOCALI URBANE | F | M4 | C3 (*2) |

(*1) = in conformità al documento PRIC del 2018, si ritiene opportuno mantenere inalterate le categorie illuminotecniche di progetto.

(*2) = ai sensi della UNI 11247 Appendice A

5 - INTERVENTI PREVISTI

5.1 - GENERALITA'

Sono riportati a seguire gli interventi necessari ai fini della realizzazione dei nuovi impianti di pubblica illuminazione.

I requisiti minimi da raggiungere sono:

- Rispondenza ai requisiti illuminotecnici previsti dalla Norma UNI EN 13201, con classificazione delle strade secondo la Norma UNI 11248
- Rispondenza alle prescrizioni della L.Reg. Lombardia n°31 del 05/10/2015 anche in materia di regolazione dell'impianto
- Contenimento della potenza complessiva installata e dell'energia assorbita
- Rispondenza alle norme tecniche e di sicurezza relative agli impianti

Gli elementi sui quali intervenire e le relative modalità di raggiungimento degli obiettivi sopra descritti sono riportate nei paragrafi a seguire.

5.2 - QUADRI ELETTRICI

È prevista la sostituzione degli armadi stradali e dei quadri elettrici di protezione e comando.

Gli armadi stradali dovranno essere del tipo a doppio vano, quello superiore dedicato al contatore di energia; saranno fissati sui basamenti in calcestruzzo esistente, costruiti in vetroresina e dotati di serratura a chiave standardizzata.

I quadri elettrici saranno costituiti da carpenteria in materiale plastico, grado di protezione IP65, Classe II. Saranno dotati di scaricatori di sovratensione Classe II; ogni linea uscente sarà protetta con differenziale dedicato, al fine di massimizzare la continuità di esercizio.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 13 DI 27 |

Tutti i quadri elettrici saranno dotati di KIT di telegestione per la pubblica illuminazione che consente la telegestione degli impianti di illuminazione pubblica, con costi ridotti e grandi vantaggi.

Il Kit è dotato di:

- un modulo per registrare le misure elettriche e per inviare allarmi al software
- un alimentatore 24V
- un router GPRS (o, in alternativa, un modem GSM)
- un temporizzatore per la gestione del router
- trasformatori amperometrici per il rilievo delle correnti
- un kit di cavi di lunghezza a piacere con terminazione a connettori

Tra le funzionalità di telegestione più importanti:

- orologio astronomico integrato per l'accensione dell'impianto, con parametri impostabili da remoto
- ricezione allarmi in tempo reale (es: scatto protezioni, porta aperta, dispersione verso terra, valori elettrici fuori soglia, impianto acceso di giorno / spento di notte, ecc.)
- raccolta misure elettriche a campionamento
- contatori di energia per fase e per fascia oraria (F1, F2, F3) con calcolo delle festività variabili
- possibilità di forzatura accensione / spegnimento in modo manuale o automatico schedato

Il modulo installato all'interno del quadro di comando permette di eseguire la misura di tutte le grandezze elettriche del carico e di visualizzarle in locale. È inoltre possibile ottenere misure elettriche certificate MID secondo la direttiva 2004/22/CE, connettendo via seriale al modulo un opportuno strumento di misura (opzionale). Grazie ad un sensore ottico permette di determinare l'energia misurata dal contatore di rete e di visualizzarla in locale, di comandare l'accensione e lo spegnimento dell'impianto tramite l'interruttore astronomico integrato.

Dispone di un ingresso per la misura della corrente differenziale e di due ingressi liberamente configurabili da utilizzare per segnalare lo stato di interruttori aperti/chiusi, differenziali scattati, allarme antintrusione, ecc., nonché di telegestire quadri di comando e di distribuzione, generare allarmi nel caso in cui la potenza attiva misurata superi o scenda al di sotto di due soglie (massima e minima potenza attiva) impostabili singolarmente ed in modo differenziato per ognuna delle tre fasi. È inoltre possibile determinare una fascia notturna (con valori di soglia differenti rispetto a quelli attivi nelle restanti ore di accensione impianto) in modo che questo controllo sia preciso in tutte le 24 ore nelle quali esistono differenti livelli di riduzione quindi differente potenza attiva assorbita.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 14 DI 27 |

Comunica attraverso porta seriale RS-232 tipo USB tramite dispositivi mobili quali smartphone e tablet, in locale o da remoto grazie all'applicazione dedicata.

Possiede una memoria propria per l'archivio delle misure delle grandezze elettriche ed è espandibile in configurazione master/slave, sia nel numero di misure elettriche da eseguire che nel numero di I/O gestibili.

Abbinato al modulo RAM consente di espandere le sue funzionalità con due uscite a relè da utilizzare per forzare l'accensione e lo spegnimento dell'impianto o effettuare altre forzature, con otto porte digitali che possono essere: ingressi per la lettura da remoto di stati di interruttori, contatori, differenziali, ecc.; uscite per il controllo remoto di contattori, apparecchiature, ecc.

Ogni I/O è abbinabile ad un codice di allarme che nel caso si desideri, in corrispondenza di una variazione di stato, invia una chiamata al centro di controllo.

Dispone inoltre di un caricabatteria che, abbinato ad una batteria tampone, permette la chiamata al centro di controllo anche in mancanza di tensione di rete o con interruttore generale scattato.

Caratteristiche generali

- Programmazione tramite dispositivi mobili quali smartphone e tablet, in locale (connessione USB con cavetto OTG) o da remoto (via 3G se raggiungibile) grazie ad una App.
- Programmazione tramite software di programmazione.
- Uscita seriale mini USB ad elevata velocità di comunicazione, compatibile con evoluzioni verso sistemi Internet, per scarico parametri elettrici ed allarmi registrati, programmazione, ecc.
- Due uscite a relè programmabili con le seguenti funzioni: scambio funzionamento astronomico/crepuscolare, Astronomico, reset Modem, Temporizzatore, forzatura accensione/spegnimento impianto.
- Due ingressi digitali liberamente configurabili da utilizzare per segnalare lo stato di interruttori aperti/chiusi, differenziali scattati, allarme antintrusione, misura dell'energia assorbita tramite lettore del fotodiode del contatore, etc.
- Uscita digitale 12 Vdc per segnalazione allarmi attivi
- Segnalazioni luminose di: presenza rete, allarmi attivi.
- Batteria al litio per tamponamento della memoria e del calendario
- Porta seriale sincrona I²CBUS per il collegamento con i moduli di espansione degli I/O.
- Porta seriale asincrona RS-485 di sistema per il collegamento di moduli esterni di controllo e regolazione.
- Seriale RS-422 per il collegamento in rete di più moduli

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 15 DI 27 |

- Possibilità di interfacciarsi ad apparati esterni utilizzando diversi protocolli di comunicazione.
- Orologio calendario con oscillatore al quarzo e cambio automatico dell'ora legale
- Orologio astronomico integrato
- Misura, visualizzazione e memorizzazione delle seguenti grandezze elettriche trifasi generali:
 - Tensione di ogni fase
 - Corrente assorbita di ogni fase
 - Cos fi, totale
 - FP, di ogni fase e totale
 - Potenza attiva assorbita, di ogni fase e totale
 - Potenza reattiva assorbita, di ogni fase e totale
 - Potenza apparente assorbita, di ogni fase e totale
 - Energia attiva assorbita, totale
 - Energia reattiva assorbita, totale
- Misura, visualizzazione e memorizzazione delle sopracitate grandezze elettriche trifasi generali certificate secondo la direttiva 2004/22/CE (direttiva MID) (opzionale).
- Contatori incrementali interni di energia (uno per ogni fase ed uno totale) con suddivisione delle fasce orarie F1, F2 e F3 per consentire l'analisi dei consumi per fascia oraria e per periodo temporale.
- Possibilità di limitare i campionamenti di misure elettriche e di energia al solo arco di funzionamento dell'impianto, oppure di estenderli alle 24 ore
- Tre trasformatori amperometrici di portata adeguata al carico per la misura delle correnti di linea fasi R, S e T.
- Menù di programmazione allarmi per valori superiori e/o inferiori ai dati previsti della tensione, e corrente differenziale
- Menù di programmazione allarmi differenziati fase per fase per valori superiori e/o inferiori ai dati previsti del cos fi.
- Menu di programmazione allarmi differenziati fase per fase per valori superiori e/o inferiori ai dati previsti della corrente assorbita e potenza attiva
- Segnalazione del cessato allarme al rientro nei parametri di soglia impostati
- Gestione allarmi cumulativi per la generazione di allarmi di livello superiore
- Possibilità di distinzione degli allarmi di soglia tra regimi diurno e notturno (identificabili in base all'orologio astronomico): in regime diurno possibilità di abilitazione di un allarme di corrente superiore per identificare eventuali furti di energia anche durante il giorno

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 16 DI 27 |

- Riconoscimento dell'impianto acceso tramite presenza delle misure di tensione oppure tramite ingresso digitale, in modo tale da consentire il riconoscimento dell'accensione e dello spegnimento dell'impianto anche quando le misure di tensione sono prelevate a monte del teleruttore generale.
- Memorizzazione dati statistici:
- Ore di funzionamento in linea
- Numero di black-out (mancanze tensioni di rete)
- Numero di reset.
- Possibilità di scarico dati storici memorizzati dal regolatore con PC portatile o modem.
- Chiamata al centro di controllo in concomitanza di allarmi predefiniti.
- Possibilità di variazione dei parametri da posizione remota:
- parametri di funzionamento, allarmi, orologio
- tutte le operazioni effettuabili a mezzo tastiera a fronte quadro.
- Possibilità di collegamento in cascata ad apparecchiatura RAM (modulo espansione I/O con batteria esterna e funzionalità UPS)
- Possibilità di collegamento in cascata fino a 14 apparecchiature IOM (massimo 122 I/O configurabili singolarmente).
- Possibilità di collegamento a apparecchiature MEM (modulo espansione misure per la lettura delle grandezze elettriche a valle delle uscite protette)
- Possibilità di gestire apparati esterni (si definiranno in sede di progetto quelle da utilizzare) del tipo: semafori, centraline di rilevamento inquinamento, pompe di sollevamento H₂O, ecc.
- Sistema di trasmissione al centro di controllo tramite Router 3G o Modem GSM.
- Completa corrispondenza ai requisiti richiesti al paragrafo 4.3.3.4 del decreto del 23 dicembre 2013 Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013.

5.3 - SISTEMA DI REGOLAZIONE

La L.Reg. n°31 del 05/10/2015 promuove tutte le iniziative a favore della riduzione dell'inquinamento luminoso e dell'aumento del risparmio energetico; in tale senso, anche se non è ancora disponibile il regolamento attuativo con le prescrizioni specifiche, in accordo a quanto era già previsto con la L.Reg. n°17/2000, si considera fin da ora di dotare l'impianto di illuminazione di sistemi che permettano la riduzione del flusso nelle ore notturne in misura non inferiore al 30%, comunque in accordo alle condizioni di sicurezza necessarie e specifiche dell'area illuminata.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 17 DI 27 |

Considerato:

- La natura delle sorgenti previste per la riqualifica ed efficientamento dell'impianto
- L'assenza di sistemi di regolazione centralizzati sull'impianto

si ritiene tecnicamente ed economicamente migliore procedere con una soluzione di regolazione del flusso luminoso del tipo "punto-punto" con calcolo della mezzanotte virtuale; tale soluzione, infatti, è facilmente applicabile su apparecchi dotati di sorgente LED e non implica alcun intervento di modifica sui quadri elettrici e sulla distribuzione generale.

Al fine di ottimizzare i consumi e massimizzare i livelli di illuminamento ove necessario, coerentemente con le categorie illuminotecniche di esercizio, sarà implementata la seguente curva di regolazione:

Riduzione dalle 23.00 alle 5.00 al 70% (riduzione di una categoria illuminotecnica)

5.4 - SISTEMA DISPERSORE E PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRECTI

La protezione dai contatti indiretti per gli impianti di illuminazione all'esterno può essere generalmente ottenuta nei seguenti modi:

- Mediante interruzione automatica dell'alimentazione: impiegando dispositivi a corrente differenziale, opportunamente coordinati con il valore del sistema dispersore e installando apparecchi in Classe I, opportunamente collegati allo stesso sistema dispersore.
- Mediante installazione di componenti elettrici (linee dorsali, derivazioni, apparecchi, ecc...) in Classe II o con isolamento equivalente. In tal caso non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con doppio isolamento, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra.

Fra i due metodi di protezione, nell'applicazione con apparecchi dotati di sorgente LED, il primo offre migliore protezione contro le sovratensioni, in quanto gli apparecchi, dotati di SPD interni, offrono resistenza a livelli più elevati di sovratensione; il secondo offre maggiore continuità di servizio in quanto un guasto su un apparecchio non provoca l'intervento delle protezioni differenziali.

L'impianto di pubblica illuminazione oggetto di intervento sarà realizzato con componenti in Classe II. Gli apparecchi installati dovranno essere in Classe II; nessun apparecchio dovrà essere connesso al sistema dispersore.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 18 DI 27 |

5.5 - LINEE DI ALIMENTAZIONE E DERIVAZIONI

La distribuzione generale dell'impianto di pubblica illuminazione delle aree di intervento non sarà oggetto di interventi di riqualifica specifici, salvo per quanto riguarda le linee di tipo aereo, attualmente realizzate in cavo fascettato su fune in acciaio.

In tutti i suddetti casi è prevista infatti la rimozione della dorsale aerea e la posa di nuovo cavo precordato in alluminio, idoneamente fissato ai sostegni con kit di ancoraggi dedicati, di seguito specificato per le linee di tipo aereo.

È inoltre prevista la completa sostituzione delle derivazioni di risalita e della relativa giunzione, con posa di cavo FG16(O)R16 2x2,5mm² per tutti i punti luce.

5.6 - SOSTEGNI

I sostegni presenti nelle aree di intervento sono generalmente in buone condizioni; la prevalenza è costituita da pali in acciaio verniciato, spessore non inferiore a 4mm, con altezza pari a 8m e sbraccio 1,5m. Il dettaglio delle geometrie di installazione è riportato sulle tavole di progetto, così come gli eventuali interventi di modifica (prolunghe o sbracci) necessari.

Sono necessari alcuni interventi mirati di verniciatura e rimessa in squadro, che saranno gestiti successivamente con il manutentore degli impianti.

In alcuni casi localizzati è prevista la posa di nuovi sostegni, costituiti da pali in acciaio zincato, secondo le geometrie di volta in volta riportate sugli elaborati progettuali. Per la posa dei sostegni è quindi prevista la formazione di nuovi plinti di fondazione prefabbricati, per i quali l'Appaltatore dovrà fornire specifico certificato statico in relazione al terreno e al sostegno installato.

In tali casi saranno realizzati anche i necessari scavi ed i relativi ripristini per la posa delle nuove dorsali di alimentazione.

5.7 - TIPOLOGIA DI SORGENTI

Le tipologie di sorgenti utilizzabili ai fini della riqualifica dell'impianto sono le sorgenti LED, presentano le seguenti prerogative:

VANTAGGI:

- efficienza complessiva elevata (>130lm/W)
- vita media elevata (>100.000h)
- ridotti costi di manutenzione ordinaria

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 19 DI 27 |

SVANTAGGI:

- maggiori costi di manutenzione straordinaria
- maggiore sensibilità alle sovratensioni

Le problematiche derivanti dalle sovratensioni è una tematica che è stata affrontata sia dai costruttori, mediante prodotti specificatamente progettati che sono in grado di garantire un'adeguata protezione, sia dal Progettista, che deve prevedere adeguate protezioni sulle dorsali di alimentazione. La combinazione di queste soluzioni tecniche permette di raggiungere un idoneo grado di affidabilità.

Infine, la disponibilità sul mercato di apparecchi che permettono la sostituzione di singoli componenti (piastra LED, ottica, alimentatore) permette di ridurre i costi di manutenzione straordinaria.

A seguito delle suddette considerazioni, il presente progetto prevede l'impianto esclusivo di sorgenti LED: così facendo, pur a fronte di un lieve maggior esborso iniziale, è possibile ottenere grazie ai maggiori risparmi un miglior piano di rientro economico.

La filosofia progettuale risulta essere quelle di mantenere le posizioni ed i sostegni esistenti qualora non presentino problemi di stabilità e di installare apparecchi illuminanti con specifica ottica determinata sulla base della geometria stradale al fine di ottimizzare la resa ed il conseguente risparmio energetico, sempre nel soddisfacimento delle prescrizioni illuminotecniche richieste dalla classificazione stradale e dalle relative norme tecniche.

5.8 - PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE

Tutti gli interventi precedentemente descritti permetteranno di conseguire i requisiti di illuminamento previsti, con riferimento alle categorie illuminotecniche di progetto.

In allegato i calcoli illuminotecnici effettuati in corrispondenza delle sezioni stradali di interesse; gli apparecchi stradali e l'installazione determinano indici IPEA* ed IPEI* come richiesto dai CAM 2017 e CAM 2018.

Le ottiche installate dovranno risultare rigorosamente quelle determinate dai calcoli.

[Determinazione del coefficiente di manutenzione utilizzato per i calcoli illuminotecnici secondo il documento CIE 154/2003](#)

Il coefficiente di manutenzione utilizzato per lo sviluppo dei calcoli illuminotecnici del presente Progetto Definitivo è stato calcolato ai sensi del documento CIE 154/2003 con la seguente formula:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF$$

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 20 DI 27 |

Dove:

- MF è il coefficiente di manutenzione
- LLMF è il coefficiente di mantenimento del flusso del corpo illuminante
- LSF è il coefficiente di sopravvivenza del corpo illuminante
- LMF è il coefficiente di manutenzione degli apparecchi

In particolare, i coefficienti sono ricavati dalle tabelle del documento CIE 154/2003 (ove applicabile) o dai dati tecnici degli apparecchi illuminanti forniti dal costruttore.

LLMF e LSF

Le tabelle 3.1 e 3.2 di riferimento non contemplano sorgenti LED, poiché il documento è stato redatto nel 2003. Per tale motivo è necessario utilizzare i dati forniti dal costruttore.

I prodotti previsti nel Progetto Definitivo hanno Life Time dichiarato 100.000 ore a L90B10; tale dato significa:

- che l'apparecchio ha un flusso residuo di almeno il 90% dopo 100.000 ore di funzionamento
- che la mortalità degli apparecchi o gli apparecchi con flusso inferiore al 90% dopo 100.000 ore di funzionamento sono massimo il 10%

Si tenga inoltre in considerazione che, come per altro da letteratura tecnica disponibile, la vita attesa di un corpo illuminante è pari a 20 anni, che corrisponde sostanzialmente alla vita attesa al 90% del flusso residuo e alla mortalità massima 10% dichiarata dal costruttore (tenuto conto anche dell'utilizzo in riduzione di flusso e potenza).

Non sono previste sostituzioni programmate e preventive della sorgente, salvo i casi di guasto. Ne consegue che il dato utile alla determinazione del coefficiente LLMF corrisponde al flusso residuo della lampada al termine del ciclo di vita previsto (20 anni).

Considerata una perdita pari a 0,33%/anno in relazione anche alle ore equivalenti di funzionamento, trattandosi di una perdita di flusso sostanzialmente lineare, si può assumere il seguente valore:

Per il coefficiente LLMF = 0,93.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 21 DI 27 |

Per quanto concerne il coefficiente LSF, essendo prevista la sostituzione del corpo illuminante in caso di guasto come da contratto di manutenzione in essere, si può assumere come sostanzialmente nullo il coefficiente legato alla sopravvivenza della lampada. Per tale motivo si può assumere il seguente valore:

Per il coefficiente LSF = 0,99.

LMF

La tabella 3.3 di riferimento fornisce i coefficienti di manutenzione in relazione al grado di protezione (IP) dell'apparecchio e al ciclo di pulizia. Nel caso specifico sono previsti

- apparecchi illuminanti con grado di protezione IP67
- cicli di pulizia triennale

Incrociando i dati sulla tabella si ottiene il seguente valore:

Per il coefficiente LSF = 0,87.

Fatte le considerazioni di cui sopra, si dichiara un coefficiente di manutenzione pari a:

$$MF = 0,93 \times 0,99 \times 0,87 = 0,80$$

Per tale motivo, il coefficiente di manutenzione utilizzato per le verifiche illuminotecniche stradali è pari a **MF = 0,80**

5.9 - RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Si allega il documento "ERI.051.0 All.1 Tabella di adeguamento dei punti luce" con l'indicazione puntuale degli interventi previsti per ogni punto luce.

5.10 - RISPETTO DEI REQUISITI DI CUI AL DM 27 SETTEMBRE 2017 (CAM)

Il DM 27 settembre 2017 definisce i Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose e apparecchi illuminanti destinati all'illuminazione pubblica, nonché per l'affidamento del servizio di progettazione.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 22 DI 27 |

Gli apparecchi illuminanti sono contraddistinti da due indici principali, IPEA* ed IPEI*, che rappresentano:

- IPEA* = l'efficienza dell'apparecchio in relazione al tipo di sorgente, al flusso luminoso emesso ed alla potenza assorbita
- IPEI* = l'efficienza dell'installazione in relazione al tipo di apparecchio, ai risultati illuminotecnici ottenuti ed ai requisiti minimi previsti

Indici IPEA* di Progetto

Per quanto attiene il presente Progetto, è prevista la sostituzione degli apparecchi illuminanti completi; in tal senso, il DM 27 settembre 2017 richiede che gli apparecchi illuminanti presentino indice **IPEA* non inferiore alla Classe B**. Come riassunto nel documento "ERI.051.0 All.3 INDICE IPEA" **tutti gli apparecchi previsti dal Progetto hanno indice IPEA* non inferiore a A8+**.

Indici IPEI* di Progetto

I dimensionamenti effettuati con il presente Progetto, ovvero le verifiche illuminotecniche, raggiungono performance di efficienza molto elevate; l'indice IPEI* è stato calcolato per ogni zona omogenea secondo i criteri enunciati dal DM 18 ottobre 2017, tenuto conto sia della zona di studio principale che delle zone di studio attigue. In tal senso, il DM 27 settembre 2017 richiede che ogni installazione presenti indice **IPEI* non inferiore alla Classe B**. Come riassunto nel documento "ERI.051.0 All.1 TABELLA DI ADEGUAMENTO DEI PUNTI LUCE" **tutti le installazioni previste dal Progetto hanno indice IPEI* non inferiore a A**.

6 - ALTRI ONERI A CARICO DELLA STAZIONE APPALTANTE







Il progetto prevede la sostituzione degli attuali armadi stradali che ospitano i quadri elettrici ed i relativi punti di fornitura; al fine di procedere alla sostituzione sarà pertanto necessario richiedere lo spostamento temporaneo dei punti di fornitura ad E-Distribuzione; tale attività, coordinata con l'Appaltatore e la Direzione Lavori, dovrà essere svolta a carico dell'Ufficio Tecnico comunale. I costi sono previsti nel Quadro Economico di progetto.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 23 DI 27 |

7 - ASPETTI ENERGETICI DERIVANTI DAGLI INTERVENTI

Gli interventi previsti dal Presente progetto definitivo/esecutivo permetteranno di ottenere importanti risparmi energetici a beneficio dell'ambiente.

A seguire sono quindi riportate delle tabelle di sintesi degli interventi, per una facile lettura delle performance raggiunte.

| ELEMENTO DI CONFRONTO | STATO DI FATTO | PROGETTO ESECUTIVO | CONSIDERAZIONI |
|-----------------------|--|--|--|
| Numero di punti luce | 134  | 136  | Il Progetto prevede la formazione di n°2 nuovi punti luce per adeguare i livelli di illuminamento in aree critiche |
| Potenza installata | 17,7 kW  | 3,9 kW  | Il Progetto permette la riduzione di 13,8 kW installati (lordi, ovvero comprese le perdite), pari al 77,9% |
| | - 13,8 kW - 77,9 % | | |
| Energia assorbita | 55.755 kWh/anno (*1)  | 14.040 kWh/anno  | Il Progetto permette la riduzione di 41.715 kWh/anno, pari al 74,8% |
| | - 41.715 kWh/anno - 74,8 % | | |

(*1) = l'energia attualmente assorbita dagli apparecchi esistenti è relativamente ridotta rispetto ad una condizione analoga standard poiché sul territorio è adottato il sistema Notturmo / Serale (con spegnimento di circa il 50% dei corpi illuminanti nelle ore notturne) che contribuisce a ridurre i consumi, ma non garantisce idonei livelli di illuminamento ed uniformità nelle ore notturne, risultando peraltro vietato dalle normative in materia. Il nuovo sistema di regolazione previsto, invece, permette la riduzione di flusso sul singolo punto luce, fino al 30%, mantenendo adeguati livelli di illuminamento e uniformità in esercizio.

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 24 DI 27 |

Riduzione di potenza ottenuta grazie agli interventi previsti:

$$17,7 \text{ kW} - 3,9 \text{ kW} = - 13,8 \text{ kW}$$

Miglioramento di risparmio dell'energia consumata rispetto al valore obiettivo minimo:











$$55.755 \text{ kWh/anno} - 14.040 \text{ kWh/anno} = - 41.715 \text{ kWh/anno}$$



| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 25 DI 27 |

8 - ASPETTI ECONOMICI DERIVANTI DAGLI INTERVENTI







Non sono infine da trascurare i risparmi economici ottenibili grazie alla riduzione dell'energia assorbita e alla riduzione delle necessità manutentive.

| ELEMENTO DI CONFRONTO | STATO DI FATTO | PROGETTO ESECUTIVO | CONSIDERAZIONI |
|--|--|---|----------------|
| Vita attesa sorgente / corpo illuminante (in ore) | 16.000  | 100.000  | |
| Numero di sostituzioni previste in 20 anni di esercizio (considerate 4.200 ore/anno) | 5  | 1  | |
| Costi derivanti dalle sostituzioni, nei 20 anni | 400,00 €  | 80,00 €  | |
| Costi iniziale dell'apparecchio | 200,00 €  | 315,00 €  | |
| TOTALE DEI COSTI DI ACQUISTO E GESTIONE | 400,00 € + 200,00 € = 600,00 €  | 80,00 € + 315,00 € = 395,00 €  | |

Si può quindi stimare, considerando una media dei prodotti installati, un risparmio derivante dai costi di acquisto e manutenzione che nell'arco di 20 anni di gestione sarà pari a:

$$600,00 \text{ €} \times 134 - 395,00 \text{ €} \times 136 = - 26.680 \text{ €}$$

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 26 DI 27 |

| ELEMENTO DI CONFRONTO | STATO DI FATTO | PROGETTO ESECUTIVO | CONSIDERAZIONI |
|------------------------------|--|--|----------------|
| Energia assorbita | 55.755 kWh/anno  | 14.040 kWh/anno  | |
| Costo dell'energia (anno 1) | 0,35 €/kWh  | 0,35 €/kWh  | |
| Risparmio economico (anno 1) | 0,00 €  | 41.715 kWh/anno x 0,35 E/kWh = 14.600,25 €  | |

Si può quindi stimare, considerando un'inflazione pari all' 1,25% annuo sul costo dell'energia, un risparmio derivante dalla riduzione dei consumi pari a:

- 329.425,00 €

Il risparmio complessivo per l'Amministrazione sui 20 anni di esercizio dell'impianto di illuminazione pubblica è quindi stimato in:

- 26.680,00 € - 329.425 € = - 356.105 € (in 20 anni)

Bergamo, 02.08.2023

il Progettista
Per.Ind. Ernesto Stella

| CODICE PROGETTO | CODICE DOCUMENTO | COMMITTENTE / TITOLO / OGGETTO | PAG. |
|-----------------|------------------|--|-------------|
| 093/23 | ERI.051.0 | COMUNE DI CALUSCO D' ADDA ILLUMINAZIONE PUBBLICA RELAZIONE TECNICA | 27 DI 27 |