

**METCING**  
Studio associato di ingegneria

**PER.IND. ERNESTO STELLA**  
n° 1225 Collegio dei Periti di Bergamo

**DOTT.ING. CRISTINA RAMORINO**  
n° 2695 Ordine degli Ingg. di Bergamo

**PER.IND. MATTEO VILLA**  
n° 1468 Collegio dei Periti di 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 MARTINENGO**



Intervento  
**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO NORMATIVO E DI MIGLIORAMENTO  
DELL'EFFICIENZA ENERGETICA SUGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE  
PUBBLICA COMUNALE**

**PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**  
**IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE - LOTTO 1**

PROGETTISTA IMPIANTI: Per. Ind. Ernesto Stella		COMMITTENTE
	IMPRESA INSTALLATRICE	IMPRESA EDILE

00	05.2017	<b>RTG RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	VILMA	STEERN
REV.	DATA	DESCRIZIONE	COMPILATO	CONTROLLATO

## **SOMMARIO**

A – PARTE INTRODUTTIVA.....	4
1. OGGETTO DEL PROGETTO.....	4
1.1. REQUISITI MINIMI .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
1.2. LIMITI DI INTERVENTO .....	4
2. INQUADRAMENTO DELL'IMPIANTO .....	4
2.1. DETTAGLIO DELLE SORGENTI LUMINOSE .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
B – PARTE TECNICA.....	5
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
4. INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE .....	7
4.1. GENERALITA' .....	7
4.2. CLASSIFICAZIONE VIARIA E ILLUMINOTECNICA.....	7
4.3. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO .....	15
5. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO MINIMI NECESSARI .....	17
5.1. GENERALITA' .....	17
5.2. TIPOLOGIA DI SORGENTI .....	18
5.3. QUADRI ELETTRICI DI PROTEZIONE E COMANDO .....	20
5.4. SISTEMA DI REGOLAZIONE .....	20
5.5. LINEE DI ALIMENTAZIONE E DERIVAZIONI .....	21
5.6. SISTEMA DISPENSORE E PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI.....	22
5.7. SOSTEGNI .....	23
5.8. PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE .....	24
5.9. CENSIMENTO DELL'IMPIANTO.....	24
6. INTERVENTI INTEGRATIVI RICHIESTI DALL'AMMINISTRAZIONE .....	25
6.1. ANALISI SPECIFICA E INTERVENTI INTEGRATIVI PER ZONE CRITICHE.....	25
6.2. RIQUALIFICA DEGLI IMPIANTI SEMAFORICI .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
6.3. CONTABILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ASSORBITA DA IMPIANTI ALIMENTATI DA FORNITURE DI I.P. MA DI DIVERSA NATURA (POMPE, IRRIGAZIONE E SIMILI) .....	26
6.4. MODIFICA DEI SOSTEGNI ORNAMENTALI IN PIAZZA MAGGIORE E VIA PIAVE .....	27
7. INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
8. ULTERIORI ONERI DELL'APPALTATORE .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
C – PARTE ECONOMICA .....	28
9. VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI .....	28
9.1. COSTI PER INTERVENTI DI RIQUALIFICA DELL'IMPIANTO .....	28
9.2. COSTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>

9.3.	COSTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DEGLI IMPIANTI SEMAFORICI .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
10.	RISULTATI CONSEGUIBILI CON LA RIQUALIFICA DELL'IMPIANTO .....	30
10.1.	CONSUMO STORICO DI ENERGIA DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE .....	30
10.2.	RISPARMIO CONSEGUITO CON L'EFFICIENTAMENTO .....	30
10.3.	RISPARMIO SU IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE E IMPIANTI SEMAFORICI .....	32
11.	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI .....	33
12.	CONFRONTO CON CONVENZIONE CONSIP .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.1.	GENERALITA' .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.1.	CONFRONTO DEGLI ONERI PER MANUTENZIONE .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.2.	CONFRONTO DEGLI ONERI PER ENERGIA .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.3.	CONCLUSIONI .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
13.	QUADRO ECONOMICO .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
14.	PROPOSTA DELLA BASE ANNUA DI GARA .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
15.	VALUTAZIONE DELLA CONVENIENZA ECONOMICA .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
16.	ELENCO DOCUMENTI .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>

## **A – PARTE INTRODUTTIVA**

### **1. OGGETTO DEL PROGETTO**

La presente relazione tecnica, unitamente agli allegati riportati nel paragrafo “10. Elenco documenti”, costituisce il **progetto definitivo/esecutivo** per la realizzazione degli interventi di adeguamento normativo e di efficientamento energetico degli impianti di pubblica illuminazione, **Lotto 1**, del Comune di Martinengo, provincia di Bergamo.

#### **1.1. LIMITI DI INTERVENTO**

Gli interventi oggetto del presente progetto definitivo/esecutivo riguardano gli impianti di pubblica illuminazione individuati per il **Lotto 1**, come dettagliatamente evidenziato sulle tavole di progetto “TAV.01 – Planimetria generale Lotto 1” e “TAV.02 – Tavola interventi di adeguamento Lotto 1”, ivi compresi:

- Distribuzione: quadri, linee e derivazioni
- Sostegni
- Apparecchi illuminanti
- Ogni altro elemento o componente riconducibile alla pubblica illuminazione

Il Lotto 1 è quindi costituito da n° 933 punti luce. Sono inclusi gli impianti di illuminazione a servizio di strade, parcheggi, aree verdi, parchi e qualsiasi altro spazio pubblico all'aperto, salvo diversa specificazione.

Sono invece esclusi gli impianti di illuminazione di aree private ad uso pubblico (centro sportivo, ecc...) e l'illuminazione architettonica di edifici storici, monumenti e simili, salvo diverse specifiche indicazioni.

### **2. INQUADRAMENTO DELL'IMPIANTO**

L'impianto di pubblica illuminazione del Comune di Martinengo si compone di 1799 corpi illuminanti, alimentati da 24 quadri elettrici e altrettante forniture. I dati sono ricavati dal Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale, aggiornati con rilievi effettuati a tutto settembre 2016 e integrati con quanto messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale.

INQUADRAMENTO GENERALE	
Numero totale corpi illuminanti LOTTO 1	933
Numero quadri elettrici e forniture LOTTO 1	7
Potenza lorda totale LOTTO 1	123,84KW
Energia lorda totale assorbita (rilevata dalle fatture del fornitore di energia) LOTTO 1	452.670kWh

## **B – PARTE TECNICA**

### **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
- 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.

- 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 di adeguamento e miglioramento dell'efficienza energetica 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.

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	AUTOTRENI AUTOARTICOLATI	MACCHINE OPERATRICI	VEICOLI SU ROTAIA	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		○	◆	◆	◆	◆	◆	◆ <sup>(2)</sup>	◆	○	◆	□◆ <sup>(2)</sup>	□	□	si

Non ammessa in piattaforma (3)

◆ in carreggiata

NOTE:

(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.

□ esterno alla carreggiata (in piattaforma)

◆ parzialmente in carreggiata

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.

<b>UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO</b>			
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
	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

**UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO**

Tipo strada	Descrizione	Limite di velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica
	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
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, rotatorie (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	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnalarli adeguatamente
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate	
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 <sup>2</sup> )	U <sub>0</sub> (%)	U <sub>l</sub> (%)	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

**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 <sub>MED</sub> (lux)	E <sub>MIN</sub> (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

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

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: EV	
Categoria	Illuminamento verticale
	$E_v$ (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

#### 4.3. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO

A seguito di tutto quanto sopra riportato e della suddivisione del territorio oggetto di valutazione in zone omogenee, secondo quanto definito nei precedenti paragrafi, si riporta la tabella di classificazione illuminotecnica di progetto.

CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO PER LE AREE OMOGENEE					
Zona	Identificazione	Denominazione secondo il codice della strada	Classe di riferimento	Categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di progetto
Z001	VIA TRIESTE	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	M4
Z013	VIA DE GASPERI	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	M4
Z014	VIA MEUCCI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z015	VIA FERMI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z016	VIA PIAVE	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z017	VIA ROSSINI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z034	VIA A. DA MARTINENGO	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z035	VIA TRENTO	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z036	VIA TRENTO	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z037	VIA TRIESTE	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	M4
Z038	VIA POLONI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z039	VIA MONS. PIANI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z040	VIA PINETTI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z041	VIA PINETTI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z042	VIA POLONI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z045	VIA CERIOLI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z047	VIA MILANO	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5

CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO PER LE AREE OMOGENEE					
Zona	Identificazione	Denominazione secondo il codice della strada	Classe di riferimento	Categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di progetto
Z047bis	VIA MILANO	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z047ter	VIA VENEZIA	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z048	VIA BALICCO	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z049	VIA IV NOVEMBRE	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z050	VIA BALICCO	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z051	VIA MATTEOTTI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z052	VIA MORZENTI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z054	VIA DELLA CASELLA	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	M4
Z055	VIA MOLINO NUOVO	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z063	VIA LUOGHI	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	M4
Z064	VIA ZAMBIANCHI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z066	VIA DELL'INCORONATA	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M4	M5
Z068	VIA CROCEFISSO	STRADE LOCALI URBANE: CENTRI STORICI	F	C3	C3 (*2)
Z069	VIA TADINO	STRADE LOCALI URBANE: CENTRI STORICI	F	C3	C3 (*2)
Z070	VIA CUCCHI	STRADE LOCALI URBANE: CENTRI STORICI	F	C3	C3 (*2)
Z071	VIA COLLEONI	STRADE LOCALI URBANE: CENTRI STORICI	F	C3	C3 (*2)
Z072	VIA ALLEGRENI	STRADE LOCALI URBANE: CENTRI STORICI	F	C3	C3 (*2)
Z073	VIA DERUSCO	STRADE LOCALI URBANE: CENTRI STORICI	F	C3	C3 (*2)
Z074	VIA MONS. PIANI	STRADE LOCALI URBANE: CENTRI STORICI	F	C3	C3 (*2)
Z081	ATTRAVERSAMENTO PEDONALE SU VIA TRIESTE	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	EV5 (*4)
Z082	ATTRAVERSAMENTO PEDONALE SU VIA TRIESTE	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	EV5 (*4)



CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO PER LE AREE OMOGENEE					
Zona	Identificazione	Denominazione secondo il codice della strada	Classe di riferimento	Categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica di progetto
Z082bis	VIA TRIESTE	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	M4
Z083	ATTRAVERSAMENTO PEDONALE SU VIA TRIESTE	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	EV5 (*4)
Z087	ROTATORIA VIA ROMANO	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	M4
Z088	PARCHEGGIO VIA ALIGHIERI	STRADE LOCALI EXTRAURBANE	F	M3	M4
Z091	ROTATORIA VIA DE GASPERI	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	P2	P3
Z092	ROTATORIA S.S. 498	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	M4
Z093	ROTATORIA VIA TRIESTE	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE	C	M3	C3 (*3)

(\*2) = la categoria di progetto individuata corrisponde alla categoria di ingresso per la necessità di valorizzazione dei percorsi del centro storico

(\*3) = la categoria di progetto individuata è la categoria comparabile della strada contigua (ovvero C4) aumentata del 50% poiché trattasi di zona di conflitto

(\*4) = la categoria di progetto individuata è la categoria complementare specifica per le zone di intersezione (traffico veicolare con attraversamento pedonale) comparabile con la categoria della strada di riferimento

## 5. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO NECESSARI

### 5.1. GENERALITA'

Sono riportati a seguire gli interventi necessari e inderogabili per l'adeguamento ai fini della sicurezza, della rispondenza alle Norme applicabili e dell'efficientamento energetico dell'impianto 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
- Riduzione della potenza complessiva installata e dell'energia assorbita

- Messa a norma dell'intero impianto di pubblica illuminazione ai sensi della Norma CEI 64-8 e CEI 11-4

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

## **5.2. TIPOLOGIA DI SORGENTI**

Le tipologie di sorgenti utilizzabili ai fini della riqualifica dell'impianto sono essenzialmente due: sorgenti a scarica (SAP o JM) e sorgenti LED.

Le tecnologie tradizionali (SAP o JM) presentano le seguenti prerogative:

### VANTAGGI:

- grande affidabilità
- ridotti costi di acquisto
- ridotti costi di manutenzione straordinaria

### SVANTAGGI:

- efficienza complessiva mediocre (<110lm/W)
- vita media mediocre (<15/20.000h)

Le sorgenti LED, invece, presentano le seguenti prerogative:

### VANTAGGI:

- efficienza complessiva elevata (>120lm/W)
- vita media elevata (>80/100.000h)
- ridotti costi di manutenzione ordinaria

### SVANTAGGI:

- maggiore costo di acquisto
- maggiori costi di manutenzione straordinaria
- maggiore sensibilità alle sovratensioni

Valutati tali aspetti, è da rilevare che le sorgenti LED hanno avuto negli ultimi anni un'evoluzione tecnica che ha permesso di ridurre sensibilmente il costo di acquisto e ottenere prodotti molto affidabili e performanti. Sono infatti ormai disponibili ottiche altamente performanti e accurate che permettono di ridurre drasticamente la dispersione di flusso luminoso e contenere la potenza installata.

Le problematiche derivanti dalle sovratensioni è una tematica che deve essere 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 definitivo/esecutivo prevede l'impianto esclusivo di sorgenti LED: così facendo, pur a fronte di un maggior esborso iniziale, è possibile ottenere grazie ai maggiori risparmi un miglior piano di rientro economico.

Gli apparecchi illuminanti che saranno installati dovranno avere ottiche specifiche per la tipologia di strada da illuminare e per la geometria di installazione, nonché essere esteticamente omogenei. Ove sono presenti apparecchi di tipo architettonico, saranno installati apparecchi aventi forme e dimensioni analoghe ai prodotti esistenti, ma con sorgente LED.

Ogni corpo illuminante dovrà essere numerato con targa identificatrice in alluminio serigrafato riportante almeno le seguenti informazioni:

- quadro di appartenenza
- numero progressivo

con un codice tipo "Q20.005". La targa dovrà essere meccanicamente fissata sul sostegno o nei pressi del corpo illuminante, comunque in posizione ben visibile.

### **5.3. QUADRI ELETTRICI DI PROTEZIONE E COMANDO**

Tutti i Quadri Elettrici di protezione e comando sono stati recentemente oggetto di interventi di adeguamento e messa a norma, non sono pertanto previsti ulteriori specifiche necessità in tal senso. Sono attualmente installati n°24 quadri, dei quali n°5 dotati di regolatore di flusso centralizzato.

Come meglio specificato nel capitolo dedicato, è previsto l'impiego di un sistema di regolazione "punto-punto": gli attuali regolatori di flusso dovranno pertanto essere smantellati e trasportati fino al deposito indicato dall'Amministrazione Comunale, che ne potrà disporre per eventuali future necessità.

In corrispondenza dei punti di fornitura ove saranno smantellati i regolatori di flusso esistenti dovranno essere installati quadri di protezione e comando, dotati di:

- almeno due protezioni differenziali in cascata e selettive (una generale e una specifica per ogni circuito)
- differenziali autoripristinanti con autotest
- dispositivo di comando (teleruttore) azionato da orologio astronomico
- carpenteria in Classe II

I quadri dovranno essere installati entro idonei armadi stradali in vetroresina, dotati di scomparto misure. Sono incluse tutte le opere, elettriche e civili, per il posizionamento dei nuovi quadri.

### **5.4. 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.

Considerato:

- La natura delle sorgenti previste per la riqualifica ed efficientamento dell'impianto

- I recenti interventi di adeguamento effettuati su tutti i quadri elettrici
- L'assenza di sistemi di regolazione centralizzati sulla maggior parte dell'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, risulta essere estremamente flessibile nella gestione della regolazione per zone, non implica alcun intervento di modifica sui quadri elettrici e sulla distribuzione generale.

La curva di regolazione prevista è definita nel successivo Paragrafo 8.2; la percentuale di regolazione utilizzata dovrà essere tale da garantire i livelli di illuminamento previsti per le categorie di esercizio individuate a seguito della valutazione specifica dei rischi.

## **5.5. LINEE DI ALIMENTAZIONE E DERIVAZIONI**

La distribuzione generale dell'impianto di pubblica illuminazione è in prevalenza realizzata con linee interrato entro cavidotto, che saranno mantenute previa verifica dello stato di conservazione (da verificare mediante verifica a vista e strumentale - prova di isolamento) e del corretto dimensionamento (da verificare mediante prova strumentale – caduta di tensione a fondo linea a pieno carico). In modo analogo si procederà per le derivazioni finali al punto luce.

Le dorsali e le derivazione che non rispondessero ai requisiti minimi di sicurezza e dimensionamento come sopra descritti dovranno essere sostituite con linee in cavo FG7R di adeguata sezione, minimo  $4 \times 4 \times 10 \text{ mm}^2$  (per linee dorsali) e  $2 \times 1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  (per derivazioni).

Sono presenti alcune linee aeree, per una lunghezza lineare pari a circa 600m, dislocati nelle seguenti vie:

- Via 25 Aprile
- Via Balicco
- Via IV Novembre

È quindi previsto l'interramento delle linee aeree esistenti, mediante sostituzione della dorsale con cavo FG7R sezione minima  $4 \times 1 \times 10 \text{ mm}^2$ ; sono incluse tutte le opere, i materiali e gli oneri necessari all'interramento, nonché il rifacimento delle derivazioni ai pali precedentemente alimentati da linea aerea, con apposite muffole in gel polimerico e cavo di derivazione FG7R  $2 \times 1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  fino al punto luce.

Saranno oggetto di rifacimento tutte le giunzioni eseguite con nastro, sostituite da apposite muffole in gel polimerico. Non saranno in nessun caso ammessi cavi con livello di isolamento inferiore a 0,6/1KV e non adatti alla posa interrata.

## **5.6. SISTEMA DISPERSORE E PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI**

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'evoluzione degli apparecchi LED negli ultimi anni ha comunque permesso di ottenere, con particolari soluzioni che dovranno essere adottate, livelli di protezione dalle sovratensioni accettabili anche in Classe II.

L'impianto di pubblica illuminazione oggetto di riqualifica presenta impianti eseguiti sia in Classe I che in Classe II. Fatte le considerazioni di cui sopra, si procederà con le modalità di seguito descritte.

### IMPIANTI ESEGUITI IN CLASSE I

Si procederà alla verifica degli impianti di dispersioni esistenti, mediante verifica a vista dello stato di conservazione, verifica del serraggio sui dispersori e misura strumentale del valore di terra; saranno verificati i conduttori di protezione collegati agli apparecchi illuminanti, la loro connessione al sistema dispersore e il loro stato di conservazione; saranno verificate tutte le connessioni degli apparecchi in Classe I; sarà verificata la connessione del Quadro Elettrico al sistema dispersore.

A seguito delle verifica si procederà con tutte le necessarie modifiche e integrazioni atte a ripristinare il sistema dispersore e ottenere un valore di terra coordinato con le protezioni differenziali presenti sull'impianto, a ripristinare il conduttore di protezione fino all'apparecchio illuminante e a tutti i componenti in Classe I, a ripristinare il corretto collegamento del Quadro Elettrico al sistema dispersore.

Gli apparecchi installati dovranno essere in Classe I, opportunamente collegati a terra.

### IMPIANTI ESEGUITI IN CLASSE II

Si procederà alla verifica dello stato di conservazione, con particolare riferimento al livello di isolamento, di tutti gli apparecchi installati sull'impianto, sostituendo quelli che risultassero danneggiati o non adeguati a garantire i necessari livelli di sicurezza.

Gli apparecchi installati dovranno essere in Classe II; nessun apparecchio dovrà essere connesso al sistema dispersore.

Non saranno ammessi metodi di protezione dai contatti indiretti promiscui sullo stesso tratto di strada.

In ogni caso dovranno essere previste protezioni differenziali nei Quadri Elettrici di alimentazione, come descritto nel Paragrafo 5.3.

## **5.7. SOSTEGNI**

Tutti i sostegni dovranno essere verificati come da indicazioni contenute nella Norma CEI 64-8 sezione 714; si procederà quindi alla sostituzione di quelli che non supereranno tale verifica.

Sono previsti interventi di raddrizzamento e consolidamento di alcuni sostegni attualmente utilizzati per l'ancoraggio delle linee aeree che saranno smantellate.

I sostegni di nuova fornitura dovranno avere geometrie analoghe a quelli presenti sul relativo tratto stradale e idonee al raggiungimento delle prestazioni illuminotecniche del corpo illuminante installato.

È prevista la modifica di alcune geometrie di installazione al fine di ridurre la potenza installata e migliorare le prestazioni illuminotecniche raggiunte.

Non saranno ammesse in nessun caso giunzioni sulla derivazione finale che, in caso di modifica della geometria, dovrà quindi essere sostituita.

Tutti gli accessori (prolunghe, sbracci e simili) dovranno avere finitura analoga al sostegno esistente (verniciatura, colore, zincatura, ecc...).

## **5.8. PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE**

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

## **5.9. CENSIMENTO DELL'IMPIANTO**

Al termine degli interventi di adeguamento l'Appaltatore dovrà fornire il censimento completo dell'intero impianto di pubblica illuminazione. Le informazioni contenute, di seguito descritte, dovranno essere raccolte in formato tabellare editabile (foglio di calcolo) e su supporto grafico (planimetria editabile in DWG e DXF).

Sono di seguito riportate le informazioni minime da riportare sui fogli di calcolo:

- Quadro elettrico di alimentazione
- Numero punto luce (si veda paragrafo successivo)
- Coordinate geografiche del punto luce
- Modello apparecchio
- Tipo e potenza sorgente
- Tipologia, materiale e altezza del sostegno
- Tipologia, materiale e lunghezza del braccio/mensola

Sono di seguito riportate le informazioni minime da riportare sulle planimetrie:

- Posizione e codice identificativo quadri elettrici



- Posizione e codice identificativo punti luce (si veda paragrafo successivo)
- Codice identificativo sostegno (si veda paragrafo successivo)

Il censimento così composto dovrà essere consegnato entro e non oltre 30 giorni dalla data di fine lavori.

#### CODIFICA DEI QUADRI DI ALIMENTAZIONE

Ogni quadro dovrà essere dotato di targa identificatrice indelebile, ben visibile e saldamente fissata, riportante un codice tipo “YY”, progressivo.

Il codice dovrà essere riportato anche sulla documentazione del censimento.

#### CODIFICA DEI PUNTI LUCE

Ogni punto luce dovrà essere dotato di targa identificatrice indelebile, ben visibile e saldamente fissata, riportante un codice tipo “YY-XXX” dove:

- “YY” è il numero progressivo identificativo del quadro di alimentazione
- “XXX” è il numero progressivo identificativo del punto luce

Il codice dovrà essere riportato anche sulla documentazione del censimento.

#### CODIFICA DEL SOSTEGNO

Ogni sostegno dovrà essere identificato Esclusivamente sulla tavola planimetrica, dovrà essere associato un codice ad ogni sostegno, del tipo “ZZ-WWW-JJ” dove:

- “ZZ” identifica il materiale del sostegno (ad esempio A=acciaio, V=vetroresina)
- “WWW” identifica l'altezza del sostegno
- “JJ” identifica il tipo di attacco del corpo illuminante (ad esempio T=testapalo, B=braccio)

### **6. INTERVENTI INTEGRATIVI RICHIESTI DALL'AMMINISTRAZIONE**

Rientrano negli interventi integrativi richiesti dall'Amministrazione le lavorazioni e opere di seguito descritte.

#### **6.1. ANALISI SPECIFICA E INTERVENTI INTEGRATIVI PER ZONE CRITICHE**

È stata condotta un'analisi specifica per le zone di studio Z081, Z082, Z083, Z084, Z085 corrispondenti ad altrettanti attraversamenti pedonali.

Anzitutto è da rilevare che gli attraversamenti pedonali delle zone di studio Z081, Z082 e Z083 sono regolati da impianto semaforico con chiamata pedonale.

Sono state condotte delle verifiche illuminotecniche specifiche per le suddette zone di studio al fine di verificare il raggiungimento dei requisiti illuminotecnici previsti (categoria EV5) ed è emerso quanto segue:

- Z081 e Z082: i requisiti illuminotecnici della categoria integrativa EV5 non risultano sempre rispettati. Tuttavia, considerata la presenza di impianti semaforici specifici, a chiamata, e la cospicua segnaletica verticale ed orizzontale, non si ritiene necessario installare un'illuminazione specifica per gli attraversamenti pedonali.
- Z083: è presente un impianto semaforico dedicato, a chiamata, e un impianto di illuminazione dedicato, ma installato in posizione errata. Anche se ritenuto non strettamente necessario, per le stesse motivazioni di cui al punto precedente, considerata la presenza già allo stato di fatto di un sistema di illuminazione specifico, si ritiene utile intervenire al fine di adeguare quanto esistente.

La formazione dei sistemi di illuminazione specifici per attraversamenti pedonali prevede l'impianto di apparecchi con ottica specifica, nonché la posa di nuovi sostegni, la formazione di scavi, cavidotti e plinti.

## **6.2. CONTABILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ASSORBITA DA IMPIANTI ALIMENTATI DA FORNITURE DI I.P. MA DI DIVERSA NATURA (POMPE, IRRIGAZIONE E SIMILI)**

Alcune delle forniture di energia per la pubblica illuminazione alimentano attualmente anche altri impianti di diversa natura, quali: pompe sollevamento, irrigazione, feste, prese di servizio, ecc...

Le forniture di Illuminazione Pubblica hanno condizioni contrattuali ed economiche specifiche e non possono, per tale motivo, alimentare utenze diverse da illuminazione di aree pubbliche o ad uso pubblico la cui fornitura sia intestata ad un Ente pubblico.

Si ritiene quindi indispensabile realizzare nuovi punti di fornitura dedicati per le utenze diverse da illuminazione pubblica e semafori, che alimenteranno mediante quadri di protezione dedicati, le altre utenze.

Tutti i punti di fornitura esistenti, quindi, alimenteranno esclusivamente impianti di pubblica illuminazione e impianti semaforici.

I nuovi punti di fornitura alimenteranno tutte le altre utenze, ad esclusione degli impianti pubblica illuminazione e impianti semaforici.

### **6.3.MODIFICA DEI SOSTEGNI ORNAMENTALI IN PIAZZA MAGGIORE E VIA PIAVE**

In Piazza Maggiore e lungo Via Piave sono attualmente installati pali di tipo ornamentale, dotati di attacco con 3/4 bracci, sul quale sono installati corpi illuminanti tipo “lanterne”. Gli apparecchi sono dotati di sorgenti a bassissima efficienza e ottica non conforme alla L.Reg. 31/2015: data le caratteristiche geometriche e costruttive dell'apparecchio, risulta molto complesso il lavoro di relamping e sostituzione dell'ottica.

Per tale motivo, anche in considerazione dell'opportunità di ridurre il numero di apparecchi illuminanti, sarà necessario procedere nel seguente modo:

- smontaggio, pulitura e riverniciatura del sostegno esistente
- smontaggio bracci e sostituzione attuale attacco con nuovo ad unico stelo  
installazione di apparecchio illuminante dotato di sorgente LED e con finitura estetica tipo “lanterna”.

## **C – PARTE ECONOMICA**

### **7. VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI**

#### **7.1. COSTI PER INTERVENTI DI RIQUALIFICA DELL'IMPIANTO**

L'analisi dei costi derivanti dagli interventi di riqualifica dell'impianto di pubblica illuminazione, come precedentemente descritti, è suddivisa per tipologia di intervento:

- Riqualifica degli apparecchi illuminanti
- Riqualifica delle reti dorsali e dei sostegni
- Riorganizzazione dei punti di fornitura
- Riqualifica del sistema di regolazione

#### **RIQUALIFICA DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI**

Comprende tutti i costi derivanti dalla sostituzione degli apparecchi esistenti con nuovi apparecchi LED al fine di raggiungere i requisiti illuminotecnici previsti dalle normative applicabili, compreso il rifacimento delle derivazioni e delle giunzioni. È compresa anche la riqualifica delle sorgenti della lanterne semaforiche.

#### **RIQUALIFICA DEI SOSTEGNI**

Comprende tutti i costi derivanti dalla sistemazione e modifica dei sostegni esistenti e le relative opere edili.

#### **RIQUALIFICA DELLE RETI DORSALI**

Comprende tutti i costi derivanti dall'interramento delle linee aeree esistenti e dalla sostituzione delle dorsali esistenti ammalorate, nonché la sistemazione e modifica dei sostegni.

#### **RIORGANIZZAZIONE DEI PUNTI DI FORNITURA**

Comprende tutti i costi derivanti dalla riorganizzazione delle forniture per l'alimentazione delle utenze diverse da illuminazione pubblica e impianti semaforici, nonché i relativi quadri di comando.

### RIQUALIFICA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE

Comprende tutti i costi derivanti dall'installazione del sistema di regolazione e le modifiche ai quadri esistenti dotati di regolatori centralizzati per l'integrazione con il nuovo sistema.

COSTI E ONERI PER GLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO E RIQUALIFICA	
DESCRIZIONE	COSTO
TOTALE RIQUALIFICA DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI E DELLE DERIVAZIONI	458.585,73€
TOTALE RIQUALIFICA DEI SOSTEGNI	45.208,77€
TOTALE RIQUALIFICA DELLE DORSALI	48.368,00€
TOTALE RIORGANIZZAZIONE DEI PUNTI DI FORNITURA	3.515,00€
ONERI PER NUOVI PUNTI DI FORNITURA (non inclusi in computo metrico)	1.000,00€
TOTALE RIQUALIFICA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE	4.322,50€
ONERI PER LA SICUREZZA	10.500,00€

Il dettaglio delle lavorazioni previste con i relativi importi di spesa è desumibile dal computo metrico estimativo allegato.

I lavori di adeguamento e riqualificazione previsti dal progetto definitivo/esecutivo sono complessivamente quantificabili in 561.000,00€ + 10.500,00€ di oneri per la sicurezza, per un totale di **571.500,00€**. L'importo comprende, oltre alle lavorazioni e agli oneri di sicurezza, anche gli oneri a carico dell'Amministrazione per l'attivazione di nuove forniture, non incluso nel computo metrico delle lavorazioni.

## 8. RISULTATI CONSEGUITI CON LA RIQUALIFICA DELL'IMPIANTO

L'analisi e il confronto, dal punto di vista energetico ed economico, della situazione attuale e della situazione prevista a termine degli interventi di efficientamento permette di valutare i risultati conseguibili con l'intervento.

### 8.1. CONSUMO STORICO DI ENERGIA DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

L'Amministrazione Comunale ha fornito lo storico delle fatture di energia elettrica relative al 2014, dalle quali si ricavano i seguenti dati:

- Energia consumata (per punti luce del LOTTO 1): 452.670kWh
- Costo energia: 0,185€/kWh (IVA esclusa)
- Costo energia consumata: 83.743,95€ (IVA esclusa)

L'importo è comprensivo anche delle seguenti utenze:

- Impianti semaforici
- Irrigazione e pompe sollevamento
- TVCC
- Tabellone informativo

Si noti che le utenze diverse da illuminazione pubblica e impianti semaforici saranno alimentate da nuove forniture, che non rientreranno quindi nell'analisi e verifica dei consumi a seguito degli interventi di riqualifica ed efficientamento.

### 8.2. RISPARMIO CONSEGUITO CON L'EFFICIENTAMENTO

Il risparmio energetico, e quindi economico, è conseguito da due fattori principali:

- Riduzione di potenza dell'impianto, per l'efficientamento delle sorgenti e la riduzione dei punti luce (ove non necessari)
- Regolazione dell'impianto nelle ore notturne.

Le analisi condotte, permettono di considerare una riduzione di potenza pari al 61,85%, ovvero una riduzione dagli attuali 123,84kW a **47,24kW**.

La riduzione è dovuta principalmente a due tipologie di intervento:

- riduzione del numero di punti luce: 3,30kW

- sostituzione degli apparecchi illuminanti: 73,30kW

Tale riduzione, considerato il costo medio dell'energia, porterà ad un risparmio pari a circa 47.000,00€ (IVA esclusa), al netto della regolazione degli apparecchi.

Si procederà inoltre con la regolazione dell'impianto, ovvero la riduzione del flusso luminoso durante le ore notturne; questo intervento permetterà di ridurre ulteriormente l'energia consumata e massimizzare il risparmio.

La curva di regolazione da implementare sarà la seguente:

MESE	ORA ACCENSIONE	ORA SPEGNIMENTO	GIORNI	INIZIO RIDUZIONE	FINE RIDUZIONE	TOTALE ORE PIENA POTENZA	TOTALE ORE POTENZA RIDOTTA
GENNAIO	17:15	7:46	31	22:00	6:00	201:52	248:00
FEBBRAIO	17:58	7:13	28	22:00	6:00	146:28	224:00
MARZO	18:41	6:26	31	22:00	6:00	115:50	248:00
APRILE	20:18	6:25	30	22:00	6:00	63:40	240:00
MAGGIO	20:56	5:41	31	22:00	6:00	32:44	238:04
GIUGNO	21:21	5:22	30	22:00	6:00	19:07	221:23
LUGLIO	21:16	5:37	31	22:00	6:00	22:45	236:45
AGOSTO	20:38	6:12	31	22:00	6:00	48:56	248:00
SETTEMBRE	19:32	6:50	30	22:00	6:00	94:00	240:00
OTTOBRE	18:29	7:20	31	22:00	6:00	146:00	248:00
NOVEMBRE	16:51	7:11	30	22:00	6:00	184:45	240:00
DICEMBRE	16:49	7:44	31	22:00	6:00	214:19	248:00
<b>TOTALE</b>						<b>1290</b>	<b>2880</b>

Per il calcolo degli orari di funzionamento dell'impianto di pubblica illuminazione si sono usate le medie degli orari di alba e tramonto, tenuto conto di un ritardo e anticipo che rientra comunque nel crepuscolo civile, così come previsto dalla L.Reg. Lombardia n°31/2015.

Ai fini del calcolo dell'energia consumata a seguito della riqualificazione ed efficientamento dell'impianto si considera negli orari di riduzione una potenza ridotta che permetta di passare ad una categoria di esercizio inferiore di una classe rispetto alla categoria illuminotecnica di progetto.

Pertanto, considerata la curva di regolazione richiesta dall'Amministrazione Comunale e l'introduzione di una categoria di esercizio inferiore per le ore notturne, si possono desumere i seguenti consumi:

- Energia a piena potenza (EPP):  $47,24\text{kW} \times 1290\text{h} = 60.939,60\text{kWh}$
- Energia a potenza ridotta (EPR):  $47,24\text{kW} \times 70\% \times 2880\text{h} = 95.235,84\text{kWh}$

Per un consumo totale (EIP) pari a  $156.175,44\text{kWh}$ .

I nuovi apparecchi, dotati di sistema di regolazione interno del tipo "a mezzanotte virtuale", permetteranno quindi di ridurre i consumi di un ulteriore 21,28%, che corrispondono a  $42.232,56\text{kWh/anno}$ , per un risparmio di  $7.813,02\text{€}$ .

All'energia consumata dall'impianto di pubblica illuminazione, calcolata come da paragrafo precedente, sono da aggiungere:

- Energia per impianti semaforici (EIS):  $21.360,00\text{kWh}$
- Energia per accensioni per manutenzione (EAM):  $156.175,44\text{kWh} \times 4\% = 6.247,02\text{kWh}$

Il consumo complessivo per l'impianto di pubblica illuminazione e gli impianti semaforici (ET) sarà pertanto pari a  $\text{EIP} + \text{EIS} + \text{EAM} = \mathbf{183.782,46\text{kWh}}$

### 8.3. RISPARMIO SU IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

Dalle analisi precedenti è possibile desumere il risparmio atteso a seguito degli interventi di riqualifica ed efficientamento sugli impianti:

- Consumo storico per Lotto 1:  $452.670\text{kWh}$
- Consumo atteso per Lotto 1:  **$183.782,46\text{kWh}$**
- Risparmio:  $268.887,54\text{kWh}$  equivalenti a  $49.744,19\text{€}$  (IVA esclusa).
- Spesa prevista per energia elettrica Lotto 1:  **$34.000,00\text{€}$  (IVA esclusa).**



N.B: All'importo previsto per gli oneri di energia elettrica per il Lotto 1 sono da aggiungere gli oneri per energia elettrica "altre utenze" che al termine dei lavori saranno alimentate da nuove forniture dedicate. Tali oneri, che allo stato di fatto sono ricompresi nei consumi complessivi, non sono attualmente quantificabili in quanto trattasi di utenze con potenza non nota e orari di funzionamento non predefiniti (es: prese energia per feste).

## 9. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

I lavori previsti dal presente Progetto definitivo/esecutivo dovranno essere svolti in accordo ai tempi previsti dal cronoprogramma, al fine di beneficiare fin da subito i risparmi di energia conseguibili.

I lavori dovranno essere ultimati entro e non oltre 120 giorni naturali consecutivi a partire dalla Consegna lavori.

CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI – LOTTO 1								
DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	15	30	45	60	75	90	105	120
Riqualifica delle reti dorsali e interrimento delle linee aeree								
Sostituzione corpi illuminanti del centro storico e sostegni								
Sostituzione corpi illuminanti altre vie								
Sistemazione e sostituzione nuovi quadri elettrici, comprese nuove forniture								
Verifiche iniziali e collaudi								

I lavori di riqualifica delle dorsali e interrimento delle linee aeree, pur non comportando risparmi energetici, sono propedeutici all'installazione dei nuovi corpi illuminanti e devono pertanto essere realizzati come prima opera. Successivamente,

al fine di conseguire quanto prima i risparmi previsti dagli interventi, dovranno essere sostituiti tutti i corpi illuminanti; le altre lavorazioni inerenti i quadri possono essere ultimate in seguito.

Bergamo, 05.2017

il Progettista

Per.Ind. Ernesto Stella

A circular blue ink stamp from the 'COLEGIO DEI PERITI INDUSTRIALI' in Bergamo. The stamp contains the text: 'PER. IND. STELLA ERNESTO', 'N. Iscr. Albo 1225', and 'BERGAMO'. A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.