

REV. 3					
REV. 2					
REV. 1					
EMISSIONE	Settembre 2016				
	Data	Descrizione	Disegnato	Visto	Approvato
<b>Regione Veneto</b>			<b>Provincia di Treviso</b>		
Committente <p style="text-align: center;"><b>COMUNE DI CAVASO DEL TOMBA</b> Via S.Pio X n.4 - 31034 - Cavaso del Tomba (TV)</p> 					
Progetto <p style="text-align: center;"><b>PIANO DELL'ILLUMINAZIONE PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO (P.I.C.I.L.)</b></p>			Tavola <p style="text-align: center;"><b>R001</b></p>		
Elaborato <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE TECNICA</b></p>			Scala 		
			Studio Ingegneria  <b>Studio di Ingegneria Ing. Denni Bettega</b> Via Vignole, 30 - 38050 Imér (TN) ufficio: Via Industrie n. 18/5 - 32030 RASAI di Seren del Grappa (BL) tel. 0439/394247 - fax. 0439/394245 - cell. 348/3239935 e-mail denni.bettega@libero.it - p.i. 01618410227		
I progettisti <div style="text-align: center;">    </div>					
Collaboratori Boso & Partners srl Consulenti					
La proprietà intellettuale dei contenuti della presente tavola grafica è dello Studio di Ingegneria Ing. Denni Bettega E' vietata la riproduzione, la distribuzione e la divulgazione a terzi, anche parziale, su qualsiasi supporto senza l'autorizzazione.					

## SOMMARIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
1.1.	Finalità del PICIL .....	2
1.2.	Normativa di riferimento .....	2
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>3</b>
2.1.	Inquadramento geografico.....	3
2.2.	Integrazione con altri piani territoriali.....	4
2.3.	Aree con sviluppo omogeneo.....	4
2.4.	Osservatori astronomici.....	4
<b>3.</b>	<b>STATO DI FATTO DELL'ILLUMINAZIONE DEL TERRITORIO.....</b>	<b>5</b>
3.1.	Metodologia di lavoro .....	5
3.2.	Sistema informativo territoriale dell'illuminazione del territorio.....	5
3.3.	Risultati del censimento.....	6
3.4.	Consumi di energia elettrica per l'illuminazione pubblica.....	9
3.5.	Analisi delle situazioni critiche.....	11
3.6.	Conformità alla L. reg. Veneto 7 agosto 2009, n. 17.....	12
3.7.	La situazione dell'illuminazione privata .....	12
<b>4.</b>	<b>CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLE STRADE.....</b>	<b>13</b>
4.1.	Metodologia di lavoro .....	13
4.2.	Classificazione illuminotecnica delle strade .....	13
<b>5.</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE.....</b>	<b>14</b>
5.1.	Metodologia di lavoro .....	14
<b>6.</b>	<b>PIANO DI INTERVENTO .....</b>	<b>16</b>
6.1.	Metodologia di lavoro .....	16
6.2.	Quota annuale di incremento (IA) .....	17
6.3.	Individuazione degli interventi .....	18
6.4.	Costi di investimento - Interventi di riduzione dell'inquinamento luminoso .....	20
6.5.	Costi di investimento - Interventi di adeguamento ai requisiti illuminotecnici e di sicurezza elettrica .....	21
6.6.	Riduzione dei costi di manutenzione .....	22
<b>7.</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE.....</b>	<b>22</b>
7.1.	Metodologia di lavoro .....	22
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>23</b>

## **1. INTRODUZIONE**

### **1.1. Finalità del PICIL**

La presente relazione illustra la metodologia di lavoro seguita nelle diverse fasi di svolgimento del Piano dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso (PICIL) del Comune di Cavaso del Tomba, nonché i principali risultati conseguiti.

Ai sensi dell'articolo 1 della Legge Regionale Veneto 7 agosto 2009, n. 17, il PICIL intende promuovere:

- la riduzione dell'inquinamento luminoso e ottico, nonché la riduzione dei consumi energetici da esso derivati;
- l'uniformità dei criteri di progettazione per il miglioramento della qualità luminosa degli impianti per la sicurezza della circolazione stradale;
- la protezione dall'inquinamento luminoso dell'attività di ricerca scientifica e divulgativa svolta dagli osservatori astronomici;
- la protezione dall'inquinamento luminoso dell'ambiente naturale, inteso anche come territorio, dei ritmi naturali delle specie animali e vegetali, nonché degli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette;
- la protezione dall'inquinamento luminoso dei beni paesistici, così come definiti dall'articolo 134 del decreto legislativo 22 gennaio 2004 n. 42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" e successive modificazioni;
- la salvaguardia della visione del cielo stellato, nell'interesse della popolazione regionale.

### **1.2. Normativa di riferimento**

Al seguente complesso normativo si rimanda per la verifica dei parametri utilizzati nella classificazione delle strade e nella valutazione dello stato di fatto. Esso sarà inoltre la base per la definizione progettuale dei singoli interventi di adeguamento e di nuova realizzazione di impianti di illuminazione pubblica e privata.

- Normativa Tecnica:
  - a) UNI 11248:2012: Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
  - b) UNI EN 13201-2:2004: Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
  - c) UNI EN 13201-3:2004: Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
  - d) UNI EN 13201-4:2004: Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
  - e) UNI EN 12464-2:2008: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno UNI EN 12464-2;
  - f) UNI EN 12899-1:2008: Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 1: Segnali permanenti;

**Relazione tecnica**

- g) UNI EN 12899-2:2008: Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 2:
- Delineatori di ostacolo transilluminati (TTB);

Normativa legislativa:

- D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada) e successive integrazioni e modifiche;
- D.M. 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade). In particolare le strade residenziali devono essere classificate di tipo F, di rete locale, ad esclusione di quelle urbane di quartiere, tipo E, di penetrazione verso la rete locale;
- Comunicato Ministeriale LL. PP. del 12/04/1995 – “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – Serie generale n. 146 del 24 giugno 1995 ( Suppl. ordinario n. 77). Direttive emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici in attuazione dell’art.36 del D. Lgs. 30 aprile 1992, n.285;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5/11/2001 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale – Serie Generale del 04/01/2002 n. 3 (Suppl. Ordinario n. 5);
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 22/04/2004 “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale 25/06/2004 n. 147;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 170 del 24/07/2006;
- Legge Regione Veneto 27 giugno 1997 n. 22 – Deliberazione della Giunta n. 2301 del 22 giugno 1998 – Comuni i cui territori ricadono nelle fasce previste;
- Legge Regione Veneto 7 agosto 2009, n. 17 - “Nuove norme per il contenimento dell’inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell’illuminazione per esterni e per la tutela dell’ambiente e dell’attività svolta dagli osservatori astronomici”.

## **2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

### **2.1. Inquadramento geografico**

Il Comune di Cavaso del Tomba si trova alle pendici del monte Tomba, ad una quota di 248 m.s.l.m., (min. 190 - max 1.142 m.) e si estende per una superficie di circa 18,97 kmq. Nel Comune risiedono circa 2.960 abitanti. Il Comune si presenta con configurazione sparsa, oltre al capoluogo, con le seguenti frazioni: Capovilla, Castelcies, Costalunga, Granigo, Obledo, Pieve, Vettorazzi.

Confina con i seguenti comuni trevigiani: Possagno, Castelcucco, Monfumo, Pederobba; con il comune di Alano di Piave della provincia di Belluno.

Sul territorio, oltre alle abitazioni ed alle attività produttive, sono presenti aree ricreative e sportive.

Le attività produttive sono prevalentemente concentrate nell'area artigianale lungo la S.P. 26.

Dal punto di vista viario il comune é attraversato dalla S.P. 26, che si limita a lambire il limite meridionale senza attraversare aree abitate; il resto della viabilità risulta prevalentemente a servizio locale.

## 2.2. Integrazione con altri piani territoriali

La Legge Regionale n.17 del 07/08/2009 all'art. 5, prevede che il Comune adegui il Regolamento Edilizio alle disposizioni della legge medesima. Nell' Allegato A - Linee Guida per l'attuazione del P.I.C.I.L. sono contenute le specifiche per l'integrazione del Piano negli strumenti urbanistici comunali.

Il presente piano persegue l'obiettivo di riduzione della brillantezza del cielo e dei consumi energetici in accordo con le indicazioni contenute nel P.A.E.S. d'area "IPA DIAPASON".

## 2.3. Aree con sviluppo omogeneo

La zonizzazione, ai fini della classificazione e della progettazione illuminotecnica, prende avvio dalle indicazioni del Piano Regolatore Generale, del Codice della Strada e dalle normative tecniche europee.

La classificazione delle strade deve avvenire in sintonia con quanto riportato nei provvedimenti di legge e ss.mm.ii. indicati nello specifico paragrafo.

Si rimanda sempre all' Allegato A - Linee Guida per l'attuazione del P.I.C.I.L. per la definizione delle specifiche progettuali da assumere per le aree con sviluppo omogeneo dei singoli interventi di adeguamento e di nuova realizzazione di impianti di illuminazione pubblica e privata.

## 2.4. Osservatori astronomici

Il territorio di Cavaso del Tomba, secondo la L.R. 17 del 07 agosto 2009, art. 8 comma 7, non si trova all'interno di fasce di rispetto degli osservatori astronomici professionali, non professionali e dei siti di osservazione. Il comune ricade nella zona di prevenzione dell'inquinamento luminoso, fascia 10 km, ai sensi dei criteri tecnici contenuti nella L.R. n. 22 del 27 giugno 1997, art. 9 e allegato "C". In tali zone vanno rispettate le seguenti prescrizioni:

- divieto di utilizzo di sorgenti luminose che producano un'emissione verso l'altro superiore al 3% del flusso totale emesso dalla sorgente;
- divieto di utilizzo di sorgenti luminose che producano fasci di luce di qualsiasi tipo e modalità fissi e rotanti, diretti verso il cielo e verso superfici che possano rifletterli verso il cielo;
- preferibile utilizzo di sorgenti luminose a vapori di sodio ad alta pressione;
- per le strade a traffico motorizzato, selezionare ogniqualvolta ciò sia possibile i livelli minimi di luminanza ed illuminamento consentiti dalle norme UNI 10439;

**Relazione tecnica**

- limitare l'uso di proiettori ai casi di reale necessità, in ogni caso mantenendo l'orientazione del fascio verso il basso, non oltre i sessanta gradi della verticale;
- adottare sistemi automatici di controllo e riduzione del flusso luminoso, fino al cinquanta per cento del totale, dopo le ore ventidue, e adottare lo spegnimento programmato integrale degli impianti ogniqualvolta ciò sia possibile, tenuto conto delle esigenze di sicurezza.

Secondo la L.R. 17/2009 all'interno di fasce di rispetto gli impianti di illuminazione pubblica e privata esistenti che alla data in vigore della legge risultino non ancora conformi alle suddette prescrizioni, devono adeguarsi ai requisiti entro due anni dalla data della medesima legge. In base a tali osservazione è doveroso attivare in tempi rapidi misure che possano ridurre l'inquinamento luminoso.

### **3. STATO DI FATTO DELL'ILLUMINAZIONE DEL TERRITORIO**

#### **3.1. Metodologia di lavoro**

Il lavoro ha preso avvio dal censimento dei punti luce attualmente presenti nel Comune.

Il censimento ha riguardato:

- le sorgenti luminose (tipologia e potenza delle lampade);
- gli apparecchi illuminanti, classificati in base ad uno schema adottato e descritto;
- i sostegni (pali o mensole a parete) con misura delle altezze, degli eventuali sbracci e delle interdistanze;
- i quadri di alimentazione e le relative linee;
- le strade (tipologia e geometria) con misura della larghezza delle corsie, dei marciapiedi, delle piste ciclabili, ecc.

Il rilievo è stato esteso a qualsiasi tipologia di strada o di zona: il capoluogo e le frazioni, le strade urbane locali, le strade urbane di scorrimento, le strade extraurbane di scorrimento veloce, le zone periferiche isolate, i parcheggi e le aree ricreativo-sportive.

L'analisi delle condizioni attuali degli impianti di illuminazione pubblica è stata effettuata distinguendo le strade a traffico motorizzato, le strade ciclo-pedonali e quelle esclusivamente pedonali. La distinzione si è resa necessaria per tener conto dei diversi e specifici requisiti illuminotecnici raccomandati dalla normativa di settore.

Le informazioni tecniche acquisite nel corso dei sopralluoghi sono state riportate sulle tavole grafiche allegate alla presente relazione. Tutti i punti luce oggetto del rilievo sono stati fotografati e le fotografie sono state ordinate per quadro di competenza e strada.

#### **3.2. Sistema informativo territoriale dell'illuminazione del territorio**

Il lavoro di rilievo effettuato, che in alcuni casi ha preso le mosse dal database esistente reso disponibile dal servizio SIT del BIM Belluno, è stato oggetto di elaborazione e i dati sono stati raccolti in formato geo-referenziato e su una piattaforma informatica WEBGIS.

3.3. Risultati del censimento

Complessivamente sul territorio sono presenti n. 932 punti luce (lampade), dei quali n. 778 appartenenti alla illuminazione ad uso pubblico, che sono ripartiti come in Tabella 1 (vedi anche elaborati grafici di rilievo T001-T009).

Tabella 1 – Attuale parco lampade oggetto di rilievo

TIPO LAMPADA	WATT	NUM	POTENZA COMPLESSIVA	POTENZA LAMPADE COMPLESSIVA CON AUSILIARI	lm/W	
SAP	70	70	294	27,40	31,51	6580
	100	223				22300
	200	1				105
	250	0				0
	400	0				0
MBF	80	2	360	45,26	52,05	96
	125	344				17200
	150	14				728
		0				0
JM	48	0	77	14,56	16,74	0
	70	8				688
	100	27				2322
	150	18				1548
	200	5				420
	400	19				1615
	1000	0				0
ALO	35	6	17	1,51	1,51	120
	50	0				0
	100	9				153,9
	200	2				40
INC	100	10	10	1,00	1,00	110
FLU	18	23	23	0,41	0,48	1587
	22	0				0
	36	0				0
	50	0				0
LED	10	4	151	2,21	2,54	400
	12	139				13900
	50	6				600
	100	2				200
<b>TOTALI</b>		<b>932</b>	<b>932</b>	<b>92,35</b>	<b>105,83</b>	<b>70713</b>

Circa il 39% delle sorgenti luminose è del tipo ai vapori di mercurio (Figura 2), prevalentemente da 125 W; queste lampade sono distribuite sull'intero territorio. Seguono per numero le lampade ai vapori di sodio (SAP), circa il 32% e prevalentemente da 100W.

Figura 2 – Ripartizione parco lampade oggetto di rilievo

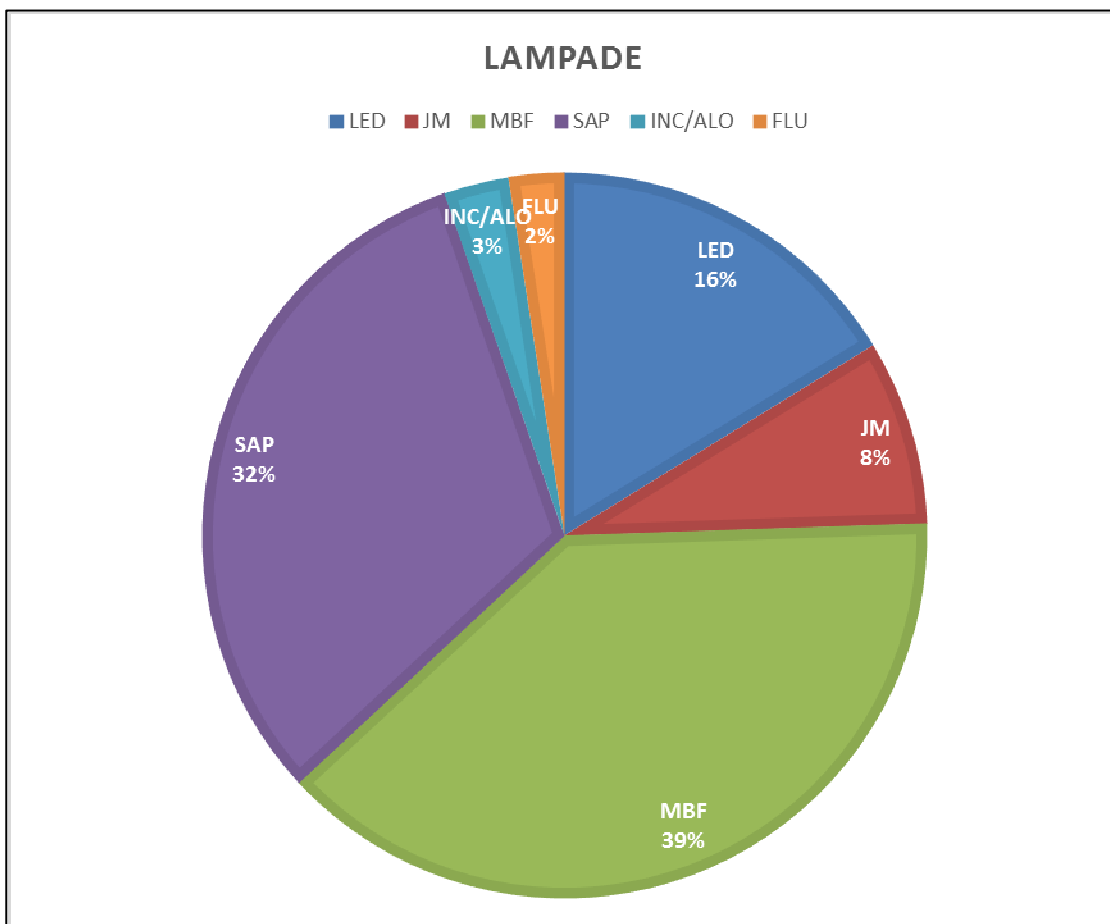


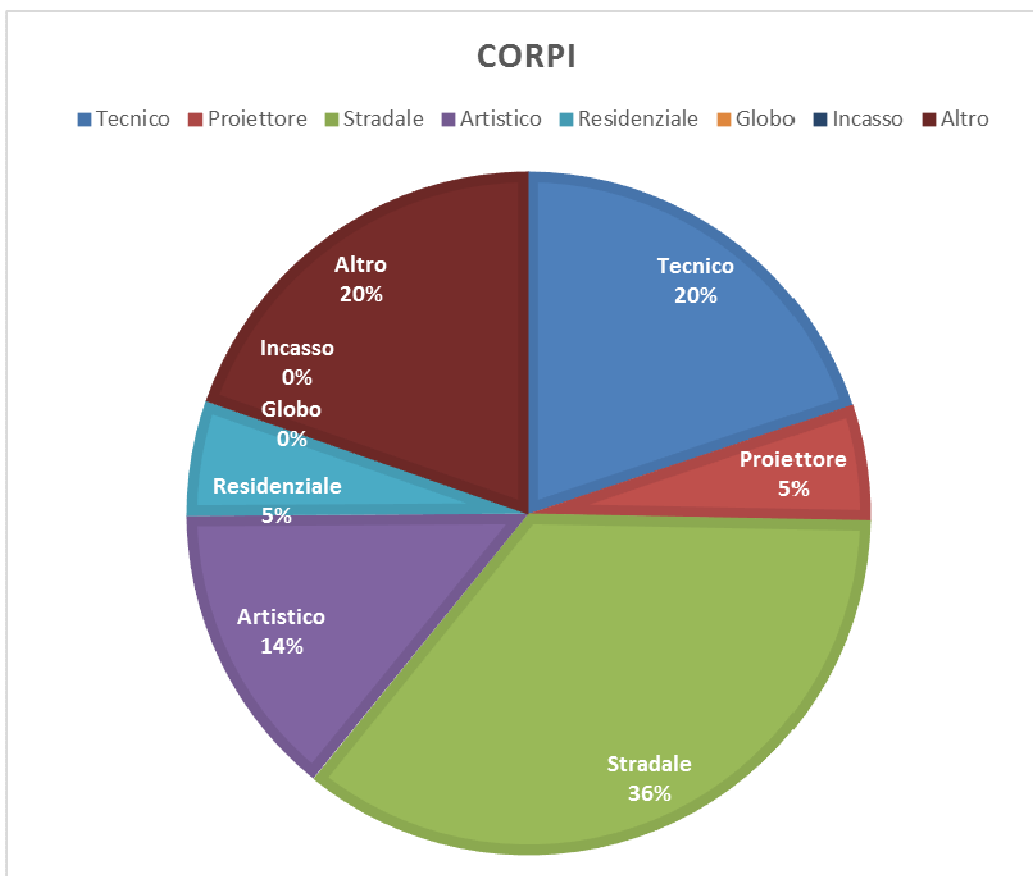
Tabella 2 – Attuale parco apparecchi oggetto di rilievo

corpi	numero
Tecnico	185
Proiettore	51
Stradale	331
Artistico	131
Residenziale	51
Globo	0
Incasso	0
Altro	183
<b>tot</b>	<b>932</b>

La Figura 3 riporta la ripartizione degli apparecchi illuminanti per tipologia (vedi anche elaborati grafici di rilievo T001-T009). Le tipologie più diffuse sono l'apparecchio di tipo stradale, circa il 36%, il tecnico con circa il 20%, seguono i corpi illuminanti di tipo artistico a faretto pedonali.



Figura 3 - Ripartizione del numero di lampade per tipologia



Una prima analisi delle tabelle di sintesi evidenzia come ancora gran parte del territorio è illuminato con sorgenti ai vapori di mercurio (MBF), spesso con ottiche non performanti e con scarsa efficienza; numerosi sono ancora i corpi illuminanti del tipo a "FUNGO" e a "LANTERNA" con schermo, elemento questo particolarmente critico e di evidente non conformità alla L.R. 17/2009.

Esistono numerose sorgenti luminose ai vapori di sodio (SAP), spesso tuttavia installate su centro luminosi inclinati e con interdistanze notevoli che non consentono di garantire un adeguato grado di illuminamento della sede stradale dove sono installate.

Nell'insieme l'utilizzo di armature con ottiche scarsamente performanti, anche quando scarsamente inquinate, e spesso dotate di sorgenti ai vapori di mercurio, determinano delle prestazioni scarsamente efficienti degli impianti di illuminazione nel loro complesso.

Foto 1 – Apparecchi illuminanti presenti nel Comune



#### 3.4. Consumi di energia elettrica per l'illuminazione pubblica

Nell'ambito del rilievo è emerso che numerosi quadri a servizio dell'illuminazione pubblica sono regolati per lo spegnimento alternato nelle ore notturne; tale misura è sicuramente a favore del risparmio energetico ma non in grado di garantire la necessaria uniformità di illuminazione sul piano stradale e quindi non può essere considerata a norma; per tale ragione i consumi di riferimento sono assunti per una situazione funzionale conforme alla normativa e che pertanto differisce dal consuntivo economico delle bollette effettivamente pagate.

Con tale premessa il consumo di energia elettrica complessivo degli impianti di illuminazione pubblica è di 321.969 kWh/anno e il costo in bolletta ammonta a 74.053 €/anno (IVA inclusa), per un prezzo medio di acquisto dell'energia elettrica pari a 0,23 €/kWh.

La potenza media per punto luce risulta essere di 100,72 W/p.to luce.

Il costo annuo medio in bolletta, comprendendo l'intero corpo apparecchiature, è di 95,18 €/p.to luce anno.

In questa analisi sono esclusi i proiettori degli impianti sportivi ed eventuali utenze private (lottizzazioni o strade gestite da altri enti).

Il consumo energetico annuo per illuminazione pubblica è riassumibile nei seguenti parametri:

Tabella 5 – Statistiche dell'illuminazione pubblica

Parametro	Indice	
Consumo energetico annuo per illuminazione pubblica esterna per abitante	2.960 ab.	108 kWh/ab.
Consumo energetico annuo per illuminazione pubblica esterna per superficie comune	18,97 km <sup>2</sup>	16.972 kWh/km <sup>2</sup>
Consumo energetico annuo per illuminazione pubblica esterna per km stradale illuminato	26 km	12.383 kWh/km

Gli impianti di illuminazione pubblica del Comune dispongono di n.28 quadri di alimentazione (vedi anche elaborato grafico di rilievo T010); altri 13 quadri rilevati sono a servizio di parchi, centri sportivi, piazzali privati, strade private o gestite da altro ente.

Per quanto riguarda i quadri, generalmente non dispongono di regolatore del flusso luminoso, tranne uno il Q012. Numerosi quadri sono regolati per lo spegnimento alternato nelle ore notturne, ma vale quanto precedentemente evidenziato in relazione alle normative tecniche.

Tabella 3 – Quadri elettrici illuminazione pubblica

PROG.	Quadro	Descrizione	POD	Potenza (kW)	Consumo (kWh)
1	Q001	Via dell'Artigianato	303362045	1,93	8114
2	Q002	Via Masaré	314226208	3,34	14007
3	Q003	Castelcies		1,15	4830
4	Q004	Via Bocca di Serra	337718913	1,75	7366
5	Q005	Via Colli		1,10	4608
6	Q006	Via Costalunga	337718922	0,83	3502
7	Q007	Latteria Sud (Parcheggio)	303227512	1,15	4830
8	Q008	Zona industriale Olimpico	305014796	5,18	21735
9	Q010	Via Virago Basso Vecchio	337718884	3,11	13041
10	Q011	Via Virago Alto	337718892	0,72	3019
11	Q012	Marciapiede Nuovo Granigo	341812968	7,73	25316
12	Q013	Granigo Alto vecchio	338275234	3,11	13041

**Relazione tecnica**

13	Q014	Vettorazzi - Piazza Pieve	338272651	7,99	33569
14	Q015	Via Monte Ortigara	n.r.	1,15	4830
15	Q016	Via Decumana	338275897	1,75	7350
16	Q017	Via Monte Tomba vecchio	338273401	3,71	15577
17	Q018	Via Monte Tomba Rive	n.r.	0,95	3985
18	Q019	Via San Vitale	336573017	1,61	6762
19	Q020	Via Capovilla	337718957	1,52	6400
20	Q021	Via San Pio X	337581668	7,29	30598
21	Q022	Via Caldoie	337718965	3,28	13766
22	Q023	Oie vecchio	337718906	1,87	7849
23	Q024	Via Riva del Maio	305353761	1,04	4347
24	Q025	Casa Soggiorno Binotto	338271336	9,41	39509
25	Q026	Piazza Benedettini	338268254	1,44	6048
26	Q027	Via G. Marconi	n.r.	3,84	16108
27	Q028	Incrocio golf	303017691	0,35	1449
28	Q030	Castelcies	n.r.	0,14	604
<b>TOTALE</b>				<b>78.36</b>	<b>321.968,94</b>

### 3.5. Analisi delle situazioni critiche

Il rilievo notturno dell'illuminazione, realizzato nel mese di novembre 2015 dal redattore del piano, ha evidenziato i seguenti elementi critici:

- una buona parte dell'illuminazione stradale presenta armature stradali di tipo vetusto con lampade ai vapori di mercurio, che sebbene scarsamente inquinanti non risultano efficienti e non garantiscono un adeguato livello di illuminazione sulla sede stradale
- si evidenzia l'illuminazione di carattere monumentale e di accento realizzata con proiettori di alcuni monumenti e delle Chiese e campanili, delle piazze. L'illuminazione esterna di tali edifici non è contenuta entro la sagoma degli stessi e andrebbe migliorata. Inoltre gli orari di accensione di alcuni impianti potrebbero essere limitati alla mezzanotte;
- la strada pedonale del parco, a partire da Via De Gasperi, risulta illuminata tramite apparecchiature del tipo artistico su paletto, con ottica non perfettamente a norma e scarsamente efficiente anche per la potenza installata;
- la strada principale del capoluogo sede municipale presenta corpi illuminanti artistici di pregio, ma inquinanti e con resa illuminanti non soddisfacenti per i requisiti stradali richiesti;
- l'illuminazione del campo da calcio del capoluogo avviene mediante proiettori che, per quanto restino accesi solo per poche ore, presentano una consistente dispersione di luce oltre l'area di gioco;
- l'illuminazione di alcuni capannoni e piazzali in zona artigianale é realizzata mediante corpi illuminanti di tipo stradale o a proiettori non conformi per tipologia o per inclinazione di installazione; analogo discorso vale per alcune lottizzazioni private dove sono installati corpi illuminanti di tipo tecnico non conformi.

**Relazione tecnica**

- l'illuminazione di molte strade frazionali risulta di tipo puntuale, in prossimità di incroci o aree specifiche, non garantendo una adeguata uniformità funzionale alle sicurezza stradale.

3.6. Conformità alla L. reg. Veneto 7 agosto 2009, n. 17

Dal rilievo dei centri luminosi rilevati complessivamente sul territorio si evince quanto segue:

- n. 312 punti luce (33% del totale) su 932 rilevati sono senz'altro conformi alla L. R. n. 17 del 2009;
- n. 35 punti luce (4%) sono facilmente adeguabili, mediante diverso orientamento dell'armatura;
- n. 534 punti luce (57%) richiedono la sola sostituzione con nuovo apparecchio;
- i rimanenti n. 51 corpi illuminanti (5%) andrebbero sostituiti o posizionati in modo diverso per evitare inquinamento.

La metodologia seguita per la determinazione del grado di priorità per gli interventi di adeguamento ha considerato le schede fotometriche delle varie apparecchiature, o di apparecchiature assimilabili, in particolare per quanto attiene i valori di intensità luminosa espressa in candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a novanta gradi e oltre. Un successivo parametro utilizzato è rappresentato dall'efficienza delle apparecchiature espressa in lm/W che si ricorda, per le apparecchiature di nuova installazione, deve essere non inferiore a 90lm/W.

Un ulteriore parametro esaminato è costituito dai valori illuminotecnici ricavati dal calcolo delle situazioni tipologiche campione, volto a verificare ed evidenziare non conformità del compito visivo in base alla classificazione della strada; la metodologia seguita per questa verifica è illustrata nello specifico paragrafo.

L'analisi effettuata esprime un giudizio sulla conformità alla L.R. 17/09, che viene riportato nell'Allegato B – Schede delle composizioni.

3.7. La situazione dell'illuminazione privata

Sono stati effettuati sopralluoghi per rilevare eventuali problematiche determinate da apparecchiature di illuminazione privata.

Le situazioni per le quali si sono evidenziate problematiche modeste sono state riscontrate in prossimità del Borgo Filanda, dove sono presenti nell'ambito di lottizzazioni private dei corpi illuminanti di tipo arredo/tecnico non conformi; analogamente in zona artigianale, dove sono presenti proiettori ed armature stradali privati che non rispettano la norma.

Per tali impianti si dovrà intervenire singolarmente, stimolandone l'adeguamento.

#### **4. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLE STRADE**

##### **4.1. Metodologia di lavoro**

In mancanza di un Piano Urbano del Traffico, si é proceduto alla classificazione delle strade in sintonia con quanto riportato nei provvedimenti di legge e ss.mm.ii. indicati nello specifico paragrafo.

I risultati delle analisi effettuate si possono riassumere per compiti visivi:

- illuminazione delle strade di scorrimento veloce (extraurbane);
- illuminazione delle strade di scorrimento;
- illuminazione delle strade locali;
- illuminazione delle strade e delle aree pedonali e ciclabili.

Nella valutazione per l'attribuzione della categoria illuminotecnica si é cercato di mantenere al minimo i valori illuminotecnici di riferimento identificando la viabilità secondaria tipo ME5, in modo da minimizzare i consumi energetici. Sono state identificate le strade associate alla viabilità di scorrimento principale tipo ME3b e prime diramazioni con traffico veicolare importante ME4b.

In base alla normativa per ciascuna di queste categorie, valutandone le caratteristiche di viabilità nelle varie situazioni, é stata attribuita una categoria illuminotecnica.

##### **4.2. Classificazione illuminotecnica delle strade**

La classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica viene definita dalla norma UNI 11248:2012.

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

Le categorie di riferimento individuate in base ai vari tipi di strade classificate secondo la legislazione vigente e seconda la metodologia illustrata sono rappresentate dalla seguente tabella 4.

Il risultato di tale classificazione é riportato nell'elaborato grafico specifico T010 - Classificazione strade.

La categoria illuminotecnica indicata é da ritenersi come categoria di riferimento, qualsiasi intervento di progettazione e adeguamento dovrà definire i valori di riferimento alla luce di una rivalutazione dei rischi e della normativa vigente.

Tabella 4: Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica

<b>Tipo di viabilità</b>	<b>Categoria illuminotecnica di riferimento</b>
Principale	ME3b-CE3
Secondaria	ME4b-CE4
Terziaria	ME5-CE5
Principali o secondarie di montagna	ME5-CE5
Strade pedonali, ciclabili, parchi	CE5-S3

## **5. ANALISI E VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE**

### **5.1. Metodologia di lavoro**

Sulla scorta del rilievo dello stato di fatto effettuato e delle non conformità emerse rispetto alla Legge Regionale, si é proceduto ad una verifica illuminotecnica mirata.

Tale analisi ha lo scopo di evidenziare situazioni particolarmente anomale dal punto di vista delle prestazioni illuminotecniche e/o inefficienti dal punto di vista energetico. Questo consente di adottare criteri di priorità per gli interventi di adeguamento che si intendono proporre.

Le analisi illuminotecniche hanno preso avvio dall'individuazione delle cosiddette "composizioni": ciascuna composizione è ricorrente sul territorio e fa riferimento ad una specifica combinazione di corpo illuminante, lampada, sostegno e geometria del compito visivo.

Le composizioni sono state raggruppate per ovvie ragioni di sintesi, individuando le situazioni limite di soddisfacimento dei compiti visivi delle apparecchiature presenti sul territorio comunale; sulla base dei risultati quantitativi evidenziati sono state svolte le considerazioni per la verifica della conformità o meno dal punto di vista visivo e per la determinazione della priorità di intervento per le situazioni particolarmente difformi; il criterio utilizzato é di tipo qualitativo.

Nel Comune sono state individuate n. 92 composizioni distinte.

Le caratteristiche delle composizioni sono riportate nell'Allegato B - Schede delle composizioni.

Negli elaborati grafici specifici è mostrata la loro posizione.

Per quanto attiene la classificazione degli apparecchi illuminanti e la sigla di designazione questa avviene secondo metodologia in uso in altre regioni/province ed illustrata nelle seguente tabella 5.

Su tutte le composizioni, ad esclusione dei proiettori e dell'illuminazione di accento, sono state condotte specifiche analisi per il calcolo e la verifica dei principali parametri illuminotecnici. Per ogni composizione è stata acquisita la curva fotometrica del corpo illuminante (essa rappresenta in forma grafica i valori dell'intensità luminosa emessa in tutte le direzioni). Nel caso degli apparecchi di provenienza non certificata perché molto vecchi (ad esempio alcune armature stradali), sono state utilizzate curve fotometriche di corpi illuminanti simili. I parametri illuminotecnici sono stati calcolati con un software professionale (Dialux), assumendo l'interasse fra i punti luce, l'altezza di installazione e la geometria del compito visivo in modo tale da ricostruire un modello rappresentativo della situazione reale limite esistente.

I principali parametri illuminotecnici calcolati sono i seguenti:

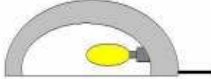
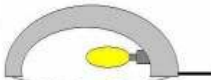

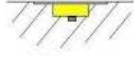

- **luminanza L (cd/m<sup>2</sup>):** rappresenta il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una sorgente verso una superficie normale alla direzione del flusso e l'area della superficie stessa;
- **uniformità generale U<sub>o</sub> della luminanza:** è il rapporto tra i valori minimo e medio della luminanza della carreggiata destinata al traffico veicolare;
- **uniformità longitudinale U<sub>l</sub> della luminanza:** è il rapporto tra i valori minimo e massimo della luminanza rilevati lungo l'asse della corsia dove tale rapporto è minimo;
- **illuminamento E (lx):** rappresenta il rapporto tra il flusso luminoso irradiato e la superficie illuminata;
- **abbagliamento fisiologico TI (%):** è un indice percentuale che esprime l'impossibilità di percepire un ostacolo generata da un fastidio visivo proprio dei corpi illuminanti. Tale incapacità dipende dal "velo" di luminanza creato all'interno dell'occhio da una eccessiva luminanza emessa dalla successione di apparecchi presenti nel campo visivo del conduttore.

Un'adeguata e uniforme luminanza lungo l'intera carreggiata e una sufficiente limitazione dell'abbagliamento costituiscono requisiti fondamentali affinché la strada sia chiaramente riconoscibile e si costituisca uno sfondo luminoso sul quale eventuali ostacoli risaltino per contrasto.

I parametri illuminotecnici calcolati, confrontati con i requisiti prestazionali minimi richiesti dalla normativa tecnica di settore, sono stati assunti per l'analisi di conformità e per la determinazione delle priorità degli interventi di adeguamento.



Tabella 5: Classificazione degli apparecchi illuminanti per dispersione luminosa

<p>1. <u>Apparecchi di classe A</u>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori o uguali a 90°, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso; tipicamente armature stradali con lampada recessa nel vano ottico superiore dell'apparecchio, proiettori asimmetrici.</p>	 <p>Classe A</p>
	<p>Apparecchi conformi e ammessi in ogni caso (Soluzione conforme – Allegato A)</p>
<p>2. <u>Apparecchi di classe B</u>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa per angoli gamma maggiori o uguali a 90°, maggiore di 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso e flusso luminoso disperso verso l'alto inferiore al 1%; tipicamente le armature stradali con vetro ricurvo e coppa prismatica.</p>	 <p>Classe B</p>
	<p>Apparecchi ammessi solo previa verifica di conformità (Soluzione calcolata – Allegato B)</p>
<p>3. <u>Apparecchi di classe C</u>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell' 1% e minore del 30%; tipicamente armature da arredo urbano con schermatura superiore, ottiche secondarie, frangiluce.</p>	 <p>Classe C</p>
<p>4. <u>Apparecchi di classe D</u>: comprendono tutti gli apparecchi destinati a produrre illuminazione d'accentuo o effetti localizzati decorativi (incassi da terra, proiettori, applique, ecc.).</p>	 <p>Classe D</p>
<p>5. <u>Apparecchi di classe E</u>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore del 30%.</p>	 <p>Classe E</p>
	<p>Apparecchi vietati</p>

## 6. PIANO DI INTERVENTO

### 6.1. Metodologia di lavoro

Come indicato nella citata Legge Regionale sono state valutate le priorità di intervento in funzione di:

- conformità degli apparecchi ai valori di inquinamento luminoso emesso verso l'alto;
- conformità degli apparecchi ai valori di efficienza energetica perseguiti;

**Relazione tecnica**

- conformità degli apparecchi al compito del campo visivo richiesto;
- conformità degli impianti ai livelli di efficienza energetica perseguiti;
- conformità degli impianti ai requisiti di sicurezza elettrica.

Sono stati individuati n. 4 livelli di priorità, relativi ai punti luce che non risultano conformi: dal livello 1, relativo alla massima priorità, al livello 3 corrispondente alla priorità più bassa. Se è indicato il livello 4, non è generalmente necessario intervenire, ma va tenuto conto comunque del commento e delle note indicate.

Le apparecchiature particolarmente inquinanti sono state assimilate a una priorità di intervento 1; analogamente sono assimilate le apparecchiature che presentano prestazioni illuminotecniche particolarmente carenti per la sicurezza su strade ad elevata intensità di traffico e/o con interferenze rilevanti.

Le apparecchiature che presentano una dispersione verso l'alto superiore ai parametri della L.R. 17/09, anche se non rilevante, ma che contemporaneamente evidenziano prestazioni illuminotecniche carenti per la sicurezza del campo visivo a servizio di strade a limitata intensità e/ interferenze, sono state assimilate ad una priorità di intervento 2.

La priorità di intervento 3 è stata attribuita alle apparecchiature che presentano una dispersione verso l'alto non rilevante, che garantiscono un migliore grado di sicurezza per le prestazioni illuminotecniche ma che risultano scarsamente efficienti dal punto di vista energetico.

Alle situazioni carenti dal punto di vista della sicurezza elettrica è stata comunque attribuita priorità di intervento 1.

Esistono situazione per le quali uno stesso corpo illuminante con vetro piano e quindi conforme alla Legge Regionale, risulta installato in alcuni casi con inclinazione piana ed in altri casi inclinata; per ragioni di sintesi tali centri luminosi sono stati assimilati alla stessa composizione.

Quando i casi non conformi risultano in numero rilevante, tale composizione è stata classificata in generale come non conforme dando comunque una priorità bassa all'intervento di verifica e correzione dell'inclinazione. Quando i casi non conformi risultano in numero minimo tale composizione è stata classificata come conforme, pur prevedendo una nota nel piano di intervento ma senza attribuire alcuna priorità. Entrambi i casi sono stati computati a livello di costo nel piano di intervento. Tale scelta progettuale intende evidenziare situazioni che richiedono comunque un controllo ed alcune correzioni minime, cercando tuttavia di fornire un quadro di individuazione degli interventi effettivamente prioritari per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

## 6.2. Quota annuale di incremento (IA)

In armonia con i principi del Protocollo di Kyoto, come previsto dalla L.R. 17/09 art. 5 comma 3, i comuni devono verificare che la quota annuale di incremento massima (IA) sia minore dell'1% del consumo effettivo. Tale quota per il Comune di Cavaso del Tomba è pari a circa 3.219 kWh/anno. Solo in caso di interventi di efficientamento, previa adeguata e dettagliata contabilizzazione, la quota annuale di incremento (IA) potrà essere aumentata con l'effettivo risparmio di energia elettrica conseguito. La quota di incremento massima è influenzata dalla

tipologia di regolazione delle linee, che in molti casi presenta spegnimento alternato nelle ore notturne. Come detto in precedenza tale tipologia di regolazione, che genera sicuramente benefici economici, non consente di garantire l'uniformità d'illuminazione del compito visivo.

### 6.3. Individuazione degli interventi

Dall'analisi effettuata sono state evidenziate le situazioni di non conformità e a ciascuna situazione è stata attribuita una priorità. In base a tale priorità sono stati individuati gli interventi, suggerendo una proposta tecnica volta ad individuare la componente economica indispensabile per una corretta programmazione.

Sono state individuati due diversi piani di intervento: il primo, relativo agli interventi ritenuti essenziali per un adeguamento minimo alla normativa e volto alla riduzione dell'inquinamento luminoso, il secondo volto a migliorare e riqualificare i requisiti illuminotecnici e la sicurezza degli impianti.

Tali interventi interessano sia gli impianti economicamente efficienti che quelli più dispendiosi. Questo comporta investimenti per l'adeguamento degli impianti a cui non corrisponde una riduzione significativa dei costi in bolletta. I tempi di rientro di tale operazione risultano particolarmente lunghi.

Tale caratterizzazione viene riportata per ciascun punto luce rilevato e via interessata nel suo complesso.

E' evidente che le ipotesi di intervento sono determinate da alcuni elementi essenziali:

- disponibilità economica dell'Amministrazione;
- lavori di messa a norma indispensabili per la sicurezza o un corretto funzionamento;
- grado di intervento che si vuole realizzare, se basato essenzialmente su una valutazione tecnica di tipo illuminotecnico ed energetico o riqualificando l'insieme con elementi di arredo urbano;
- tecnologie disponibili in fase di intervento e loro economicità.

Non volendo entrare nel merito di possibili interventi che saranno oggetto di progettazione specifica da parte di progettista e che dovrà comunque seguire anche specifiche fornite dall'Amministrazione, il piano di intervento prevede in questa fase il ricorso ad apparecchiature con lampade di tipo LED; questo ad esclusione di tratti di viabilità dove gli interventi di risanamento siano marginali e pertanto si prevede di dare continuità con la situazione esistente.

La tecnologia a LED nella pubblica illuminazione presenta infatti una vasta gamma di prodotti estremamente affidabili, molto efficienti (100÷140 lm/W) e fortemente regolabili; la stessa tipologia estetica ne consente l'integrazione abbastanza uniforme con altri corpi esistenti.

Un ulteriore aspetto positivo ed estremamente importante dei LED consiste nella lunga durata di vita, almeno pari a 50.000 ore: considerato che le lampade dell'illuminazione esterna restano accese circa 4.000 ore/anno, la vita dei LED è superiore ai 12 anni. Ciò assicura un sensibile abbattimento degli interventi di manutenzione (comunque necessari per la periodica pulizia dei corpi illuminanti) e dei relativi costi.

**Relazione tecnica**

Un ulteriore elemento tecnico a favore di tale scelta é costituito dalle temperature di colore dei LED disponibili, ad alta efficienza e bassa temperatura di colore (3.000 K), che emettono una gradevole luce bianco-calda.

Per tutti gli apparecchi oggetto di intervento si intende inoltre prevedere una parzializzazione del flusso di tipo punto-punto secondo il profilo giornaliero ed annuale di funzionamento degli impianti, così come previsto dalla L.R. 17/09; la tipologia di gestione di tale parzializzazione potrà essere individuata in fase esecutiva in un sistema di telecontrollo, sulla base di valutazioni economiche che lo giustifichino.

In fase esecutiva potrà essere valutata l'opportunità di installare dei controllori di flusso in sostituzione dei quadri esistenti, in grado di agire sulla tensione di alimentazione di tutti i circuiti collegati. Tale diversa soluzione, pur essendo molto interessante dal punto di vista energetico, presenta delle incognite di tipo tecnico: affinché essa sia vantaggiosa, tutte le lampade devono essere già ad alta efficienza (quelle al mercurio hanno problemi di accensione, salvo inserire un dispositivo su ogni apparecchio, ma ciò fa aumentare di molto i costi) e possibilmente tutte al sodio alta pressione per poter regolare la tensione a livelli più bassi (gli ioduri sopportano riduzioni minori). Inoltre, affinché il regolatore funzioni nella maniera ottimale, le cadute di tensione sulle parti terminali delle linee devono essere limitate, altrimenti vi sono problemi di spegnimento delle lampade in coda alla linea. Tuttavia l'installazione del regolatore di flusso oltre al risparmio energetico e alla riduzione dell'inquinamento luminoso consente di stabilizzare la tensione di alimentazione ed evitare così le sollecitazioni indesiderate alle lampade, aumentandone la vita media e riducendo gli interventi di manutenzione.

Va sottolineato che lo spegnimento alternato nelle ore notturne raramente riesce a garantire una adeguata uniformità di illuminazione indispensabile per la sicurezza stradale e come metodologia di gestione degli impianti di illuminazione va pertanto eliminato: tale tecnica trova applicazione per gli impianti di questo comune.

Per quanto attiene gli impianti di illuminazione dei campi da gioco, essi pur costituendo in alcuni casi dei punti critici, con dispersione di grandi quantità di luce, risultano accesi solamente per poche ore, nella prima parte della notte e comunque mai dopo la mezzanotte; per tale motivo si ritiene di poterne disporre l'adeguamento in coda agli altri interventi previsti.

Nell'ambito delle annotazioni relative agli interventi proposti, in particolare per i requisiti di uniformità illuminotecnica richiesti in caso di interventi di messa a norma, tenuto conto della distribuzione dell'illuminazione esistente con le sue caratteristiche puntuali su numerose strade secondarie, si è optato per non proporre interventi di rifacimento totale.

Tale soluzione risulta comoda da proporre in questo ambito, ma pone della difficoltà in una successiva individuazione programmata delle priorità, che non possono non tener conto di valutazioni economiche.

Questo elemento deve essere pertanto tenuto presente in caso di nuovi interventi, che richiederanno pertanto una valutazione economica più accurata in fase preliminare, secondo gli obiettivi che saranno posti.

#### 6.4. Costi di investimento - Interventi di riduzione dell'inquinamento luminoso

I costi per garantire la riduzione dell'inquinamento luminoso degli impianti di illuminazione pubblica del comune sono stimati in ca. 428.830,00 euro. Tale livello di intervento non prevede l'aumento di corpi illuminanti, ma solamente la rotazione o la sostituzione degli apparecchi illuminanti non a norma; non necessita di opere civili rilevanti anche se in alcuni casi è stato sostituito il sostegno per adattare l'altezza d'installazione del corpo illuminante. Per quanto riguarda la messa a norma degli impianti di proprietà di altri enti o di soggetti privati si stima un costo di ca. 59.100,00 euro, per un totale complessivo stimato in 487.930,00 euro.

La tabella 6 riepiloga il costo dei singoli interventi per la componente pubblica.

Gli interventi proposti a carico della pubblica illuminazione prevedono una riduzione significativa dei consumi a carico del comune (circa 151.116 kWh/anno) e generano un risparmio in bolletta pari a ca. 34.757,00 euro/anno (IVA inclusa). Tali interventi permettono, oltre a garantire la riduzione dell'inquinamento luminoso, di realizzare l'efficientamento energetico a fronte di un costo di intervento relativamente contenuto.

Il tempo di rientro medio di tali impianti è pari a 12,3 anni.

Tabella 6 – Valutazione dei costi interventi per la riduzione dell'inquinamento luminoso

Tipologia di intervento	Numero corpi ill.	Costo IVA incl.(€)
Sostituzione apparecchio	305	248.200,00
Ridurre inclinazione	25	1.610,00
Nessun intervento	344	--
Rifacimento linea	16	63.869,60
Sostituzione apparecchio e mensola	28	44.300,00
Sostituzione apparecchio e palo	53	70.850,00
Predisporre opportuna illuminazione	7	--
Ridurre inclinazione e predisporre proiettori asimmetrici	0	--
<b>Totali</b>	<b>778</b>	<b>428.830,00</b>

6.5. Costi di investimento - Interventi di adeguamento ai requisiti illuminotecnici e di sicurezza elettrica

La normativa richiede, al fine di garantire la sicurezza nell'ambito stradale, di rispettare i requisiti illuminotecnici minimi. Per tale motivo alcune situazioni, oltre la sostituzione/integrazione dei centri luminosi, anche degli interventi di messa a norma di alcuni tratti stradali. Il costo totale di tali interventi ammonta a ca. 670.578,00 di cui 611.478,00 euro per l'illuminazione pubblica e i restanti 59.100,00 euro per la messa a norma degli impianti a servizio di impianti sportivi, di altri enti o soggetti privati.

In alcuni tratti di strada pubblica, dove non si prevede sufficiente la sostituzione dei centri luminosi, si è voluto intervenire riducendo il passo tra i punti luce. Il piano di intervento prevede l'installazione di 38 nuovi punti luce, oltre alla sostituzione di quelli presenti.

Tali tipi di intervento sono stati ridotti al minimo indispensabile, per le ragioni già esposte.

La tabella 7 riepiloga il costo dei singoli interventi per la componente pubblica.

La riduzione dei consumi a carico del comune è circa 166.322 kWh/anno, e un risparmio in bolletta pari a ca. 38.254,00 euro/anno. Il tempo di rientro medio di tali impianti è ca. 16 anni.

Tabella 7 – Valutazione dei costi interventi per l'adeguamento ai requisiti illuminotecnici

Tipologia di intervento	Numero corpi ill.	Costo IVA incl. (€)
Sostituzione apparecchio e infittimento	43	96.776,00
Sostituzione apparecchio	382	286.070,00
Nessun intervento	273	--
Rifacimento linea	22	92.657,60
Sostituzione apparecchio e mensola	23	34.480,00
Sostituzione apparecchio e palo	53	70.850,00
Sostituzione apparecchio, palo e infittimento	4	12.504,00
Predisporre opportuna illuminazione	7	--
Ridurre inclinazione	2	140,00
Ridurre inclinazione o predisporre proiettori asimmetrici	0	--
Nuova linea	7	18.000,00
<b>Totali</b>	<b>816</b>	<b>611.478,00</b>

#### 6.6. Riduzione dei costi di manutenzione

L'installazione della tecnologia LED di ultima generazione permette una sensibile riduzione ai costi di manutenzione degli impianti. Considerando la lunga durata di vita dei LED, almeno pari a 50.000 ore (12 anni), si può considerare una riduzione del 50% dei costi manutentivi.

Attualmente per il Comune di Cavaso del Tomba si stima una spesa di circa 21.000,00 euro/anno. L'abbattimento degli interventi di manutenzione (comunque necessari per la periodica pulizia dei corpi illuminanti) considerando l'adozione di tecnologia LED per almeno n. 543 corpi illuminanti, inclusa la realizzazione di circa 38 nuovi punti luce è stimabile in circa 8.100 euro/anno.

### **7. PIANO DI MANUTENZIONE**

#### 7.1. Metodologia di lavoro

Obiettivo di un piano di manutenzione é quello di mantenere in efficienza gli impianti di illuminazione pubblica nel tempo, consentendo nello stesso tempo di programmare gli interventi in modo da contenere i costi di esercizio.

Un impianto di illuminazione é in generale composto dalle apparecchiature di protezione e controllo (quadri elettrici, eventuali controllori di flusso), dalle linee di alimentazione (circuiti, fusibili di protezione su palo), dalle strutture di sostegno (pali e plinti), dalle apparecchiature (armature, lanterne e lampade con eventuali apparecchi di parzializzazione).

E' indispensabile che per ciascuna apparecchiatura sia disponibile il manuale di uso e manutenzione e le schede tecniche, quale parte integrante della documentazione da rilasciare in fase esecutiva.

In generale l'impianto sarà in grado di mantenere le sue caratteristiche prestazionali solo se adeguatamente controllato e tramite interventi programmati; in particolare un buona manutenzione deve prevedere sicuramente le seguenti attività periodiche:

- pulizia dell'apparecchio, con sostituzione delle lampade secondo una media oraria programmata di utilizzo, sostituzione degli accessori e della componentistica in caso di malfunzionamento (attività ordinaria);
- controlli vari quali l'integrità dei sostegni e dei pali, con eventuale ripristino delle zincature e verniciature;
- controllo dei consumi da effettuarsi su base statistica su dati a disposizione per evidenziare tempestivamente eventuali guasti o malfunzionamenti.

Le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria possono essere svolte direttamente dalla Amministrazione Comunale, tramite proprio personale adeguatamente preparato o tramite servizio di ditta esterna; in ogni caso le attività devono essere programmate tramite un piano di intervento e adeguatamente registrate per le dovute analisi.

A tale scopo, esiste la possibilità di integrare la mappatura dello stato dell'impianto di illuminazione così come restituito dal presente piano su piattaforma digitale, implementando il database per una lettura immediata dei dati necessari a tale scopo.

## **8. CONCLUSIONI**

L'analisi condotta ha illustrato le caratteristiche dell'illuminazione pubblica del Comune di Cavaso del Tomba, evidenziandone le non conformità emerse e prospettando un piano di intervento generale con l'individuazione delle priorità ed una stima dei relativi costi.

Il piano di intervento individuato vuole costituire uno strumento di programmazione volto a fornire alla amministrazione comunale un quadro complessivo. Ogni intervento di adeguamento degli impianti dovrà avvenire tramite una specifica progettazione.

L'intervento complessivo previsto in questa fase e relativo alla illuminazione pubblica del comune comporta la sostituzione di tutti i corpi illuminanti non a norma con nuovi apparecchi full cut-off a LED. Tale scenario prevede un costo di circa 611.478,00 € (IVA inclusa) e comprende il rifacimento di alcuni tratti di linea con l'aumento dei punti luce per il rispetto dei parametri previsti dalla legge. Le tecnologia installate consentono:

- l'incremento dei livelli di illuminazione sul compito visivo;
- l'abbattimento dell'inquinamento luminoso;
- un risparmio energetico circa di 166.000 kWh/anno (pari a circa il 52% del consumo attuale);
- un risparmio economico in bolletta pari a ca. 38.000 €/anno;
- un risparmio economico sulle spese di manutenzione pari a 8.100,00 €/anno;
- un beneficio ambientale in termini di emissioni evitate di CO2 pari a 80 ton/anno.